

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ  
ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ

БУ ВО «СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

# **СЕВЕР РОССИИ: СТРАТЕГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

*Материалы II Всероссийской  
научно-практической конференции  
27 мая 2016 г.*

**Том IV**

**Сургут  
2016**

УДК 001(063)  
ББК 72  
С28

**Редакционная коллегия:**

О. Г. Литовченко, д. биол. н., профессор; В. В. Мещеряков, д. мед. н., профессор; С. Н. Русак, д. биол. н., профессор; Е. В. Майстренко, д. биол. н., профессор; Ю. В. Башкатова, к. биол. н.; Р. Н. Живогляд, д. мед. н., профессор; В. М. Еськов, д. физ.-мат. н., д. биол. н., профессор; В. А. Карпин, д. мед. н., профессор; О. Н. Шимшиева, к. биол. н.; А. С. Снигирев, к. биол. н., доцент; С. И. Логинов, д. биол. н., профессор; П. Н. Макаров, к. биол. н., доцент; Е. Б. Чернов, к. хим. н., доцент; В. В. Козлова, д. биол. н., доцент; О. Е. Филатова, д. биол. н., профессор; Б. Ф. Свириденко, д. биол. н., профессор; В. П. Стариков, д. биол. н., профессор; В. П. Нехорошев, д. тех. н., профессор

**С28 Север России: стратегии и перспективы развития** : материалы II Всероссийской науч.-практич. конф. (Сургут, 27 мая 2016 г.) : в 4 т. – Сургут. гос. ун-т. – Сургут : ИЦ СурГУ, 2016. – Т. IV. – 303 с.  
ISBN 978-5-89545-460-2

Сборник содержит материалы по актуальным проблемам образования и культуры Севера России. В статьях освещены вопросы развития Севера в исторической ретроспективе.

Издание предназначено для ученых, преподавателей, работников музеев, аспирантов, студентов и других заинтересованных лиц.

УДК 001(063)  
ББК 72

ISBN 978-5-89545-449-7  
978-5-89545-460-2

© БУ ВО «Сургутский государственный университет»

## СОДЕРЖАНИЕ

### АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ

<i>Бруйков А. А., Гулин А. В., Апокин В. В.</i> Применение перспективных средств восстановительной медицины на организм детей с церебральным параличом в форме спастической диплегии .....	8
<i>Долгополова Д. А., Зигангирова А. Р., Товмасын Р. Т.</i> Эпидемиологические показатели хронической обструктивной болезни легких на Севере .....	11
<i>Еловой С. Г., Гавриленко А. В.</i> Выявление состояния сердечно-сосудистой системы с использованием гидродинамических расчетов в информационной системе .....	13
<i>Ильканич А. Я., Дрожжина Н. П., Жудылина Н. В., Дул И. Д.</i> Тактика лечения больных с воспалительными заболеваниями кишечника .....	18
<i>Ильканич А. Я., Слепых Н. В.</i> Сравнительная оценка эффективности отдельных методов хирургического лечения свищей прямой кишки .....	20
<i>Лузина Т. В., Урванцева И. А., Ефимова Л. П., Алмазова Е. Г.</i> Особенности коморбидности у амбулаторных больных с атеросклеротическим поражением брахиоцефальных сосудов .....	25
<i>Мурунова Ю. Н.</i> Хирургическая тактика в лечении больных с непаразитарными кистами печени .....	30
<i>Надеев А. П., Перова О. В., Травин М. А.</i> Патогенез перинатального поражения центральной нервной системы при внутриутробном энцефалите у плодов .....	35
<i>Наумова Л. А., Осипова О. Н., Шаталов В. Г.</i> Особенности коморбидности при раке желудка .....	41
<i>Никешина Н. В., Ефимова Л. П.</i> Сердечно-сосудистая коморбидность у больных, госпитализированных с острым геморрагическим инсультом .....	45
<i>Кожокарь К. Г., Урванцева И. А., Николаев К. Ю.</i> Влияние неконвенционных факторов риска на тяжесть течения острого коронарного синдрома у пациентов, проживающих в условиях Севера .....	48
<i>Тарлюн А. А., Болотская Л. А.</i> Особенности иммунного ответа при аутоиммунном тиреоидите на фоне сахарного диабета 1 типа .....	51
<i>Филатов М. А., Поскина Т. Ю., Козлов А. С., Горбунов Д. В.</i> Эффект Н. А. Бернштейна в оценке изменения параметров тремора при акустических воздействиях .....	55
<i>Хижняк А. С., Хижняк И. В.</i> Реорганизация синаптоархитектоники молекулярного слоя моторной коры большого мозга белых крыс при тяжелой черепно-мозговой травме .....	59

### ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

<i>Баженова А. Е., Козлов А. С., Шерстюк Е. С., Умаров Б. К.</i> «Повторение без повторений» Н. А. Бернштейна и хаотическая динамика тремора у женщин в условиях Севера РФ .....	63
<i>Баус М. С.</i> Обеспечение здоровья человека в условиях проживания в северных районах .....	66
<i>Башкатова Ю. В., Проворова О. В., Волохова М. А., Потетюрин Е. С.</i> Нейрокомпьютинг в изучении параметров сердечно-сосудистой системы человека на Севере ...	68

<b>Берестин Д. К., Стрельцова Т. В., Черников Н. А., Пахомов А. А., Томчук А. Г.</b> Квазиаттракторы параметров биоэлектрической активности мышц при холодовом стрессе .....	72
<b>Берестин Д. К., Стрельцова Т. В., Вохмина Ю. В., Романчук А. Л., Шерстюк Е. С.</b> Матрицы парных сравнений выборок электромиограмм в условиях локального холодового воздействия .....	76
<b>Бикмухаметова Л. М., Русак С. Н., Прасолова А. А.</b> О метеочувствительных реакциях населения г. Сургута .....	80
<b>Горбунов Д. В., Гавриленко Т. В., Самсонов И. Н., Стрельцова Т. В.</b> Справедливость теоремы Глендсдорфа–Пригожина в описании параметров произвольных движений при холодовом воздействии .....	85
<b>Громова Г. Г., Бурмасова А. В.</b> Адаптация организма человека к условиям Крайнего Севера .....	89
<b>Еськов В. М., Филатов М. А., Эльман К. А., Колосова А. И.</b> Новое понимание гомеостаза сложных биосистем .....	99
<b>Живогляд Р. Н., Данилов А. Г.</b> Влияние гирудотерапии на параметры вегетативной нервной системы у пациентов с гипертонической болезнью на Севере РФ .....	102
<b>Ишбулатова М. С., Литовченко О. Г.</b> Характеристика параметров сердечного ритма у детей 9–10 лет, уроженцев Среднего Приобья .....	110
<b>Коломиец С. В.</b> Влияние климатических условий среды на организм человека ....	115
<b>Корчина Т. Я.</b> Особенности элементного статуса у выездного персонала скорой медицинской помощи г. Ханты-Мансийска .....	117
<b>Кушникова И. П.</b> Клиническое течение бронхиальной астмы в сочетании с артериальной гипертензией в условиях Севера .....	121
<b>Лапенко И. В.</b> Особенности элементного статуса взрослого населения Ханты-Мансийского автономного округа в зависимости от этнической принадлежности .....	125
<b>Литовченко О. Г., Нифонтова О. Л., Собакарь В. Н., Шипилова Г. Н., Ишбулатова М. С.</b> Характеристика вегетативной регуляции сердечного ритма у школьников г. Сургута .....	129
<b>Лубяко Е. А.</b> Взаимосвязь показателей углеводно-липидного обмена с обеспеченностью организма хромом, цинком и магнием у пациентов с метаболическим синдромом, проживающих в северном регионе .....	132
<b>Макаева Ю. С., Шагина Е. А.</b> Эколого-физиологические особенности показателей окислительного стресса и элементного статуса у жителей ХМАО – Югры в зависимости от их трудовой деятельности .....	137
<b>Попова М. А., Иванова А. Н.</b> Проблемы лечения и диагностики когнитивных нарушений в сочетании с артериальной гипертензией у пожилых пациентов .....	141
<b>Рагозина Э. Р., Рагозина О. В.</b> Циркаданный компонент временных вариаций вызовов скорой помощи в г. Ханты-Мансийске .....	144
<b>Столяров В. В., Тягунов Д. В., Усынин А. Ф., Новоселов А. С., Шаймухаметова И. Ф.</b> Организация производства судебно-медицинских экспертиз по «врачебным делам» в городе Сургуте .....	150
<b>Саляева Л. А., Гуз Д. Г., Шалабодов А. Д.</b> Некоторые диагностические показатели крови жителей г. Сургута .....	155
<b>Ткачева С. В.</b> Анализ частоты потребления продуктов питания школьниками Ханты-Мансийского автономного округа .....	157
<b>Томчук А. Г., Берестин Д. К., Стрельцова Т. В., Черников Н. А., Пахомов А. А.</b> Квазиаттракторы параметров биоэлектрической активности мышц при холодовом стрессе .....	161

<b>Федотова Н. Е., Гириш Я. В.</b> Йод как базовая составляющая развития плода, ребенка, взрослого на северных территориях .....	165
<b>Филатова О. Е., Добрынина И. Ю., Русак С. Н., Майстренко Е. В.</b> Возрастная динамика параметров сердечно-сосудистой системы населения Севера РФ .....	168
<b>Филатова Д. Ю., Сорокина Л. С., Трусов М. В., Камалтдинова К. Р.</b> Состояние кардиореспираторной системы учащихся Югры в условиях широтных перемещений .....	173
<b>Филатова Д. Ю., Стрельцова Т. В., Умаров Б. К., Пахомов А. А.</b> Энтропийная и хаотическая оценка параметров тремора при общем холодовом воздействии .....	177
<b>Шибкова Д. З., Суюндикова Ж. Т.</b> Эколого-физиологические особенности студентов коренного и пришлого населения Северного Казахстана .....	181
<b>Яценко И. Г.</b> Социальные проблемы вахтового метода труда на примере Западной Сибири .....	184

### МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

<b>Бабушкин Г. Д.</b> Психологические факторы, обуславливающие результативность соревновательной деятельности спортсменов высокой квалификации .....	188
<b>Баев К. А.</b> Медико-биологические и психофизиологические особенности детей 12–13 лет, занимающихся плаванием в условиях субарктической зоны Западной Сибири .....	192
<b>Баус М. С.</b> Особенности физической культуры в условиях Севера .....	195
<b>Березуцкий В. И.</b> Скандинавская ходьба как средство массовой физкультуры в условиях Севера .....	197
<b>Березуцкий В. И.</b> Спорт в условиях Севера .....	201
<b>Кошевой О. А., Клейменов А. В., Марданян С. М.</b> Использование тренировочного процесса в тхэквондо для формирования навыков правильной осанки у детей младшего школьного возраста .....	205
<b>Солодилов Р. О.</b> Особенности проведения физической реабилитации у людей с гонартрозом в условиях субарктического севера .....	209

### РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

<b>Алехина Е. А., Ефремов А. Н.</b> Фитоэкстракция катионов цинка элодеей канадской ( <i>Elodea canadensis</i> Michx., Hydrocharitaceae) .....	216
<b>Болотов С. Э., Мухортова О. В.</b> Особенности вертикального распределения зоопланктона в области смешения вод малого притока и водоема-приемника: проявление эффекта «второго дна» .....	219
<b>Болотов С. Э., Мухортова О. В.</b> Многомерная хаотическая динамика зоопланктона устьевой области притока равнинного водохранилища и ее изменения в аномально жаркие годы .....	225
<b>Завьялова И. В., Казанцев Ю. В.</b> Результаты локального мониторинга атмосферного воздуха на лицензионных участках в ХМАО – Югре в 2009–2014 гг. ....	232
<b>Ибрагимова Д. В., Аслямова А. И.</b> Оценка состояния популяций амфибий окрестностей деревни Юган .....	237
<b>Казанцева Л. Н., Казанцев Ю. В.</b> Качество поверхностных вод в административных районах ХМАО – Югры по данным экологического мониторинга недропользователей .....	241
<b>Котельная Я. И., Кравченко И. В., Мурашко Ю. А., Назаркина К. Е.</b> Особенности фотосинтетической активности и пигментного аппарата в листьях <i>vaccinium vitis-idaea</i> L., произрастающей на территории ХМАО – Югры .....	248

<b>Мурашко Ю. А., Ширыкова А. А.</b> Характерные особенности загрязнения атмосферы в окрестностях г. Сургута по данным исследования снега .....	251
<b>Некрич А. С.</b> Пути к рациональному природопользованию в Арктике .....	256
<b>Птуха М. В., Мурашко Ю. А.</b> Особенности морфологии и химического состава почв поймы р.Обь таежной зоны ХМАО – Югры .....	260
<b>Рудский В. В.</b> Природно-ресурсный потенциал Арктики: состояние, проблемы, перспективы освоения .....	265
<b>Русак С. Н., Кравченко И. В.</b> Макрокомпонентный состав снежного покрова г. Сургута как маркерный признак индикации техногенного влияния .....	272
<b>Сваровская Л. И., Алтунина Л. К., Яценко И. Г., Ельчанинова Е. А.</b> Проблема загрязнения малых рек на территории нефтедобывающих комплексов севера Сибири ....	276
<b>Скоробогатова О. Н., Мингалимова А. И, Галимзянова С. Т.</b> Таксономический состав водорослей р. Аган .....	281
<b>Турбина И. Н., Лытонина А. В.</b> Исследование интродукционных возможностей <i>Bergenia crassifolia</i> Fritsch. в культуре северных урбоэкосистем .....	287
<b>Фахрутдинов А. И., Ямпольская Т. Д.</b> Восстановление антропогенно нарушенных территорий ХМАО: история и перспективы .....	291
<b>Фрюауф М., Рудский В. В.</b> Изменение климата и проблемы Арктики .....	293
<b>Сведения об авторах</b> .....	297

### ***Дорогие друзья!***

*26–27 мая 2016 года в Сургутском государственном университете при поддержке Департамента образования и молодёжной политики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры состоялась II Всероссийская научно-практическая конференция «Север России: стратегии и перспективы развития», посвященная обсуждению социально-экономических, экологических, технологических, инфраструктурных, медицинских проблем и перспектив устойчивого развития северных территорий России.*

*На пленарном заседании прозвучали доклады, в которых подчеркивалась важность исследований вопросов, посвященных Северу. Учёные говорили о позиционировании России между Западом и Востоком, о региональной системе высшего образования Югры, участники конференции познакомились с направлениями работы Уральской инженерной школы как программы кадрового развития региона, с возможностями современных компьютерных архитектур. Эти актуальные проблемы вызвали живой научный интерес участников мероприятия и задали настроение активного обсуждения секционных докладов.*

*В работе конференции приняли участие более 500 ученых, представителей образовательных и научных учреждений, ведущих специалистов крупных предприятий из Москвы, Казани, Екатеринбурга, Новосибирска, Тюмени, Челябинска, Ханты-Мансийска, Сургута. В результате работы 15 секций, 5 круглых столов и семинара-практикума были намечены пути реализации научных исследований и перспективы развития таких направлений, как медицина, спорт, экология, электроэнергетика, информационные технологии, системная безопасность, язык, культура, образование, история.*

*Уверены, что обсуждение актуальных тем, связанных с Севером и Арктикой, продолжится в мае 2017 года на III Всероссийской научно-практической конференции «Север России: стратегии и перспективы развития».*

*Желаем учёным успехов в развитии и реализации научных идей и проектов, продуктивных встреч на научных площадках и плодотворного сотрудничества как с научным, так и с бизнес-сообществом России.*

*С уважением  
оргокомитет конференции*

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ

УДК 615.8:616.831-009.12

*Бруйков А. А., Гулин А. В., Апокин В. В.*  
*Bruykov A. A., Gulin A. V., Apokin V. V.*

### ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ НА ОРГАНИЗМ ДЕТЕЙ С ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ В ФОРМЕ СПАСТИЧЕСКОЙ ДИПЛЕГИИ

### REHABILITATION MEDICINE ADVANCED FACILITIES APPLICATION TO CHILDREN ORGANISMS WITH CEREBRAL PALSY IN SPASTIC DIPLEGIA FORM

Проведено сравнительное изучение влияния лечебного плавания и фиксационного массажа с онтогенетической гимнастикой на развитие психомоторной активности у детей 11–12 лет с церебральным параличом в период процесса реабилитации. Результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать фиксационный массаж с онтогенетической гимнастикой как наиболее эффективное средство реабилитации для развития моторной активности, тонкой моторной координации, процессов восприятия и мышления.

*Ключевые слова:* детский церебральный паралич, лечебное плавание, фиксационный массаж с онтогенетической гимнастикой.

**Введение.** Детский церебральный паралич (ДЦП) – полиэтиологическое заболевание, которое объединяет группу различных по клиническим проявлениям синдромов, возникающих в результате недоразвития мозга или его повреждения на различных этапах онтогенеза, и характеризуется неспособностью сохранять нормальную позу и выполнять произвольные движения [7].

Характерная особенность ДЦП – нарушение моторного развития ребенка, обусловленное прежде всего аномальным распределением мышечного тонуса и нарушением координации движений [2].

Спаستическая диплегия одна из самых распространенных форм ДЦП, на которую приходится до 75 % от всех остальных форм заболевания. Для этой формы характерно большее поражение мышц нижних конечностей [3]. У детей с ДЦП в форме спастической диплегии в раннем возрасте происходит формирование контрактур, которые приводят к нарушениям нормальной анатомической формы позвоночника и суставов [4]. Двигательные нарушения при спастической диплегии отмечаются с рождения, тесно связаны с перцептивными расстройствами, являются ведущим дефектом, оказывающим неблагоприятное влияние на весь ход формирования нервно-психических функций ребенка [1].

В настоящее время изучение ДЦП в области восстановительной медицины связано с реабилитационным направлением. В этой связи разработка методов профилактики и медицинской реабилитации, основанных на коррекции функционального состояния и повышения резервных и адаптивных возможностей организма является одной из актуальных задач, определяющих приоритетное направление научных исследований в области восстановительной медицины. Слабое ощущение своих движений и затруднение в действиях с предметами



являются причинами недостаточности активного осязания, узнавания на ощупь у детей с ДЦП [5]. Это, в свою очередь, ещё больше затрудняет развитие целенаправленных практических действий и отражается на психомоторном развитии детей [4].

В этой связи применение новых методов восстановительного воздействия на организм ребёнка с ДЦП является проблемой актуальной и своевременной. В настоящее время с этой целью используются такие средства, как фиксационный массаж с онтогенетической гимнастикой и лечебное плавание. Известно, что фиксационный массаж с онтогенетической гимнастикой позволяет оказывать положительное воздействие не только на физическое, но и психическое состояние организма ребенка с ДЦП [2]. Особое значение для развития и нормализации функции опорно-двигательного аппарата у детей с ДЦП имеет проведение физических упражнений в воде. Доказано, что лечебное плавание более эффективно по сравнению с классическим массажем и лечебной гимнастикой на развитие резервных возможностей организма детей со спастическими формами ДЦП [6].

При этом особый интерес вызывает изучение влияния фиксационного массажа с онтогенетической гимнастикой и лечебного плавания с целью выявления наиболее эффективного средства восстановительной медицины в развитии психомоторной активности организма детей с ДЦП. Это обстоятельство и послужило целью работы.

Целью настоящей работы явилось определение эффективности применения лечебного плавания и фиксационного массажа с онтогенетической гимнастикой на развитие психомоторной активности у детей 11–12 лет с ДЦП в форме спастической диплегии.

**Материалы и методы исследования.** В исследовании приняло участие 32 ребенка в возрасте 11–12 лет обоих полов с диагнозом: ДЦП в форме спастической диплегии. Исследуемые были разделены на 2 равные группы. При этом у детей из первой группы реабилитационные мероприятия включали лечебное плавание. У детей из второй группы занятия включали фиксационный массаж с онтогенетической гимнастикой. В каждой группе обследование детей с ДЦП проводили дважды: первый раз – до проведения курса реабилитационных мероприятий, и второй раз – после проведения курса. Наблюдения осуществлялись в течение 6 месяцев. Продолжительность курса фиксационного массажа с онтогенетической гимнастикой составила 15 процедур. Всего было проведено 2 курса. Перерыв между курсами фиксационного массажа с онтогенетической гимнастикой составил 3 месяца. Лечебное плавание проводилось 3 раза в неделю без перерывов продолжительностью 60 процедур.

Для достижения цели проводили тестирование психомоторных способностей и обработку результатов с помощью компьютерной программы «Лонгитюд». Определяли уровни развития следующих способностей: общей моторной активности (двигательных умений ребёнка), тонкой моторной координации, восприятия и мышления.

Анализ исследований был проведен с определением основных статистических параметров ( $M \pm m$ ) и достоверности их различий по непараметрическому критерию Wilcoxon на основе стандартной компьютерной программы MS Excel и показал высокую достоверность полученных результатов.

**Результаты и обсуждение.** Независимо от определяемых параметров в программе «Лонгитюд» нормативными их величинами являются следующие:

- ниже минус 0,65 – большое отставание от нормального развития;
- от минус 0,65 до минус 0,30 включительно – небольшое отставание;
- от минус 0,30 до плюс 0,41 включительно – нормальное развитие;
- выше 0,41 – опережение нормального развития.

Как следует из таблицы в результате применения лечебного плавания все дети с ДЦП группы № 1 улучшили показатели своего общего моторного развития в среднем на 16,7 %. В группе № 2 у детей исследование среднего показателя общего моторного развития до и после реабилитационных мероприятий показало улучшение исследуемого параметра на 22,8 %.

**Исследование показателей у детей с диагнозом  
ДЦП в форме спастической диплегии**

Исследуемые параметры	Группы обследуемых	Показатели (в усл. ед.)		p
		исходное состояние	после проведения реабилитационных мероприятий	
Общая моторная активность	Группа № 1	-0,72 ± 0,05	-0,60 ± 0,04	< 0,05
	Группа № 2	-0,70 ± 0,07	-0,54 ± 0,05	< 0,05
Тонкая моторная координация	Группа № 1	-0,74 ± 0,04	-0,62 ± 0,05	< 0,05
	Группа № 2	-0,72 ± 0,06	-0,58 ± 0,08	< 0,05
Восприятие	Группа № 1	-0,68 ± 0,03	-0,58 ± 0,04	< 0,05
	Группа № 2	-0,64 ± 0,04	-0,52 ± 0,05	< 0,05
Мышление	Группа № 1	-0,66 ± 0,03	-0,56 ± 0,04	< 0,05
	Группа № 2	-0,68 ± 0,05	-0,54 ± 0,07	< 0,05

*Примечание:* в группе № 1 применяли лечебное плавание; в группе № 2 применяли фиксационный массаж с онтогенетической гимнастикой.

В группе № 1 среднее значение параметра развития тонкой моторной координации улучшилось на 16,2 %. Это свидетельствует о том, что лечебное плавание эффективно улучшили средний уровень тонкой моторной координации детей с ДЦП. Исследование величин параметра уровня тонкой моторной координации, рассчитанные при начальном и конечном обследовании детей с ДЦП в группе № 2 выявило улучшение данного показателя на 19,5 %. Это свидетельствует о том, что применение фиксационного массажа с онтогенетической гимнастикой значительно улучшило средний уровень тонкой моторной координации у детей со спастической диплегией.

В результате применения фиксационного массажа с онтогенетической гимнастикой у обследуемых детей со спастической диплегией улучшались показатели восприятия, в среднем на 18,8 %, а в группе обследуемых № 1 этот показатель изменялся лишь на 14,7 %.

Изучение параметров уровня мышления показало, что курс фиксационного массажа с онтогенетической гимнастикой значительно повышал уровень мышления у детей с ДЦП, на 20,5 %. После проведения курса процедур с применением лечебного плавания в группе обследуемых детей со спастической диплегией показатели мышления улучшились лишь на 15,2 %.

Исследование показало, что применение фиксационного массажа с онтогенетической гимнастикой позволяют значительно повысить эффективность реабилитации при ДЦП. Эти средства превосходят лечебное плавание по своей результативности в развитии тонкой моторной координации, восприятия и мышления. Следовательно, фиксационный массаж с онтогенетической гимнастикой являются высокоэффективными средствами для улучшения развития определяемых параметров у детей с ДЦП.

**Выводы.** Все вышеперечисленное свидетельствует о высокой эффективности применения фиксационного массажа с онтогенетической гимнастикой в развитии двигательной активности организма детей 11–12 лет со спастической диплегией. Анализируя полученные данные, можно заключить, что в отличие от лечебного плавания фиксационный массаж с онтогенетической гимнастикой оказывает более сильное активирующее влияние не только на подкорковые структуры на уровне ретикулярной формации и таламуса, но и на структуры префронтальной лобной коры, обеспечивающей вербально-логическое мышление, что приводит к улучшению уровня восприятия и мышления у детей с церебральным параличом в форме спастической диплегии.

### Литература

1. Бруйков А. А., Гулин А. В. Исследование моторной активности у детей со спастическими формами ДЦП // Вестн. Тамбов. ун-та. Сер.: Естественные и технические науки. Тамбов, 2011. Т. 16. Вып. 6. С. 1516–1519.

2. Бруйков А. А., Гулин А. В., Апокин В. В. Физиологическая характеристика влияния фиксационного массажа и онтогенетической гимнастики на функциональное состояние ЦНС у детей с ДЦП // Теория и практика физической культуры и спорта. М., 2010. С. 99–101.
3. Бруйков А. А., Петкевич А. И. Применение динамической электростимуляции в комплексной реабилитации детей с церебральным параличом // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2013. № 1. С. 68–70.
4. Волокитин А. С., Бруйков А. А., Гулин А. В., Апокин В. В. Развитие подвижности суставов у детей со спастическими формами детского церебрального паралича под влиянием иппотерапии // Теория и практика физической культуры и спорта. М., 2015. С. 90–92.
5. Волокитин А. С., Бруйков А. А., Гулин А. В., Апокин В. В. Влияние иппотерапии на функциональное состояние нервно-мышечного аппарата у детей с детским церебральным параличом в форме спастической двойной гемиплегии // Теория и практика физической культуры и спорта. М., 2015. С. 90–92.
6. Кравцевич П. В., Бруйков А. А., Гулин А. В., Петкевич А. И. Сравнительная характеристика влияния различных средств восстановления на функциональное состояние кардиореспираторной системы у детей с детским церебральным параличом // Науч. ведомости Белгород. гос. ун-та. Медицина. Фармация. Белгород. 2013. № 25 (168). Вып. 24. С. 100–104.
7. Шипицына Л. М., Мамайчук И. И. Детский церебральный паралич. СПб., 2001. 272 с.

УДК 616.24-002.2-036.22:614(571.122)

*Долгополова Д. А., Зигангирова А. Р., Товмасын Р. Т.  
Dolgopolova D. A., Zigangirova A. R., Tovmasyan R. T.*

## ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ НА СЕВЕРЕ

## EPIDEMIOLOGICAL INDICATORS OF CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE IN THE NORTH

В статье представлен проведенный анализ основных эпидемиологических показателей ХОБЛ на Севере. Установлено, что данные показатели не имеют тенденции к повышению за последние 7 лет.

*Ключевые слова:* хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), северный регион.

**Введение.** Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) является глобальной проблемой мирового здравоохранения. По данным разных ученых, эта болезнь поражает от 4–6 % до 10–25 % взрослого населения и отличается устойчивым ростом распространенности как в развитых, так и развивающихся странах. Это одно из десяти заболеваний, экономические расходы на которое весьма велики. Хроническая обструктивная болезнь легких является единственным заболеванием, смертность от которого по сей день продолжает увеличиваться. Прогрессирование темпа смертности особенно заметно у женщин в возрасте старше 55 лет, у мужчин – старше 75 лет. По прогнозам к 2020 г. в мире будет ежегодно регистрироваться более 6 млн смертей от ХОБЛ, и прогнозируется перемещение заболевания с 6-го на 5-е или даже 3-е место среди всех причин смерти [3].

В настоящее время около 600 млн человек в мире страдают хронической обструктивной болезнью легких [1]. По данным Всемирной организации здравоохранения показатель смертности при ХОБЛ в Российской Федерации составляет 16,2 : 100 000 населения [7], распространенность ХОБЛ среди мужчин составляет 9,34:1 000, среди женщин – 7,33 : 1 000. Преобладают лица старше 40 лет. В России насчитывается около 1 млн больных ХОБЛ, но в действи-

тельности их количество может превышать 11 млн человек [7]. Ежегодно от ХОБЛ умирает около 2,75 млн человек, что составляет 4,8 % всех причин смерти [5].

Таким образом, эпидемиологические данные ХОБЛ остаются дискуссионными и требуют уточнения, особенно в регионах с неблагоприятными климатогеографическими условиями.

**Цель исследования:** оценить эпидемиологические показатели ХОБЛ на Севере.

**Материалы и методы.** Проанализированы архивные данные пациентов, проходивших лечение в стационаре города Сургута с 2009 по 2015 гг. с диагнозом ХОБЛ. Оценена распространенность, смертность от ХОБЛ в г. Сургуте, в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре. Критерии включения: ХОБЛ II, III, IV стадии (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2007, 2014). Статистическую обработку данных производили с помощью программы «Statistica 8.0», «SPSS Statistics 22».

**Результаты и обсуждение.** Заболеваемость ХОБЛ в настоящее время недостаточно изучена. Известно, что болезнь поражает наиболее трудоспособную часть населения, формируясь, как правило, в возрасте 29–39 лет. Заболеваемость ХОБЛ так же, как и распространенность и смертность, может заметно различаться как в разных странах, так и в разных регионах одной страны и может быть напрямую связана с распространенностью табакокурения на территории [4]. В общей структуре болезней органов дыхания в России в ХОБЛ долгое время занимали 13-е место, заболеваемость составляла 1 849,2 на 100 тыс. Прослеживается неуклонный рост заболеваемости ХОБЛ, начиная с 1985 г. По разным данным в последние годы ХОБЛ в структуре заболеваемости респираторными болезнями составляет до 29,0 % [6].

Изучение эпидемиологии бронхита в суровых климатических условиях (Западная и Восточная Сибирь) показало, что заболеваемость ХОБЛ в различных регионах существенно различается: от 1,39 до 16,4 на 1 000 населения [2]. Имеются различные данные о распространенности ХОБЛ в России: Омская область – 2 %, Иркутская область – 1,8 %, Самарская область – 14 % [7]. Установлено, что ХОБЛ в г. Сургуте, ХМАО – Югре встречается в 2–3 % (табл. 1), что приравнено к показателям Центрального федерального округа. Отмечены стабильные показатели распространенности ХОБЛ на протяжении 7 лет ( $p > 0,05$ ). Аналогичная стабильная тенденция отмечена и в отношении показателей смертности от ХОБЛ на Севере ( $p > 0,05$ ) (табл. 2).

Таким образом, несмотря на огромное количество существующих исследований, зарубежная и отечественная литература содержит очень мало данных, позволяющих объективно оценить распространенность, заболеваемость, смертность и экономический ущерб от ХОБЛ как в мире, так и в нашей стране. Это вызвано сложностью определения патологии в течение целого ряда десятилетий, проблемами выполнения и высокой стоимостью популяционных исследований. Тем не менее все эти трудности не должны снижать внимания к существующей проблеме, а напротив, подвигать исследователей на поиски истины.

Таблица 1

### Распространенность ХОБЛ на Севере

ХОБЛ	2009		2010		2011			
	Всего заболеваний	Из них впервые	Всего заболеваний	Из них впервые	Всего заболеваний	Из них впервые		
Сургут	691 (3 %)	97 (0,42 %)	631 (2,7 %)	96 (0,4 %)	699 (3 %)	103 (0,43 %)		
ХМАО – Югра	2825 (2,4 %)	451 (0,4 %)	2812 (2,4 %)	550 (0,46 %)	2760 (2,3 %)	373 (0,31 %)		
	2012		2013		2014		2015	
	Всего заболеваний	Из них впервые	Всего заболеваний	Из них впервые	Всего заболеваний	Из них впервые	Всего заболеваний	Из них впервые
	637 (2,6 %)	127 (0,52 %)	703 (2,8 %)	185 (0,074 %)	660 (2,6 %)	145 (0,6 %)	720 (2,8 %)	–
	2986 (2,5 %)	442 (0,4 %)	3342 (2,75 %)	564 (0,46 %)	3016 (2,65 %)	491 (0,43 %)	3175 (2,7 %)	416 (0,35 %)

Таблица 2

**Смертность от ХОБЛ на Севере**

ХОБЛ	2009		2010		2011		
	Выписано	Умерло	Выписано	Умерло	Выписано	Умерло	
СОКБ	106 (0,46 %)	2 (0,01 %)	114 (0,5 %)	9 (0,04 %)	347 (1,5 %)	7 (0,03 %)	
ХМАО – Югра	1 269 (1,1 %)	33 (0,03 %)	1 393 (1,2 %)	41 (0,04 %)	1 755 (1,5 %)	36 (0,03 %)	
2012		2013		2014		2015	
Выписано	Умерло	Выписано	Умерло	Выписано	Умерло	Выписано	Умерло
136 (0,6 %)	6 (0,03 %)	156 (0,63 %)	5 (0,02 %)	163 (0,64 %)	3 (0,01 %)	177 (0,7 %)	5 (0,02 %)
1594 (1,3 %)	35 (0,03 %)	1 354 (1,1 %)	34 (0,03 %)	1 539 (0,14 %)	27 (0,024 %)	1 535 (1,3 %)	35 (0,03 %)

**Выводы:**

1. Распространенность ХОБЛ на Севере составляет 2–3 %.
2. Показатели заболеваемости, смертности ХОБЛ на Севере стабильны.

**Литература**

1. Василенко Л. В. Эпидемиология ХОБЛ и эффективность программы легочной реабилитации в промышленном городе Свердловской области : автореф. дис. ... к. м. н. 2011.
2. Логвиненко А. С., Сидорова Л. Д., Логвиненко Н. И. Неспецифические заболевания органов дыхания в Новосибирске в 2001 году // Пульмонология. 2002. № LVIII. 18. С. 400.
3. Пронина Е. Ю. Вершина айсберга: эпидемиология ХОБЛ : обзор литературы // Обзоры. 2011.
4. Протокол ведения больных. Хроническая обструктивная болезнь легких: отраслевой стандарт. М., 2003.
5. Российское респираторное общество : федер. клинич. рекомендации по диагностике и лечению хронич. обструктив. болезни легких. 2014.
6. Чучалин А. Г. Пульмонология в России и пути ее развития // Пульмонология. 1998. № 4. С. 6–22.
7. Эпидемиология ХОБЛ. URL: <http://meduniver.com/Medical/Therapy/24.html> MedUniver (дата обращения: 20.04.2016).

УДК 616.12-07

*Еловой С. Г., Гавриленко А. В.*  
*Elovy S. G., Gavrilenko A. V.*

**ВЫЯВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ  
В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ**

**OF CARDIOVASCULAR SYSTEM STATE IDENTIFYING  
USING HYDRODYNAMIC COMPUTATION IN INFORMATION SYSTEM**

В данной работе применен новый подход для анализа и оценки состояния сердечно-сосудистой системы, предполагая, что медико-биологические данные по своей природе являются хаотическими. Предполагается схожесть понятий хаотичности температуры и внут-

ренной энергии в физике. Новый подход рассматривает использование тех же методов для оценивания хаотичности биологических сигналов температуры и энергии из гидро- и термодинамики.

*Ключевые слова: медико-биологические данные, ритмограммы, гидродинамические показатели.*

Медико-техническая диагностика использует данные, полученные в ходе всестороннего исследования пациента, а также лабораторно-клинические анализы и медицинскую аппаратуру. Полученные данные являются отображением характеристик пациента – показателей, на основе которых определяют состояние организма обследуемого и выявляют наличие болезни или ее отсутствие (постановка диагноза).

С получением различных данных связано их представление. В силу стохастичности характеристик сложных биомедицинских систем, объектов, процессов физиологические параметры обладают значительной вариабельностью. Это приводит к созданию разнообразных диагностических методов и алгоритмов. Поэтому при анализе и оценке медицинской информации традиционно используются различные методы математической статистики: корреляционный, регрессионный, дисперсионный анализы, факторный анализ и другие.

Основная проблема исследования и анализа медико-биологических данных заключается в сложности выявления закономерностей, зависимостей для оценки правильного состояния работы сердца человека. Разработан метод быстрого определения показателей работы организма человека, анализ-ритмограмма.

Обработка выполняется для получения и нахождения зависимостей и выявления закономерностей для диагностирования состояния сердечно-сосудистой системы человека (нормогенез или патогенез). Все эти исследования и работы направлены на повышение качества и скорости диагностирования состояния человека и, в первую очередь, принятие решения о необходимости оказания той или иной помощи.

Объектом автоматизации при создании информационной системы являются сбор, обработка и анализ медико-биологических параметров работы сердца человека. В обследовании участвовали следующие группы людей: коренное население, студенты и сотрудники Сургутского государственного университета.

В разрабатываемой системе используются медико-биологические параметры состояния работы сердечно-сосудистого ритма, полученные методами электрокардиографии и вариационной пульсографии.

Электрокардиография является ценным диагностическим инструментом. По ней можно оценить источник (так называемый водитель) ритма, регулярность сердечных сокращений, их частоту. Все это имеет большое значение для диагностики различных аритмий. По продолжительности различных интервалов и зубцов ЭКГ можно судить об изменениях сердечной проводимости. Все это помогает врачу определить наличие или отсутствие ишемических изменений в сердце (нарушение кровоснабжения).

Информация о состоянии параметров вариабельности сердечного ритма была получена с использованием пульсоксиметра ЭЛОКС-01 М. В устройстве ЭЛОКС-01М используется фотооптический датчик, с помощью которого регистрируется пульсовая волна с одного из пальцев испытуемого в положении сидя в течение 5-минутного интервала изменения. В качестве основного параметра использовались значения межпульсовых интервалов сердечных сокращений.

Попытки модельного описания динамики поведения функциональных систем организма человека традиционно базировались на моделях периодических и квазипериодических процессов (дыхание, работа сердца, биопотенциалы мозга и т. д.). В рамках теории хаоса-самоорганизации предполагается другой подход для описания якобы произвольных или непроизвольных периодических или квазипериодических движений и любых других динамических процессов (в норме и при патологии) в организме человека. При этом показано, что

часто нормой является хаотическая динамика поведения вектора состояния организма человека, а периодические или стационарные режимы динамики характерны для патологии.

В основе эксперимента лежит попытка рассмотреть медико-биологические данные (МБД) с точки зрения гидро- и термодинамики, узнать, что нам может показать использование данных разделов физики и хаотическую природу МБД с хаотичностью температуры и внутренней энергии.

Сигналы, полученные с помощью пульсометра, принимаем как движение частиц, это даст нам возможность использовать возможности термодинамики, поэтому используем уравнение Клапейрона – Менделеева. Получая в результате энергию и температуру наших частиц, мы можем увидеть динамику их изменений: чем выше температура, тем выше интенсивность их движения и, соответственно, внутренняя энергия.

Предположим, что частицы имеют одинаковые положительные массы. Тогда плотность исследуемой области в двумерном пространстве будет определяться:

$$\rho = \frac{1}{NS} \sum_{i=1}^n m_i, \quad (1)$$

где  $N$  – количество частиц в пространстве;

$n$  – количество частиц в исследуемой области;

$S$  – площадь исследуемой области;

$m$  – масса частицы в пространстве.

А гидродинамическую кинетическую энергию скорости частиц в исследуемой области по выбранному измерению двумерного пространства можно определить следующим образом:

$$\overline{v_{\text{гидр}}^{(j)}} = \frac{1}{\rho} \sum_{i=1}^n v^{(j)}, \quad (2)$$

где  $\rho$  – плотность исследуемой области;

$n$  – количество частиц в исследуемой области;

$\overline{v}^{(j)}$  – скорость движения частицы в  $j$ -ой компоненты.

Определив среднекинетическую энергию хаотического движения частицы с помощью (3), получаем формулу для определения внутренней энергии единицы массы газа исследуемой области (4), а также давление (5).

$$\delta^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^1 (\sum_{i=1}^n (\overline{v}^{(j)})^2) - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n \overline{v}^{(j)})^2, \quad (3)$$

где  $n$  – количество частиц в исследуемой области;

$\overline{v}^{(j)}$  – скорость движения частицы по выбранной компоненте.

$$e = \frac{\delta^2}{2\rho}, \quad (4)$$

где  $e$  – среднекинетическая энергия хаотического движения частицы;

$\rho$  – плотность исследуемой области.

$$P = \frac{\delta^2}{3}, \quad (5)$$

где  $e$  – среднекинетическая энергия хаотического движения частиц. Классическое уравнение Клапейрона – Менделеева для определения состояния идеального газа.

$$P = R\rho T, \quad (6)$$

где  $R$  – газовая постоянная;

$\rho$  – плотность;

$T$  – температура.



Разработанная система функционирует по алгоритму, представленному на рис. 1.

В основе работы системы используются 4 функциональных блока:

- модуль входных данных (массив данных, содержащий межимпульсные интервалы);
- модуль математической обработки данных с помощью уравнения Менделеева – Клайперона;
- модуль графической обработки данных (представление энергии, температуры на графиках);
- модуль выходных данных (сохранение результатов программы в файл \*.xlsx).

Интерфейс ИС реализован целиком в рамках стандарта операционной системы Windows, с применением стандартных компонентов и механизмов разработки интерфейса Microsoft Visual Studio 2013. При разработке соблюдался принцип модульности, чтобы группы процедур и функции, предназначенные для решения конкретной прикладной задачи, были отделены от общесистемных процедур, вынесенных в отдельные модули. Таким образом, экранные формы реализуют только взаимодействие с пользователем и вызовы процедур обработки данных (рис. 2–4).

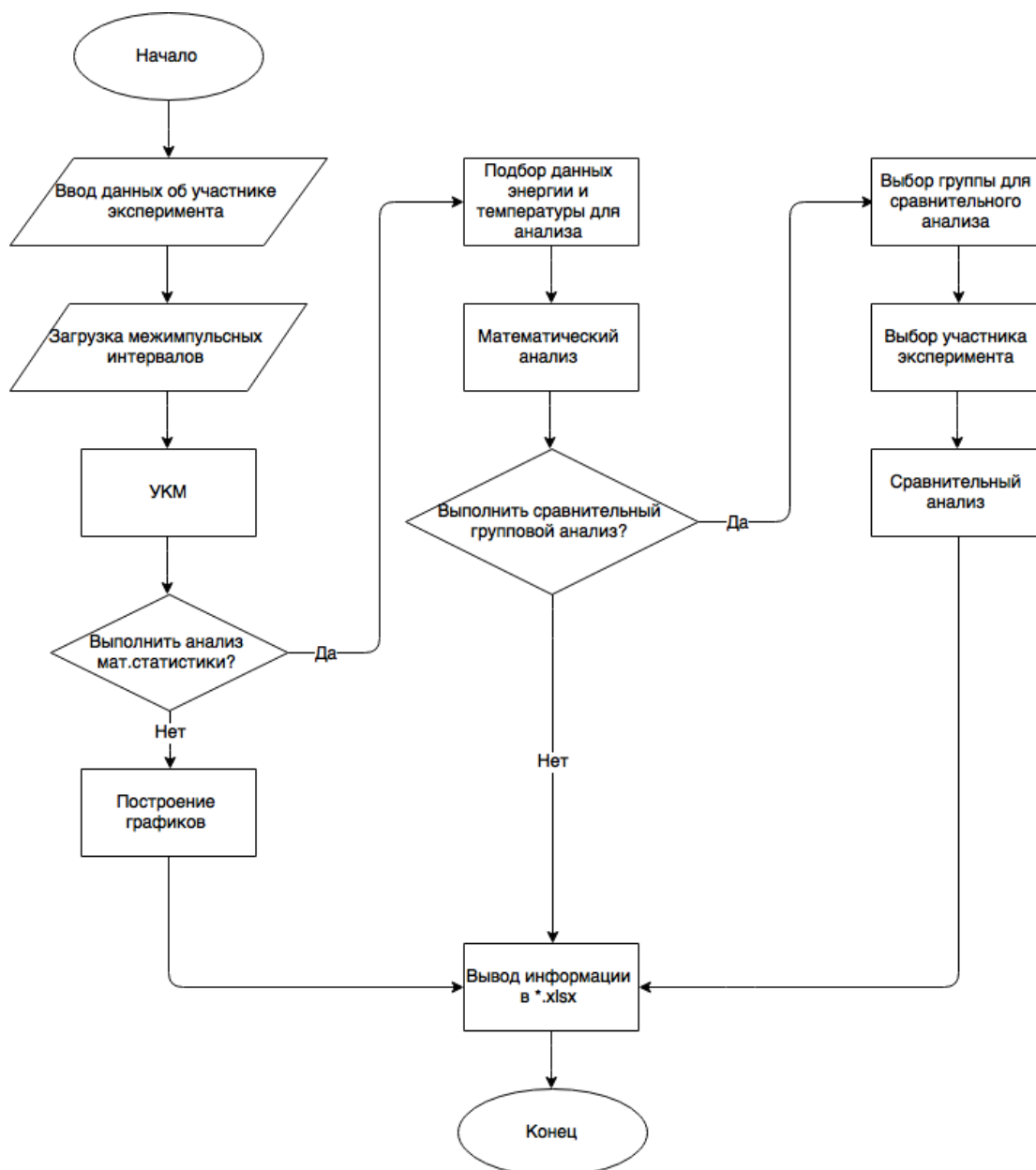


Рис. 1. Блок-схема организационной структуры





Рис. 2. Зависимость Т и Е от измерений

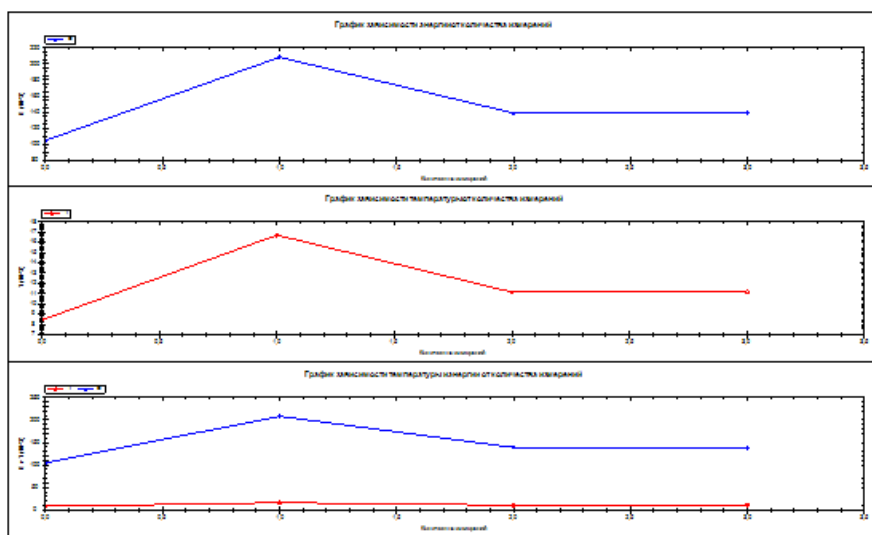


Рис. 3. Форма вкладки «Анализ»

Ритмограмма

Файл Загрузить Сохранить

Исходные данные Результаты Графики Анализ Сравнение

	Группа	Испытуемый	Расхождения
Наименование	123	всяя кедров	
е среднее	229339,67	177232,92	22,72
е минимальное	104981,33	104981,33	0
е максимальное	463220	463220	0
Т среднее	18388,82	14210,81	22,72
Т минимальное	8417,57	8417,57	0
Т максимальное	37141,71	37141,71	0
Дисперсия Е	26138123646,97	12418681900,64	52,49
Отклонение Е	140012,83	105065,83	24,96
Дисперсия Т	168044217,98	79840761,2	52,49
Отклонение Т	11226,45	8424,34	24,96

Рис. 4. Форма «Сравнение»

Разработанная часть информационной системы анализа состояния сердечно-сосудистой системы позволяет проводить обработку медико-биологических данных с использованием предложенного математического аппарата. А также проводить сравнительный статистический анализ полученных результатов для помощи в диагностировании выявления нормогенеза или патогенеза.

### **Литература**

1. Галкин В. А. Анализ математических моделей. М. : Бином ; Лаборатория знаний, 2011. 408 с.
2. Гавриленко А. В., Еловой С. Г., Яценко Е. А. Термодинамическая оценка электроэнцефалограмм человека // Вестн. кибернетики. 2015. № 3. С. 199–202.
3. Гавриленко Т. В. Прогнозирование долгожительства у российской народности ханты по хаотической динамике параметров сердечно-сосудистой системы // Экология человека. 2014. Вып. 11.
4. Гавриленко Т. В., Поскина Т. Ю., Сидоренко Д. А., Васильева А. Ю., Ярмухаметова В. Н. Влияние раздражения слухового анализатора на параметры сердечно-сосудистой системы с позиции теории хаоса-самоорганизации // Вестн. новых мед. технологий (электронн. журн.). 2013. № 1.
5. Еськов В. В., Вохмина Ю. В., Гавриленко Т. В., Зимин М. И. Модели хаоса в физике и теории хаоса-самоорганизации // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2013. № 2. С. 42–57.
6. Еськов В. М., Буров И. В., Филатова О. Е., Хадарцев А. А. Основы биоинформационного анализа динамики макрохаотического поведения биосистем // Вестн. новых мед. технологий. 2012. № 1. С. 15–18.
7. Кобзарь А. Е. Прикладная и математическая статистика : для инженеров и науч. работников. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. 816 с.

УДК 616.348-002-08

*Ильканич А. Я., Дрожжина Н. П., Жудылина Н. В., Дул И. Д.  
Ilkanich A. Ya., Drozhzhina N. P., Zhudylina N. V., Dul I. D.*

### **ТАКТИКА ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ВОСПАЛИТЕЛЬНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ КИШЕЧНИКА**

### **TREATMENT TACTICS OF PATIENTS WITH INFLAMMATORY BOWEL DISEASE**

На базе Сургутской окружной больницы создан регистр больных воспалительными заболеваниями кишечника, состоящий из 190 человек, из которых 13 больным проводится генно-инженерная терапия. Использование биологических препаратов – эффективный метод лечения больных с воспалительными заболеваниями кишечника при распространенном воспалительном процессе и тяжелом течении заболевания, который позволяет увидеть клиническую ремиссию к 1 неделе лечения.

*Ключевые слова: воспалительные заболевания кишечника, генно-инженерная терапия, биологические препараты.*

Болезнь Крона (БК) и язвенный колит (ЯК) – хронические неизлечимые воспалительные иммуно-опосредованные заболевания желудочно-кишечного тракта, характеризующиеся

рецидивирующим, прогрессирующим течением с развитием осложнений, необходимостью в госпитализациях, оперативных вмешательствах и ранней потерей трудоспособности пациентов.

Язвенный колит как нозологическая форма был выделен из группы инфекционных колитов во второй половине XIX в. Болезнь Крона впервые описана В. Crohn, L. Ginzburg, G. Oppenheimer в их совместной статье как «regionalileitis» в 1932 г.

Болезнь Крона – заболевание желудочно-кишечного тракта, характеризующееся трансмуральным сегментарным гранулематозным воспалением и развитием местных и системных осложнений. Язвенный колит – диффузное воспаление слизистой оболочки толстой кишки, возникающее в прямой кишке и распространяющееся в проксимальном направлении с развитием местных и системных осложнений.

По последним данным в Северной Америке распространенность/заболеваемость болезнью Крона составляет 319/20,2, язвенным колитом 249/19,2 на 100 тыс. населения. В Европе болезнь Крона регистрируется у 322/12,7, язвенный колит – у 505/24,3 человек соответственно. В это же время данные о распространенности и воспалительной заболеваемости кишечника (ВЗК) как в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре, так и в Российской Федерации в целом неизвестны [2].

Выбор вида консервативного или хирургического лечения определяется тяжестью атаки, протяженностью и локализацией поражения желудочно-кишечного тракта, наличием внекишечных проявлений и кишечных осложнений (стриктур, абсцессов, инфильтратов), длительностью анамнеза, эффективностью и безопасностью ранее проводившейся терапии, а также риском развития осложнений.

Основные цели лечения ВЗК – контроль ремиссии без стероидов, улучшение качества жизни, уменьшение частоты осложнений и побочных эффектов лекарственной терапии, минимизация показаний к хирургическому лечению, сокращение частоты госпитализаций, а также остановка прогрессирования заболевания.

Базисными средствами для лечения воспалительных заболеваний кишечника являются салицилаты, кортикостероидные гормоны и/или иммуносупрессоры, а также терапия генно-инженерными препаратами. Показанием к назначению биологической терапии является не только тяжесть и распространенность воспалительного процесса, но и отсутствие клинического и эндоскопического эффекта от препаратов 5-АСК, тиопуринов. В том числе гормонозависимые и гормонорезистентные формы заболевания. Хирургическое лечение (колэктомия, субтотальная резекция толстой кишки и др.) проводится при развитии осложнений, неэффективности терапевтического лечения, а при БК зачастую является одним из компонентов лечения наряду с терапевтическим [4].

**Цель работы:** оценка результатов лечения больных с воспалительными заболеваниями кишечника при использовании генно-инженерной терапии.

**Материалы и методы.** На базе Сургутской окружной клинической больницы создан регистр больных ВЗК с 2012 г., включающий в себя 190 больных, из которых 123 (64,7 %) больных с язвенным колитом и 67 (35,3 %) – с болезнью Крона. Мужчин с язвенным колитом наблюдается 83 (67,4 %), женщин – 60 (48,7 %), с болезнью Крона – 23 (34,3 %) и 24 (35,8 %) человека соответственно. По протяженности процесса при язвенном колите проктит выявлен у 8 (6,5 %) пациентов, левостороннее поражение у 57 (45,8 %), тотальное поражение – у 58 (47,7 %). Илеит при болезни Крона наблюдался у 15 (23,3 %), колит у 20 (30,0 %), илеоколит у 32 (46,7 %) пациентов. Легкая атака при язвенном колите отмечена у 32 (26,2 %) пациентов, среднетяжелая атака – у 64 (52,3 %), тяжелая атака – у 27 (21,5 %). Легкая атака заболевания при болезни Крона наблюдалась у 20 (30,0 %) пациентов, среднетяжелая – у 22 (33,0 %), тяжелая атака – у 25 (36,7 %).

Для постановки диагноза, а также для определения тяжести атаки заболевания были использованы следующие методы обследования: общий анализ крови, биохимический анализ крови (главный показатель С-реактивный белок), копрограмма, фекальный кальпротектин и фиброколоноскопия.

Биологическая терапия проводится 13 пациентам (6,8 %): 7 (3,7 %) с язвенным колитом и 5 (2,6 %) – с болезнью Крона. При лечении ЯК использован инфликсимаб: 5 мг/кг для индукции (0,2 и 6 неделя) и поддерживающая доза 5 мг/кг (каждые 8 недель). При БК используется адалимумаб: 80 мг в первый день, 80 мг во второй – для индукции и поддерживающая доза 40 мг (каждые 2 недели).

**Результаты.** Клиническая ремиссия наблюдалась уже на первой неделе лечения генно-инженерными препаратами у 6 больных (3,1 %) с ЯК и 5 (2,6 %) пациентов с БК. Эндоскопическая ремиссия достигнута через 12 недель у 3 (1,6 %) пациентов с ЯК и у 2 (1,04 %) с БК. Пациенты отмечали значительное улучшение состояния в виде купирования болевого синдрома, устранения диспепсических явлений, нормализации лабораторных показателей, основными из которых были СРБ и фекальный кальпротектин. У 1 пациента с ЯК клиническая ремиссия достигнута к 8 неделе лечения, тем не менее сменившаяся ухудшением состояния. Увеличение дозы препарата до 10 мг/кг не привело к ожидаемому эффекту, в связи с чем пациент переведен препарат Симпони: индукционный курс (п/к 200 мг и через 2 недели п/к 100 мг) с последующей поддерживающей терапией п/к 100 мг каждые 4 недели. После третьей инфузии получен положительный клинический эффект.

**Выводы:**

1. Создание регионального регистра воспалительных заболеваний кишечника позволяет определить потребность в генно-инженерной терапии, составляющей по нашим данным 12 % при болезни Крона и 10 % при язвенном колите.

2. Использование биологических препаратов – эффективный метод лечения больных с воспалительными заболеваниями кишечника при распространенном воспалительном процессе и тяжелом течении заболевания, который позволяет увидеть клиническую ремиссию к 1 неделе лечения.

### Литература

1. Гастроэнтерология. Национальное руководство / под ред. В. Т. Ивашкина, Т. Л. Лапиной. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. 754 с.
2. Клинические рекомендации по диагностике и лечению взрослых пациентов с болезнью Крона. 2013 г.
3. Клинические рекомендации по диагностике и лечению взрослых пациентов с язвенным колитом. 2013 г.
4. Основные положения Второго Европейского консенсуса по диагностике и лечению язвенного колита.
5. Assche G., Dignass A., Panes Ju. The second European evidence-based consensus on the diagnosis and management of Crohn's disease: Definitions and diagnosis // Journal of Crohn's and Colitis. 2010. № 4.

УДК 616.35-007.253-089

*Ильканич А. Я., Слепых Н. В.*  
*Ilkanich A. Ya., Slepikh N. V.*

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ МЕТОДОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ СВИЩЕЙ ПРЯМОЙ КИШКИ

### COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF INDIVIDUAL METHODS OF SURGICAL TREATMENT OF RECTAL FISTULA

В статье представлен анализ результатов хирургического лечения 265 больных, оперированных по поводу свищей прямой кишки. Были применены традиционные и сфинктер-

сохраняющие методы хирургического лечения. Среди обследованных пациентов иссечение и рассечение свища в просвет прямой кишки выполнено 85 (32,1 %) больным, иссечение свища с пластикой анальных сфинктеров – 137 (51,7 %) пациентам, методом видеоассистированного лечения оперированы 36 (13,6 %) пациентов и метод перевязки и пересечения свищевого хода в межсфинктерном пространстве (LIFT) применен в 7 (2,6 %) наблюдениях. Эффективность лечения оценивали в послеоперационном периоде по клиническим критериям. После применения традиционных методов хирургического лечения послеоперационный период осложнился в 5,6 % случаев нагноением послеоперационной раны и кровотечением в 1,9 % наблюдений. Рецидив заболевания выявлен у 19 (6,4 %) пациентов, а недержание газов и жидкого кала отмечено у 4 (1,5 %). При использовании сфинктерсохраняющих методик признаков анальной инконтиненции отмечено не было. Кровотечение в раннем послеоперационном периоде возникло в 0,4 % и рецидив заболевания в 3 % наблюдений.

*Ключевые слова:* свищ прямой кишки, хирургическое лечение, анальная инконтиненция.

За последние годы в колоректальной хирургии реализовано внедрение целого ряда новых технологий диагностики и лечения свищей прямой кишки. Это в значительной степени повлияло на улучшение результатов лечения этой категории больных [16]. В большей степени это касается пациентов с интра- и транссфинктерными низкими свищами, совокупная доля которых составляет 25 % [15]. Гораздо худшие результаты наблюдаются среди пациентов, оперированных по поводу высоких транс- и экстрасфинктерных свищей. Недостаточная их эффективность определяется частотой рецидивов заболевания, достигающей 54 % [10], анальной инконтиненции – у 45 % подвергнутых вмешательству [12]. Последние достижения в лечении свищей прямой кишки связаны с хирургическими технологиями, обеспечивающими целостность замыкательного аппарата прямой кишки [13].

В отечественной и зарубежной литературе имеется много данных об использовании разных методик хирургического лечения, но при сравнении показателей эффективности, ни один из методов не является достаточно надежным [2–3; 5–6; 8–9; 14]. Внедрение большинства новых методов диагностики и лечения ограничено лишь апробацией технологии. При этом отсутствуют долгосрочные результаты оценки эффективности лечения, что приводит к увеличению материальных затрат при разработке новых способов оперативного вмешательства [8; 14]. Лучшие результаты на сегодняшний день наблюдаются при использовании нескольких относительно новых методик хирургического лечения свищей прямой кишки. К ним относится метод лечения свищей с помощью перевязки и пересечения свищевого хода в межсфинктерном пространстве (LIFT), предложенный в 2007 г. тайским хирургом А. Rojanasakul [17], метод видеоассистированного лечения анальных свищей (VAAFT), предложенный в 2011 г. Р. Meinero [10]. Эффективность методики LIFT по данным разных авторов варьирует в пределах 40 % – 94 %. Частота рецидивов достигает 26 % [7; 17; 20–21; 23]. Эффективность VAAFT достигает 85 % [10; 12; 18; 22] с возможностью рецидива 12,5 % – 22 % [11; 19; 22].

Разнообразие хирургических методов лечения и их недостаточная эффективность свидетельствуют о том, что не существует «золотого стандарта» хирургического лечения свищей прямой кишки [16]. В связи с этим поиск оптимального метода хирургического лечения свищей прямой кишки остается актуальной темой научного исследования.

**Цель** данного исследования – провести сравнительную оценку методов хирургического лечения свищей прямой кишки.

**Материалы и методы.** В окружном центре колопроктологии Сургутской окружной клинической больницы находятся под наблюдением 265 пациентов со свищами прямой кишки. Проанализированы результаты хирургического лечения в период 2011–2015 гг. По гендерной принадлежности пациенты были распределены следующим образом: мужчин – 181 (68,3 %), женщин – 84 (31,7 %). Средний возраст составил: у мужчин –  $52 \pm 7,64$  года, у женщин –  $47 \pm 4,45$ . В зависимости от расположения свищевого хода пациенты были распре-

делены по виду свища. В анализируемой группе у 49 (18,5 %) пациентов наблюдался интрасфинктерный свищ, трансфинктерный свищ был выявлен в 185 (69,8 %) случаях и у 31 пациента (11,7 %) диагностирован экстрасфинктерный свищ.

Оперативное лечение у всех пациентов проведено с учетом клинических рекомендаций ассоциации колопроктологов России [4]. Иссечение и рассечение свища в просвет прямой кишки было выполнено 85 (32,1 %) пациентам, из них с интрасфинктерными свищами – у 49 (18,5 %) и трансфинктерными свищами с вовлечением малой порции сфинктера – 36 (13,6 %) больных. Иссечение свища с пластикой анальных сфинктеров выполнено у 137 (51,7 %) пациентов, из них с высокими трансфинктерными свищами у 120 (45,3 %) и с экстрасфинктерными свищами прямой кишки – у 17 (6,4 %).

При лечении 43 (16,2 %) пациентов мы применили относительно новые методы хирургического лечения. Метод видеоассистированного лечения свищей прямой кишки (VAAFT) применен у 22 (8,3 %) пациентов с высокими трансфинктерными свищами и у 14 (5,3 %) больных, имеющих экстрасфинктерные свищи. Методом перевязки и пересечения свищевого хода с межсфинктерном пространстве (LIFT) было прооперировано 7 (2,6 %) пациентов с высокими трансфинктерными свищами. Все пациенты распределены по полу и представлены в табл. 1.

**Результаты исследования.** В настоящее время после операций на прямой кишке важным и частым осложнением является недостаточность анального сфинктера, приводящая к социальной изоляции больных и причиняющая им физические и моральные страдания, которые, в свою очередь, становятся тяжелее, чем само заболевание, по поводу которого выполнена операция [1]. В нашей работе мы проанализировали частоту рецидивов заболевания, ранних и поздних осложнений в послеоперационном периоде при использовании разных методов хирургического лечения свищей прямой кишки.

Таблица 1

Распределение пациентов со свищами прямой кишки *n*, %

Вид хирургического лечения	Иссечение/рассечение свища в просвет прямой кишки 85 (32,1)		Иссечение свища с пластикой анальных сфинктеров 137 (51,7)		Метод видеоассистированного лечения свищей прямой кишки (VAAFT) 36 (13,6)		Метод перевязки и пересечения свищевого хода с межсфинктерном пространстве (LIFT) 7 (2,6)	
	Муж	Жен	Муж	Жен	Муж	Жен	Муж	Жен
<b>Вид свища</b>								
Интрасфинктерный свищ	47 (17,7)	38 (14,3)	84 (31,7)	53 (20)	21 (7,9)	15 (5,7)	5 (1,9)	2 (0,7)
Трансфинктерный свищ с вовлечением малой порции сфинктера	27 (10,2)	22 (8,3)	–	–	–	–	–	–
Высокий трансфинктерный свищ	20 (7,5)	16 (6,0)	–	–	–	–	–	–
Экстрасфинктерный свищ	–	–	73 (27,5)	47 (17,7)	12 (4,5)	10 (3,8)	5 (1,9)	2 (0,7)
	–	–	11 (4,2)	6 (2,3)	9 (3,4)	5 (1,9)	–	–

При иссечении свища в просвет прямой кишки, которое было выполнено 49 (18,5 %) пациентам с интрасфинктерными свищами осложнений и рецидивов в послеоперационном периоде отмечено не было. При этом средний срок пребывания в стационаре составил 14,7 ± 2,8 дней. Рассечение свища в просвет прямой кишки выполнено пациентам с трансфинктерными свищами с вовлечением малой порции сфинктера в 36 (13,6 %) случаях. Средний срок

пребывания пациентов в условиях стационара составил  $15,5 \pm 1,5$  дней. Рецидив заболевания был отмечен у 2 (0,8 %) пациентов в послеоперационном периоде через 3 месяца.

Иссечение свища с пластикой анальных сфинктеров было выполнено 137 (51,7 %) пациентам. Высокие транссфинктерные свищи наблюдались у 120 (45,3 %) больных, в 17 (6,4 %) наблюдениях пациенты имели экстрасфинктерные свищи. В раннем послеоперационном периоде у 15 (5,6 %) было отмечено нагноение послеоперационной раны, что, в свою очередь, требовало операционного иссечения некротических тканей под внутривенным наркозом. Кровотечение из послеоперационной раны, потребовавшее операционного гемостаза, отмечено у 5 (1,9 %). Рецидив заболевания в этой группе наблюдался через 3–6 месяцев у 17 (6,4 %) пациентов. Пациенты были повторно госпитализированы в стационар, для проведения хирургического лечения – иссечение свища в просвет прямой кишки. У 4 (1,5 %) пациентов этой группы на период наблюдения выявлено недержание газов и жидкого кала. Средний срок пребывания в стационаре составил  $19,5 \pm 2,5$  дней.

Методом перевязки и пересечения свищевого хода в межсфинктерном пространстве (LIFT) было прооперировано 7 (2,6 %) больных с высокими транссфинктерными свищами. Из них осложнения отмечены в одном (0,4 %) наблюдении – кровотечение из послеоперационной раны, потребовавшее операционного гемостаза. Средний срок пребывания в стационаре составил  $12,6 \pm 1,8$  дней.

Видеоассистированное лечение свищей прямой кишки (VAAFT) применено при лечении 36 (13,6 %) пациентов. У 22 (8,3 %) пациентов наблюдались высокие транссфинктерными свищи, и у 14 (5,3 %) больных диагностированы экстрасфинктерные свищи. Осложнений в раннем послеоперационном периоде не отмечено. Через 3–6 месяцев после оперативного лечения у 8 (3 %) пациентов этой группы возник рецидив заболевания. Все эти пациенты были госпитализированы в хирургическое отделение и повторно прооперированы. Объем оперативного вмешательства – иссечение свища в просвет прямой кишки. Средний срок пребывания в стационаре в этой группе составил  $10,5 \pm 1,3$  дней. Признаков анальной инконтиненции не было отмечено.

#### **Выводы:**

1. Выполнение традиционных методов хирургического лечения свищей прямой кишки сопровождается в 5,6 % случаев нагноением послеоперационной раны, кровотечением в 1,9 % случаев, недержанием газов и жидкого кала 1,5 % и частотой рецидивов заболевания 7,2%.
2. Использование сфинктерсохраняющих методик сопровождается кровотечением в 0,4 % и частотой рецидивов заболевания – в 3 %. Признаков анальной инконтиненции отмечено не было.

#### **Литература**

1. Алиев Э. А. Лечение послеоперационной недостаточности анального сфинктера // Междунар. мед. журн. 2011. № 3. С. 90–94.
2. Алиев Э. А. Причины и профилактика недостаточности сфинктера заднего прохода // Вестн. национал. мед.-хирург. Центра им. Н. И. Пирогова. 2011. Т. 6. № 1.
3. Гришин К. Н. Способ лечения экстрасфинктерных свищей прямой кишки // Патент на изобретение от 01.01.2001 г. РФ, С.2 А61 В 17/00, № /14 ; заявл. 11.06.97 ; опубл. 10.09.00. Бюл. № 25. С. 2.
4. Шельгин Ю. А. Колопроктология. Клинические рекомендации. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. 528 с.
5. Cariatì A. Fistulotomy or seton in anal fistula: a decisional algorithm // Updates Surg. 2013. Sep. № 65 (3). P. 201–5.
6. Jacob T. J., Perakath B., Keighley M. R. Surgical intervention for anorectal fistula // Cochrane Database Syst Rev. 2010:CD006319.

7. Khadia M., Muduli I. C., Das S. K. Management of Fistula-In-Ano with Special Reference to Ligation of Intersphincteric Fistula Tract. // *Niger J Surg.* 2016. Jan-Jun. № 22 (1). P. 1–4.
8. Köckerling F., Alam N. N., Narang S. K. Treatment of Fistula-In-Ano with Fistula Plug. Review Under Special Consideration of the Technique // *Front Surg.* 2015. Oct 16. № 2. P. 55.
9. Lewis R., Lunniss P. J., Hammond T. M. Novel biological strategies in the management of anal fistula // *Colorectal Dis.* 2012. Dec. № 14 (12). P. 1445–55.
10. Meinero P., Mori L. Video-assisted anal fistula treatment (VAAFT): a novel sphincter-saving procedure for treating complex anal fistulas // *Techniques in Coloproctology.* 2011. № 4. P. 417–422.
11. Mendes C., Ferriera L., Sapocaia R. Video-assisted anal fistula treatment: technical considerations and preliminary results of the first Brazilian experience ABCD // *Arq Bras Cir Dig.* 2014. № 27 (1). P. 77–81.
12. Mohammad Z. VAAFT: Video Assisted Anal Fistula Treatment; Bringing revolution in Fistula treatment // *Pak J Med Sci.* 2015. Sep-Oct. № 31 (5). P. 1233–1235.
13. Narang S. K., Jones C., Alam N. N. Delayed absorbable synthetic plug (GORE® BIO-A®) for the treatment of fistula-in-ano: a systematic review // *Colorectal Dis.* 2016. Jan. № 18 (1). P. 37–44.
14. Narang S. K., Keogh K., Alam N. N. A systematic review of new treatments for cryptoglandular fistula in ano // *Surgeon.* 2016. Mar 15. pii: S1479-666X (16)00019-6.
15. Ozkavukcu E., Haliloglu N., Erden A. Frequencies of perianal fistula types using two classification systems // *Jpn J Radiol.* 2011. Jun. № 29 (5). P. 293–300.
16. Ren D., Zhang H. Some critical issues in the diagnosis and treatment of complex anal fistula // *Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi.* 2015. Dec. № 18 (12). P. 1186–92.
17. Rojanasakul A. Total anal sphincter saving technique for fistula-in-ano; the ligation of intersphincteric fistula tract // *J Med Assoc Thai.* 2007. Vol. 90. P. 581–586.
18. Schwandner O. Video-assisted anal fistula treatment (VAAFT) combined with advancement flap repair in Crohn's disease // *Tech Coloproctol.* 2013. Apr. № 17 (2). P. 221–5.
19. Seow-En I., Seow-Choen F., Koh P. K. An experience with video-assisted anal fistula treatment (VAAFT) with new insights into the treatment of anal fistulae // *Tech Coloproctol.* 2016. Apr. № 8.
20. Shanwani A., Nor A. M., Amri N. Ligation of the intersphincteric fistula tract (LIFT): a sphincter-saving technique for fistula-in-ano // *Dis Colon Rectum.* 2010. № 53 (1). P. 39–42.
21. Sileri P., Franceschilli L., Angelucci G. P. Ligation of the intersphincteric fistula tract (LIFT) to treat anal fistula: early results from a prospective observational study // *Techniques in Coloproctology.* 2011. № 15 (4). P. 413–416.
22. Walega P., Romaniszyn M., Nowak W. VAAFT: a new minimally invasive method in the diagnostics and treatment of anal fistulas – initial results // *Pol Przegl Chir.* 2014; Jan. № 86 (1). P. 7–10.
23. Wallin U. G., Mellgren A. F., Madoff R. D. Does ligation of the intersphincteric fistula tract raise the bar in fistula surgery? // *Dis Colon Rectum.* 2012. № 55 (11). P. 1173–1178.



УДК 616.13-004.6-06

Лузина Т. В., Урванцева И. А., Ефимова Л. П., Алмазова Е. Г.  
*Lusina T. V., Urvantseva I. A., Ephimova L. P., Almasova E. G.*

## ОСОБЕННОСТИ КОМОРБИДНОСТИ У АМБУЛАТОРНЫХ БОЛЬНЫХ С АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКИМ ПОРАЖЕНИЕМ БРАХИОЦЕФАЛЬНЫХ СОСУДОВ

### COMORBIDITY FEATURES IN OUTPATIENTS WITH ATHEROSCLEROTIC DEFEAT OF BRACHIOCEFAL VESSELS

Работа посвящена актуальным вопросам изучения коморбидной патологии у больных с атеросклеротическим поражением брахиоцефальных сосудов. Проведен анализ диспансерной группы больных с атеросклеротическим поражением брахиоцефальных сосудов на базе БУ Окружной кардиологической диспансер «Центр диагностики и сердечно-сосудистой хирургии». Изучены возрастные и половые аспекты, произведена оценка коморбидных профилей у данной когорты пациентов.

*Ключевые слова:* атеросклеротическое поражение брахиоцефальных артерий (БЦА), коморбидность.

#### **Актуальность проблемы**

Важной и достаточно сложной задачей врача любой специальности является адекватное ведение пациентов с коморбидной патологией [10]. Большинство пациентов, особенно пожилого и старческого возраста, имеют сочетанную патологию: поражение головного мозга, сердечно-сосудистой системы и почек, а также полный и неполный метаболический синдром. В среднем при обследовании пациентов пожилого и старческого возраста выявляется от 4 до 8 ведущих заболеваний [3; 11]. Среди поражений головного мозга наиболее распространенными являются острые и хронические нарушения мозгового кровообращения. Со стороны сердечно-сосудистой системы на первый план выходят ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия и их осложнения – инфаркт миокарда и сердечная недостаточность. Кроме этого, с возрастом отмечается увеличение числа пациентов с сахарным диабетом и его осложнениями, прежде всего, диабетической нефропатией, ретинопатией и полинейропатией [1; 6].

Таким образом, изучение коморбидных состояний является одной из актуальных и социально значимых проблем современной медицины. Совершенствование диагностики коморбидной патологии при атеросклерозе брахиоцефальных сосудов может способствовать повышению эффективности лечения и профилактики, что определило актуальность планируемого исследования.

**Цель исследования.** Представить коморбидные профили пациентов с атеросклерозом брахиоцефальных сосудов с учетом пола, возраста и оценки влияния сопутствующих заболеваний на особенности ведения пациентов разных возрастных групп.

**Материалы и методы.** В исследование включены данные амбулаторного наблюдения пациентов в БУ ОКД «Центр диагностики и сердечно-сосудистой хирургии» (БУ ОКД «ЦД и ССХ») с атеросклерозом БЦА за период с января 2010 г. по декабрь 2012 г. В группе пациентов, находящихся на диспансерном ангионеврологическом наблюдении, отобрано 100 случаев атеросклеротического поражения брахиоцефальных сосудов с неврологической симптоматикой и отягощенными коморбидными профилями: группа мужчин (55 чел.), группа женщин (45 чел.).

Критерии включения в исследование:

1. Возраст 36–75 лет.
2. Наличие атеросклероза брахиоцефальных сосудов.
3. Наличие коморбидности.
4. Согласие на исследование.

Критерии исключения:

1. Больные в терминальных состояниях.
2. Острые сосудистые эпизоды.
3. Отказ от наблюдения.

Группа пациентов была разбита на подгруппы по возрасту согласно классификации ВОЗ и МОТ [12]. Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета анализа программы Microsoft Excel. Достоверность различий между средними оценивалась с использованием критерия Стьюдента (если исследуемые данные приближены к нормальному закону распределения) и непараметрического критерия хи-квадрат.

**Полученные результаты:** Средний возраст обследуемых  $57 \pm 7$ . Большая часть пациентов оказалась в возрастном интервале от 50 до 64 лет. В исследуемой группе преобладают мужчины (55 чел.), различий по возрастным характеристикам в исследуемых группах между мужчинами и женщинами нет. В исследовании сочетание атеросклероза брахиоцефальных сосудов и отягощенной коморбидности преобладали пациенты позднего взрослого (мужчины – 67 %, женщины – 64 %) и пожилого возраста (женщины – 29 %, мужчины – 25 %) (табл. 1).

Таблица 1

**Частота встречаемости коморбидных состояний у пациентов с атеросклерозом брахиоцефальных сосудов**

Классификация ВОЗ и МОТ для взрослых	Всего N = 100		Мужчины N = 55		Женщины N = 45		Достоверность различий, p
	абс	%	абс	%	абс	%	
Средний взрослый возраст 36–45 лет	5	5	2	4	3	7	0,36
Поздний взрослый возраст 46–60 лет	66	66	37	67	29	64	0,79
Пожилой 61–74 года	27	27	14	25	13	29	0,59
Старческий 75–89 лет	2	2	2	4	–	–	0,045

Примечание: Достоверных половых отличий в группах средний взрослый возраст, поздний взрослый возраст нет ( $p \geq 0,05$ )

В исследуемой группе минимальное количество сопутствующих заболеваний составляет 3, максимальное – 9. Число сопутствующих заболеваний в возрастных группах распределены следующим образом (рис. 1).

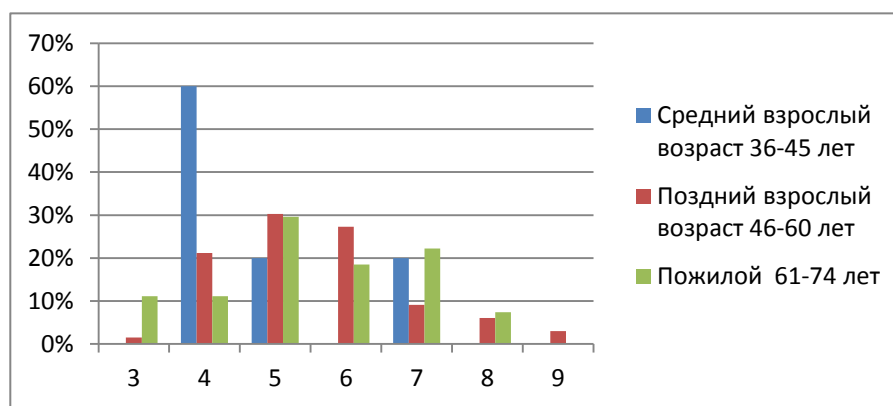


Рис. 1. Количество сопутствующих заболеваний по возрастным группам

Полученные данные свидетельствуют о большом количестве коморбидных заболеваний у лиц трудоспособного возраста.

В ходе данного исследования при анализе имеющейся коморбидности общей группы выявлено распределение заболеваний (табл. 2):

- первое место – мультифокальный атеросклероз (93 %);
- второе место – гипертоническая болезнь – 91 %;
- на третьем – ИБС 51 %;
- на четвертом – нарушение ритма сердца 26 %;
- на пятом – сахарный диабет 24 %;
- на шестом – заболевания щитовидной железы 21 %.

Таблица 2

**Клинико-anamnestическая структура коморбидности при атеросклерозе  
брахиоцефальных сосудов**

Нозологическая форма заболевания	Всего		Мужчины N = 55		Женщины N = 45		Достоверность различий (м/ж), p
	абс	%	абс	%	абс	%	
Нарушения ритма сердца	26	26	13	24	13	29	0,49
Гипертоническая болезнь	91	91	49	89	42	93	0,77
Ишемическая болезнь сердца	51	51	31	56	20	44	0,23
Мультифокальный атеросклероз	93	93	51	93	42	93	1,00
Приобретенные пороки сердца	5	5	3	5	2	4	0,73
Сахарный диабет, 2 тип	24	24	14	25	10	22	0,67
Заболевания щитовидной железы	21	21	5	9	16	36	0,0001
Ревматологические заболевания	16	16	5	9	11	24	0,009
Нарушение пуринового обмена	3	3	–	–	3	7	0,0082
Системные заболевания	1	1	–	–	1	2	0,15

*Примечание:* Достоверные отличия по полу выявлены в нозологиях: заболевание щитовидной железы, ревматологические заболевания и нарушение пуринового обмена

Полученные данные свидетельствуют о высокой степени распространенности мультифокального атеросклероза – 93 %, ИБС в данном исследовании диагностируется в 51 % случаев, облитерирующие заболевания конечностей – 42 %, гипертоническая болезнь – 91 %, что свидетельствует о преобладании сосудистой коморбидности.

В ходе настоящего исследования получены следующие данные: у женщин в нозологии эндокринные заболевания преобладают заболевания щитовидной железы – 62 %, у мужчин – сахарный диабет, НТГ – 74 %. У женщин среди ревматологических заболеваний лидируют деформирующие заболевания крупных суставов – 73 %. Наличие данных заболеваний является фактором риска развития осложнений у коморбидного больного.

Полученные в ходе проведенного исследования данные указывают на необходимость скрининга в более молодом возрасте, когда имеются преимущественно начальные проявления недостаточности мозгового кровообращения, идет процесс формирования коморбидности и эффективность комплексного лечения может быть значительно выше.

**Обсуждение.** Сегодня мы говорим о новой тенденции: от ССЗ всё чаще умирают женщины. Каковы ещё особенности в современной клинике внутренних болезней? Их несколько: пристальное внимание к ФР, распространённость коморбидной патологии и необходимость в новых подходах к лечению коморбидных заболеваний [14; 16].

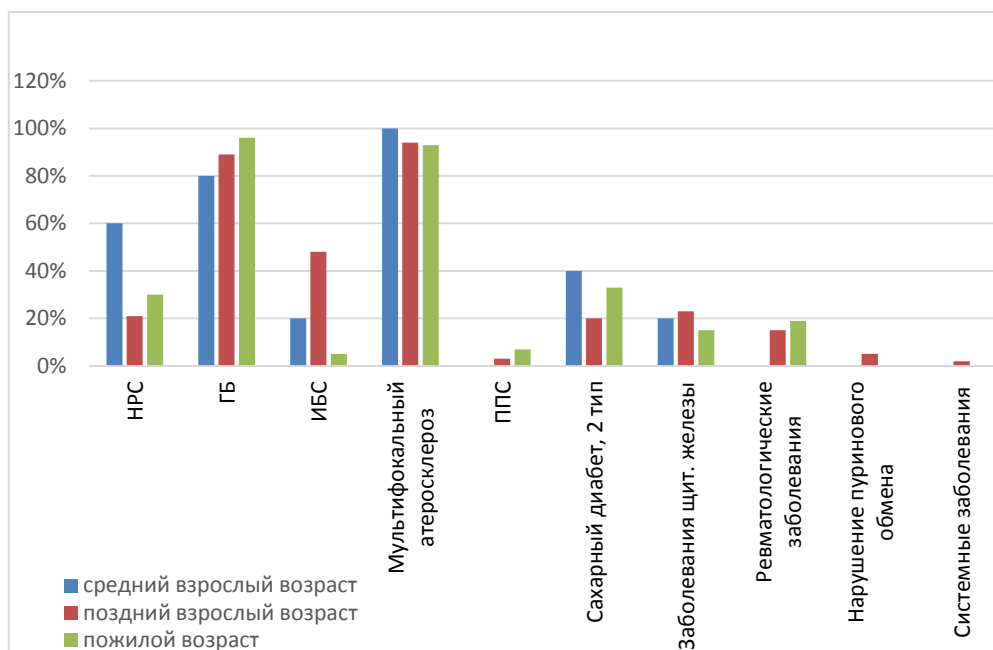


Рис. 2. Нозологическая форма коморбидности в общей группе (по возрастным подгруппам)

Впервые определение ко- или полиморбидности дал американский учёный А. R. Feinstein в 1970 г., понимая под коморбидностью наличие дополнительной клинической картины, которая уже существует или может появиться самостоятельно, помимо текущего заболевания, и всегда отличается от него [14; 16]. Таким образом, коморбидные состояния являются одной из актуальных и социально значимых проблем современной медицины. При анализе ведущих коморбидных состояний можно увидеть интересную закономерность: факторы риска цереброваскулярных заболеваний одновременно являются и факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний и хронической болезни почек [7; 9]. Важной и достаточно сложной задачей врача любой специальности является адекватное ведение пациентов с коморбидной патологией. В настоящее время существует точка зрения [5], что большинство пациентов, особенно пожилого и старческого возраста, имеют сочетанную патологию: поражение головного мозга, сердечно-сосудистой системы и почек, а также полный и неполный метаболический синдром. Согласно проведенным исследованиям [2; 15], при обследовании пациентов пожилого и старческого возраста выявляется от 4 до 8 ведущих заболеваний, а среди поражений головного мозга наиболее распространенными являются острые и хронические нарушения мозгового кровообращения. Со стороны сердечно-сосудистой системы на первый план выходят ИБС, артериальная гипертензия и их осложнения – инфаркт миокарда и сердечная недостаточность. Кроме этого, с возрастом отмечается увеличение числа пациентов с сахарным диабетом и его осложнениями, прежде всего диабетической нефропатией, ретинопатией и полинейропатией [2; 5].

Актуальность определения основных параметров коморбидности при атеросклерозе брахиоцефальных сосудов определяется следующим: атеросклероз является хроническим, длительным заболеванием, развивающимся в течение десятилетий. Можно различать в происхождении атеросклероза в каждом конкретном случае преобладающую роль определенных факторов, оценка которых может иметь значение как для понимания течения и развития болезни, так и для разработки лечебно-профилактических мер.

Своевременная диагностика атеросклеротических изменений крупных артерий головного мозга – одно из важнейших направлений кардионеврологии. Есть сведения, что у подавляющего большинства (89,5 %) больных с цереброваскулярными заболеваниями причиной развития нарушений мозгового кровообращения являются атеросклеротические окклю-

зионные поражения ветвей дуги аорты [4]. Для атеросклероза характерна волнообразность течения, в котором выделяют фазы прогрессирования, стабилизации и даже регрессии. Различная локализация атеросклероза определяет разные клинические проявления болезни и естественное течение заболевания.

**На основании полученных результатов сделаны следующие выводы:**

1. Сочетание атеросклероза брахиоцефальных сосудов и отягощенной коморбидности преобладает среди пациентов позднего взрослого (мужчины – 67 %, женщины – 64 %) и пожилого возраста (женщины – 29 %, мужчины – 25 %), уменьшение в группе пожилого возраста, возможно, связано с тем, что люди этой возрастной группы часто покидают наш регион.

2. Количество сопутствующих заболеваний увеличивается с возрастом. Если в группе средний взрослый возраст 40 % пациентов имеют 5 и более заболеваний, в группе поздний взрослый возраст таковых 79 %, а в группе пожилой возраст 5 и более сопутствующих заболеваний имеют 89 % пациентов.

3. Особенностью Западно-Сибирского региона является преобладание пациентов с атеросклеротическим поражением брахиоцефальных артерий и различной степенью ХЦВН: возраст от 40 до 50 лет – 59 % (что значительно больше, чем в целом по стране), возраст от 51 до 60 лет – 30 % (что меньше, чем в целом по стране).

4. Согласно полученным в ходе исследования данным у пациентов с атеросклеротическим поражением брахиоцефальных артерий чаще диагностируется ИБС (51 %), в то время как в других регионах эта цифра не превышает 33 %, что свидетельствует о более тяжелом протекании мультифокального атеросклероза в и особенностях больных, обращающихся за медицинской помощью в ОКД «ЦД и ССХ».

В заключение следует отметить, что, несмотря на большие возможности лечения ССЗ, обусловленных атеросклерозом, необходимость их профилактики сохраняется по следующим причинам:

1. В основе патологии обычно лежит атеросклероз, скрытно протекающий многие годы и, как правило, уже сильно выраженный при появлении симптомов.

2. Смерть, инфаркт миокарда и инсульт часто развиваются внезапно, когда медицинская помощь недоступна и поэтому многие эффективные медицинские вмешательства не применимы.

3. Современные методы лечения (медикаментозные, эндоваскулярные, хирургические) не устраняют причину ССЗ, поэтому риск сосудистых катастроф у этих больных остается очень высоким.

Таким образом, распространенность коморбидности у больных ССЗ высокая, что значительно увеличивает риск развития сердечно-сосудистых катастроф. В то же время имеются общие закономерности коморбидности, воздействием на которые можно положительно повлиять на ситуацию в целом.

## Литература

1. Бойцов С. А., Кухарчук В. В., Карпов Ю. А. Субклинический атеросклероз как фактор риска сердечно-сосудистых осложнений // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2012. № 11 (3). С. 82–86.

2. Виленский Б. С., Яхно Н. Н. Современное состояние проблемы инсульта // Вестн. Рос. АМН. 2006. № 9–10. С. 18–24.

3. Гаврилова Н. Е., Метельская В. А., Яровая Е. Б., Бойцов С. А. Роль дуплексного сканирования сонных артерий в выявлении коронарного атеросклероза и определении степени его выраженности // Рос. кардиол. журн. 2014. № 4 (108). С. 108–112.

4. Глыбочко П. В., Востриков Я. Ш., Свистунов А. А. Гомеостаз и функции жизненно важных органов у больных мультифокальным атеросклерозом в процессе комплексного лечения. Саратов : Приволж. кн. изд-во, 2003. 542 с.

5. Гусев Е., Скворцова В. И., Стаховская Л. В. Эпидемиология инсульта в России // Журн. неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2003. № 8. С. 4–9.
6. Диагностика и лечение пациентов с артериальной гипертонией и ХОБЛ. Рекомендации Российского медицинского общества по артериальной гипертонии и Российского респираторного общества // Системные гипертензии. 2013. № 10 (1). С. 5–34.
7. Калвиньш И. Я. Милдронат: механизм действия и перспективы его применения. Рига, 2002.
8. Карпов Р. С., Кошельская О. А., Врублевский А. В. Клиническая эффективность и безопасность милдроната при лечении хронической сердечной недостаточности у больных ишемической болезнью сердца // Кардиология. 2000. № 6. С. 12–15.
9. Маколкин В. И., Осадчий К. К. Роль миокардиальной цитопротекции в оптимизации лечения ишемической болезни сердца // Consilium Medicum. 2004. № 5. С. 304–307.
10. Румянцева С. А., Оганов Р. Г., Силина Е. В. Сердечно-сосудистая патология при остром инсульте (некоторые аспекты распространенности, профилактики и терапии) // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2014. 13 (4). С. 47–53.
11. Румянцева С. А., Ступин В. А., Оганов Р. Г. Теория и практика лечения больных с сосудистой коморбидностью: клинич. рук.. М. ; СПб. : Мед. книга, 2013.
12. Цыганков В. А., Жаркова С. Л. Классификация и систематизация трудоспособного населения по возрастным группам // Омск. науч. вестн.. 2009. № 4 (79). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-i-sistematizatsiya-trudosposobnogo-naseleniya-po-vozrastnym-grupпам> (дата обращения: 20.04.2016).
13. Akker M., Buntinx F., Metsemakers J. F., Roos S., Knottnerus J. A. Multimorbidity in general practice: prevalence, incidence, and determinants of co-occurring chronic and recurrent diseases // J Clin Epidemiol. 1998. Vol. 51. P. 367–375.
14. Feinstein A. R. Pre-therapeutic classification of co-morbidity in chronic disease // J Chron Disease. 1970. Vol. 23. № 7. P. 455–468.
15. Fortin M., Stewart M., Poitras M-E., Almirall J., Maddocks H. Systematic Review of Prevalence Studies on Multimorbidity: Toward a More Uniform Methodology // Ann Fam Med. March/April. 2012. Vol. 10. № 2. P. 142–151.
16. Fortin M., Bravo G., Hudon C., Vanasse A., Lapointe L. Prevalence of multimorbidity among adults seen in family practice // Ann Fam Med. 2005. Vol. 3. P. 223–228.
17. Petty G. W., Brown R. D., Whisnant J. P. Ischemic stroke subtypes: A population-based study of functional outcome, survival, and recurrence // Stroke. 2000. Vol. 31. № 5. P. 1062–1068.
18. Urbinelli R., Bolard P., Lemesle M. Stroke patterns in cardio-embolic infarction in a population based study // Neurol Res. 2001. Vol. 23. № 4. P. 309–314.

УДК 616.36-003.4-089

*Мурунова Ю. Н.  
Murunova Yu. N.*

## **ХИРУРГИЧЕСКАЯ ТАКТИКА В ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С НЕПАРАЗИТАРНЫМИ КИСТАМИ ПЕЧЕНИ**

### **SURGICAL TACTICS IN TREATMENT OF PATIENTS WITH NON-PARASITIC LIVER CYSTS**

Проведен анализ данных диагностики и лечения 64 пациентов с непаразитарными кистами печени. В обзоре указывается, что непаразитарные кисты печени остаются актуальной проблемой хирургии в связи с большой ее распространенностью и отсутствием единого под-

хода к лечению, что требует выработки адекватной хирургической тактики для этой группы больных. На основании комплексного клинического обследования и лечения больных разработана индивидуализированная хирургическая тактика.

*Ключевые слова:* кисты печени, диагностика, минимально инвазивная хирургия.

**Актуальность.** В последние годы отмечается неуклонный рост числа больных с непаразитарными кистами печени. Это связано с широким внедрением в практическое здравоохранение неинвазивных методов диагностики. С повышением диагностических возможностей ультразвукового исследования (УЗИ) и компьютерной томографии (КТ) частота прижизненной диагностики истинных кист печени возросла до 4–7 % [5]. Длительное бессимптомное течение, неспецифичность клинических проявлений, поздняя диагностика и отсутствие единых клинических подходов к хирургическому лечению, несмотря на использование всего современного арсенала методов исследования, обуславливают риск возникновения осложнений, что увеличивает смертность от данной патологии.

Развитие и внедрение интервенционных методик в хирургию послужило стимулом к разработке принципиально новых подходов к лечению непаразитарных кист печени за счет использования методов, выполняемых под визуальным контролем [1]. Однако часть авторов являются сторонниками традиционных открытых операций, которые включают различный объем – от иссечения экстрапаренхиматозной стенки кисты до резекции печени [2]. Неоднозначен подход к выбору метода хирургического лечения при осложненном клиническом течении непаразитарных кист печени [3; 4].

**Цель работы.** Разработать оптимальную хирургическую тактику диагностики и лечения пациентов с НКП путем индивидуального подхода и дифференцированного использования традиционных и малоинвазивных методов в хирургии.

**Материалы и методы исследования.** В хирургическом отделении БУ «Сургутская окружная клиническая больница» в период 2011–2014 гг. находилось на обследовании и лечении 64 пациента с непаразитарными кистами печени: 50 (78 %) женщин и 14 (22 %) мужчин от 21 до 88 лет. Средний возраст –  $58,6 \pm 1,6$ .

Все пациенты проходили объективное обследование с оценкой общего состояния при поступлении и наличия жалоб, а также визуализационные методы обследования, такие как УЗИ, КТ, МРТ, по данным которых оценивалось количество кист, их размер, характер, наличие осложнений кист, лабораторные методы обследования с оценкой состояния функции печени. По результатам обследования проводилась дифференциальная диагностика с паразитарными кистами печени, с очаговыми образованиями доброкачественной и злокачественной природы.

Клинические проявления заболевания отмечены у 39 пациентов (60,9 %). Жалобы сводились в основном к ощущениям дискомфорта и тяжести в правом подреберье. Анализ жалоб показал, что болевой синдром в правом подреберье достоверно чаще беспокоил пациентов с кистами печени размерами более 5 см в диаметре. У остальных больных заболевание протекало бессимптомно.

На этапе диагностики УЗИ органов брюшной полости выполнено всем пациентам. КТ проведена 42 (65,6 %) пациентам, МРТ – 7 (10,9 %) пациентам. КТ, МРТ потребовались пациентам для уточнения предполагаемого диагноза, локализации кист, исключения паразитарной этиологии и другой очаговой патологии печени. Проведенная КТ и МРТ подтвердила диагнозы кист печени во всех случаях. В 1 случае кисты печени при УЗИ не визуализировались, однако были выявлены при КТ. Одной пролеченной по поводу кисты печени пациентке до операции не проводились рентгеновские методы обследования, так как в связи с тяжестью ее состояния она сразу взята в операционную.

Среди всех пациентов кисты по локализации выявлены в правой доле у 31 пациента (48,4 %), в левой доле – 19 (29,7 %), в обеих долях – 14 (21,9 %).

При наличии инвазивных методов лечения полученный материал (кистозная жидкость, стенка кисты) направлялись на цитологическое и гистологическое исследование.

По характеру происхождения у 32 (76,2 %) из 42 пациентов первой группы кисты были истинными, из них 30 – это простые серозные и 2 – муцинозные билиарные кисты. У 10 пациентов (23,8 %) кисты были ложными. Множественные кисты были у 20 (31,2 %) больных. Единичные кисты – у 35 (54,7 %), а у 9 (14,1 %) пациентов наблюдалось по две солитарные кисты. Размеры кист колебались от 0,6 до 21 см.

Также определялось наличие антител к эхинококку для исключения глистной инвазии и при необходимости (наличие в анамнезе онкологического заболевания, при подозрении на онкологическое заболевание) – онкомаркеры. Во всех исследованных случаях антитела к эхинококку не выявлены, показатели онкомаркеров в пределах нормы.

На основании полученных в процессе обследования данных выработывалась дальнейшая лечебная тактика. Пациентов первой группы с одиночными кистами печени диаметром менее 5 см без клинических проявлений оставляли под наблюдением с периодическим контролем состояния печени методом ультразвуковой диагностики не реже 1 раза в год. Данную группу составили 22 (34,4 %) пациента.

Пациентам с кистами печени более 5 см в диаметре, при наличии симптоматики, осложнений, а также в случаях увеличения размеров кист при динамическом контроле выставляли показания к хирургическому лечению. Таким образом, инвазивное лечение кист печени проведено 42 (65,7 %) пациентам. Мы их отнесли ко второй группе.

Среди пациентов второй группы 19 из них госпитализированы в плановом порядке, 23 – в экстренном порядке, среди них 18 пациентов с осложнением кисты печени, 5 пациентов с выраженными клиническими проявлениями заболевания. Всем проведено инвазивное лечение кист печени: 13 (31 %) пациентам выполнялись лапаротомные доступы. Симультанные операции выполнены 3 пациентам: 2 случая грыжесечение и пункция кист печени под контролем интраоперационного УЗИ с введением в полость склерозанта, и 1 – холецистэктомия и резекция кисты печени. Операция выполнялась лапароскопическим методом 7 (16,7 %) больным (2 пациентам выполнена холецистэктомия и перицистэктомия, 1 пациенту выполнено оперативное вмешательство по поводу паховой грыжи и лапароскопическая перицистэктомия) и 22 (52,4 %) – выполнялись дренирование и лечебно-диагностические пункции под контролем УЗИ. Лапаротомия и лапароскопические методы лечения были проведены под эндотрахеальным наркозом, малоинвазивные методы лечения под местной инфильтративной анестезией.

**Результаты исследования.** При выявлении, определении размеров и точной локализации кисты печени и проведении дифференциальной диагностики с другими очаговыми заболеваниями печени выставлялись показания и определялись оптимальный вид вмешательства и хирургический доступ.

Исходя из поставленных задач, с учетом результатов, полученных при анализе данных обследования пациентов, нами были разработаны показания к различным методам оперативного лечения больных непаразитарными кистами печени.

Показаниями к лапаротомии у 8 пациентов мы считали внутривнутрипеченочное расположение кист, локализацию их вблизи крупных сосудов, а также нагноение кист с внутривнутрипеченочной локализацией или вблизи крупных сосудов, невозможность исключить паразитарный характер поражения (1 пациент), разрыв кисты (1 пациент), наличие сопутствующей патологии – грыжи передней брюшной стенки и ЖКБ, требовавшей «открытого» вмешательства (3 больных). В 6 случаях при лапаротомии была выполнена атипичная резекция доли печени, в 5 – перицистэктомия, в 2 – дренирование и тампонада кисты печени (рис. 1).



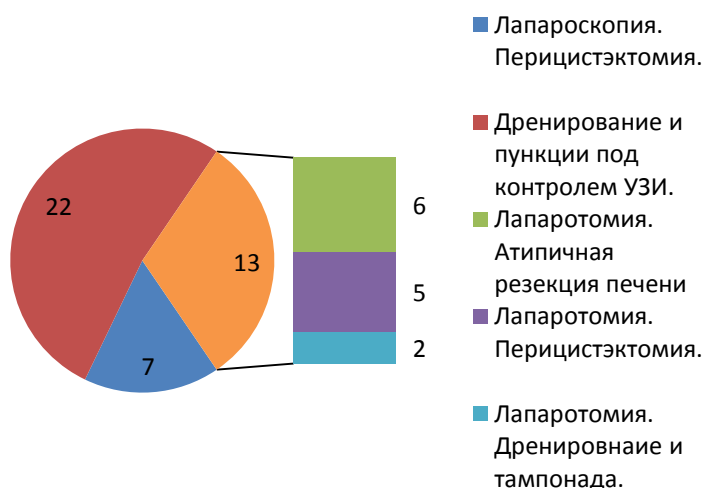


Рис. 1. Методы лечения непаразитарных кист печени

Осложнения в послеоперационном периоде наблюдались у 10 (23,8 %) пациентов. Осложнение в виде инфицированной гематомы печени в послеоперационном периоде отмечено у 1 (2,4 %) больной. У этой же пациентки развился вторичный плеврит. Всего вторичный плеврит наблюдался в 3 случаях (7,1 %). Кровотечением в полость кисты осложнилось дренирование кисты у 1 пациентки (2,4 %). Реактивный гепатит в послеоперационном периоде выявлен у 3 пациентов. Развитие осложнений обусловлено общей тяжестью состояния пациентов, уже имевших осложненное течение кист печени на момент поступления (нагноение, разрыв). Остаточные полости наблюдались у 4 (9,5 %) пациенток (табл. 1).

Таблица 1

### Послеоперационные осложнения

	I группа Дренирование и пункции под контролем УЗИ (n = 22)	II группа Лечение лапаротомным доступом (n = 13)	III группа Эндовидеохирургическая резекция (n = 7)
Кол-во пациентов с послеоперационными осложнениями	2 (9,1 %)	5 (38,5 %)	2 (28,6 %)
Кол-во послеоперационных осложнений N = 13 (100 %)	2 (15,4 % от 13)	8 (61,5 % от 13)	2 (15,4 % от 13)
Кровотечение	1 (4,5 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)
Интрапаренхиматозная гематома	0 (0,0 %)	1 (7,7 %)	0 (0,0 %)
Реактивный гепатит	0 (0,0 %)	3 (23,1 %)	0 (0,0 %)
Плеврит	1 (4,5 %)	2 (15,4 %)	0 (0,0 %)
Остаточная полость	0 (0,0 %)	2 (15,4 %)	2 (28,6 %)

Наименее длительная температурная реакция, а также наиболее быстрое восстановление показателей крови наблюдалось у больных после лапароскопических резекций кист печени. Наиболее длительно сохраняющиеся проявления воспалительного процесса (температура, лейкоцитоз, повышение СОЭ) наблюдались у больных после вскрытия и дренирования кист.

При лечении кист лапаротомным доступом послеоперационный период составил в среднем 20,5 суток, учитывая, что госпитализация 1 пациентки составила 73 койко-дня вследствие наличия осложнений, тяжелой сопутствующей патологии и тяжелого общего состояния при поступлении. В остальных случаях после перицистэктомии максимальный срок

госпитализации составил 16 суток. При атипичных резекциях печени – в среднем 18 суток, при дренировании и тампонировании кисты – 21,5 суток.

Оперативное вмешательство с использованием эндовидеохирургического метода заключалось в иссечении выступающей стенки кисты, обработке остаточной полости электрокоагулятором и дренировании брюшной полости. Интраоперационных и послеоперационных осложнений не было. Пациенты выписаны в удовлетворительном состоянии в среднем на 8 сутки после операции.

При пункционном лечении и наружном дренировании под контролем УЗИ средний койко-день составил 18. После наружного дренирования кист печени пациенты находились в стационаре в среднем 19 суток, и в послеоперационном периоде наблюдались такие осложнения, как кровотечение в полость кисты – 1 пациент (4,5 %), вторичный плеврит – 1 пациент (4,5 %). При выполнении двух симультанных операций по поводу вентральной грыжи и пункции кисты печени под контролем интраоперационного УЗИ послеоперационных осложнений не наблюдалось, и пациенты выписаны на 8 день после операции. При сравнении результатов исследования выявлены значительно лучшие показатели средних сроков госпитализации при использовании лапароскопической методики и пункциях под контролем УЗИ (рис. 2).

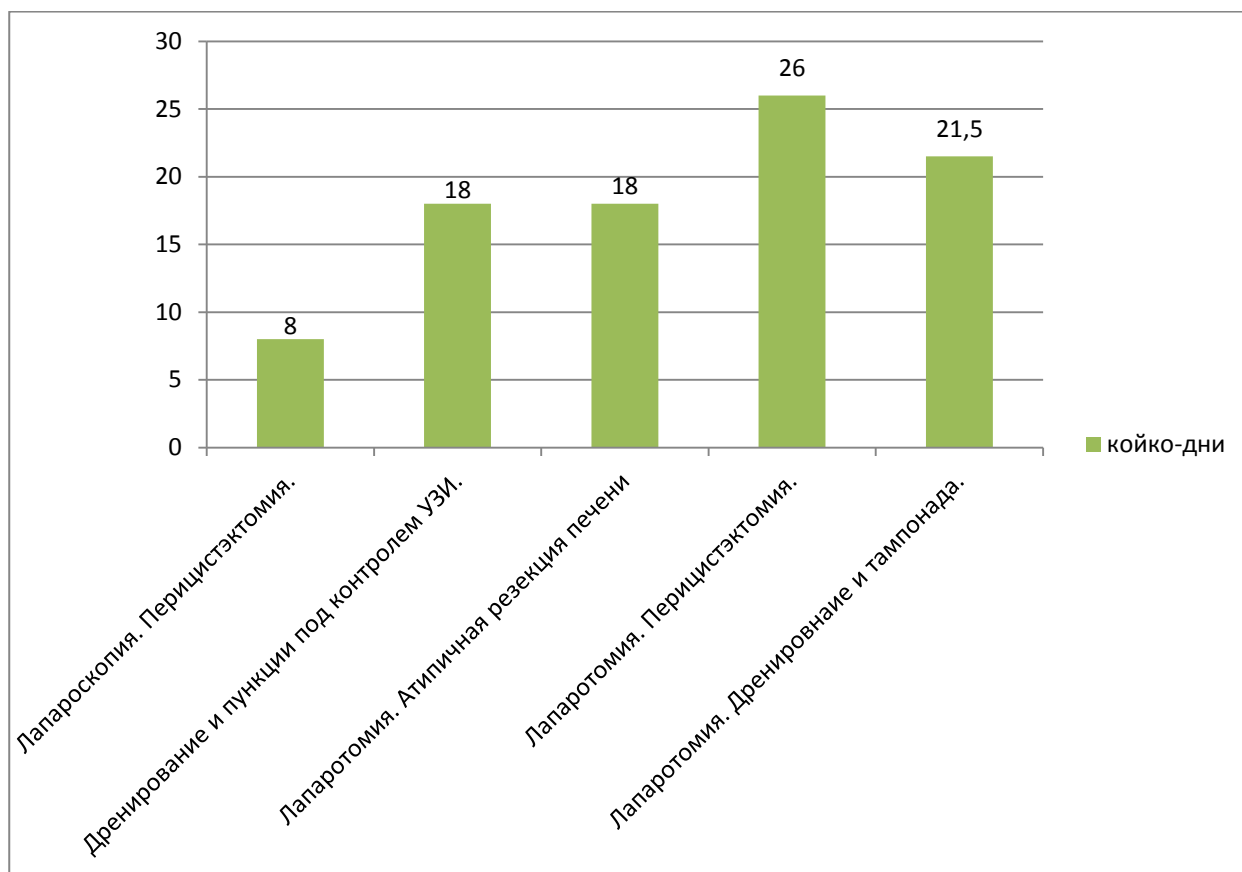


Рис. 2. Длительность госпитализации после хирургического лечения НКП

**Выводы.** Непаразитарные кисты печени малого размера (менее 5 см) не имеют клинической симптоматики. При увеличении размеров кист жалобы на диспептические явления и болевой синдром возникают достоверно чаще.

Выполнение симультанных операций по поводу кист печени и другой хирургической патологии брюшной полости не утяжеляет течение послеоперационного периода и не увеличивает длительность послеоперационного пребывания больных в стационаре.

Необходим строго индивидуальный подход в лечении данной группы пациентов, который определяется объемом поражения печени, размером кисты, ее локализацией по отношению к воротам печени и краю паренхимы, наличием осложнений. В настоящий момент основным показанием к лапаротомии служит наличие примеси желчи в полости кисты, разрыв кисты, в остальных случаях показана лапароскопия либо лечебно-диагностическая пункция под контролем УЗИ. Пункция и дренирование под контролем УЗИ является операцией выбора при наличии абсцедирования кисты и локализации кисты близко к воротам печени. Лапароскопическая операция предпочтительнее при больших размерах кисты, более 10 см, и с ее расположением в доступных сегментах печени и выходящей одной из стенок на поверхность печени. Оперативное лечение идиопатических кист печени с использованием методов эндовидеохирургии в большинстве случаев, позволяет осуществить адекватный объем вмешательства и сопровождается меньшей операционной травмой.

### **Литература**

1. Ахаладзе Г. Г., Нанеташвили М. Г., Чевокин А. Ю., Гальперин Э. И. Хирургическое лечение НКП // *Анналы хирург. гепатологии*. 1999. Т. 4. № 1. С. 29–33.
2. Пышкин С. А., Аладин А. С., Борисов Д. Л., Ефремова Е. В., Юскин И. А. Лечебная тактика при неосложнённых непаразитарных кистах печени // *Хирургия*. 2008. № 11. С. 35–38.
3. Толстикова А. П., Захарова А. В. Минимально инвазивная хирургия в лечении больных с непаразитарными кистами печени // *Мед. альманах*. 2010. № 1. С. 151–152.
4. Ishikawa H., Uchida S., Yokokura Y. Nonparasitic solitary huge liver cysts causing intracystic hemorrhage or obstructive jaundice // *Hepatobiliary Pancreat Surg*. 2002. Vol. 9. № 6. P. 764–768.
5. Kornprat P. Surgical therapy options in polycystic liver disease // *Wien Klin*. 2005. Bd. 117. № 5–6. P. 215–218.

УДК 616.83-009-053.34-06-92:618.33-053.1:616.831-002

*Надеев А. П., Перова О. В., Травин М. А.  
Nadeev A. P., Perova O. V., Travin M. A.*

### **ПАТОГЕНЕЗ ПЕРИНАТАЛЬНОГО ПОРАЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ВНУТРИУТРОБНОМ ЭНЦЕФАЛИТЕ У ПЛОДОВ**

### **PERINATAL LESION PATHOGENESIS OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM IN FETUS INTRAUTERINE ENCEPHALITIS**

Изучена паравентрикулярная зона таламуса головного мозга 47 плодов с признаками врожденного энцефалита при сроке гестации 26–27 недель и 10 здоровых плодов при сроке гестации 26–27 недель. Показано, что патоморфологические изменения в головном мозге плодов человека при внутриутробном энцефалите характеризовались продуктивным и продуктивно-некротическим воспалением. При внутриутробном энцефалите уменьшение клеточности паравентрикулярной зоны, увеличение количества нейронов и глиальных клеток в таламической области, увеличение количества клеток, экспрессирующих глиальный фибриллярный белок, повышенная пролиферативная активность клеток паравентрикулярной зоны указывала на ускоренное созревание ее клеток. Уменьшение количества сосудов в паравентрикулярной зоне было обусловлено снижением экспрессии в клетках сосудистого эндотелиального фактора роста и трансформирующего ростового фактора.

*Ключевые слова: паравентрикулярная зона, внутриутробный энцефалит, патогенез.*

**Актуальность.** Внутриутробный энцефалит (ВУЭ) характеризуется высокой заболеваемостью и летальностью плодов и новорожденных, развитием инвалидности в последующие периоды жизни. Морфологическая картина воспалительного процесса в головном мозге характеризуется значительным полиморфизмом [9], что обусловлено как полиэтиологичностью энцефалитов [8], так и гетероформным реагированием нейронов в условиях патологии [7].

Паравентрикулярная зона (ПВЗ) содержит нейроэпителиальные клетки, являющиеся герминтативными. В процессе эмбриогенеза во время миграции клеток из ПВЗ нейробласты дифференцируются в нейроны, а глиобласты дают начало клеткам глии. Миграция нейробластов из ПВЗ в корковую пластинку заканчивается к 32–33 неделе. Затем начинается миграция глиобластов, которые созревают в астроциты и олигодендроциты [2; 12]. Кроме того, ПВЗ является богато васкуляризированной областью, имеющей незрелую сосудисто-капиллярную сеть, перестраивающуюся в зрелую после исчезновения ПВЗ. Отсутствие существенной механической поддержки [14; 19] делает сосуды ПВЗ чувствительными к увеличению давления и местной гипоксии, ведет к субэпендимальным кровоизлияниям (СЭК), к прорыву крови в боковые желудочки головного мозга [10; 11]. Так, было показано, что в условиях внутриутробной гипоксии изменяются процессы клеточной дифференцировки и миграции в ПВЗ [22], а при преждевременных родах нейрогенез у новорожденных нарушается, в том числе подавляется миграция клеток из ПВЗ [18].

Значение образования сосудистой сети ПВЗ также обусловлено тем, что сосуды обеспечивают миграцию нейрональных предшественников в ряд зон головного мозга [12], при этом рост сосудов связан с сосудистым эндотелиальным фактором роста (VEGF), экспрессируемым астроцитами [13]. Трансформирующий фактор роста  $\beta$  (TGF  $\beta$ ), являясь ключевым регулятором клеточного роста, миграции и дифференцировки [16], обладает нейропротективным действием, способствуя синтезу фибронектина базальных мембран [2; 15], стимулирует также экспрессию VEGF, участвуя таким образом в неоангиогенезе, является противовоспалительным цитокином [21].

**Целью исследования** было изучение механизмов развития перинатального поражения ЦНС у плодов человека при внутриутробном энцефалите.

**Материалы и методы.** Исследовали головной мозг 47 плодов, которых разделили на 2 группы: 1-ю группу составили 37 плодов при сроке гестации 26–27 недель, у которых выявляли признаки врожденного энцефалита и менингоэнцефалита. Прерывание беременности носило самопроизвольный характер в 54,1 %. Во 2-й (контрольной) группе было 10 плодов при сроке гестации 26–27 недель, полученных после искусственного прерывания беременности по медицинским показаниям со стороны матери (юные первородящие, психоневрологические нарушения и др.). Для световой микроскопии и иммуногистохимического исследования забирали фрагменты головного мозга, его таламическую область, фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина и проводили по стандартной методике. Готовили серийные парафиновые срезы толщиной 5 мкм, окрашивали гематоксилином и эозином, по Нисслю, с последующим световой микроскопией (Axiostar, Zeiss, Германия) [6]. На парафиновых срезах методом иммуногистохимического типирования с использованием пероксидазной метки определяли в клетках при помощи моноклональных антител («Novocastra Laboratories Ltd», Великобритания) глиальный фибриллярный кислый белок (GFAP); эндотелий сосудов – CD34; определяли пролиферативную активность клеток ПВЗ (Ki-67); а также экспрессию в них VEGF, TNF- $\alpha$ , TGF  $\beta$ . В таламической области подсчитывали численную плотность ( $N_{ai}$ ) всех клеток ПВЗ, глиальных клеток и нейронов в тестовой площади 25 мкм<sup>2</sup>. В ПВЗ подсчитывали количество ( $N_{ai}$ ) сосудов; клеток ПВЗ, экспрессирующих GFAP, VEGF, TNF- $\alpha$ , TGF  $\beta$ , Ki-67 в тестовой площади 25 мкм<sup>2</sup>. Для оценки достоверных различий средних величин с учетом нормального распределения признаков применяли t-критерий Стьюдента при  $p < 0,05$  [1].

**Результаты исследования и их обсуждение.** У плодов 1-й (ВУЭ) группы ПВЗ была представлена неравномерным скоплением зародышевых клеток с очагами их скопления и разрежения, полнокровными сосудами, очагами кровоизлияний (рис. 1). У плодов 1-й (ВУЭ)

группы патоморфологические изменения в головном мозге плодов при внутриутробном энцефалите проявились очаговым (периваскулярным) продуктивным и продуктивно-некротическим воспалением (рис. 2), в том числе с образованием гранулем, нередко с вовлечением в воспалительный процесс мягких мозговых оболочек. У плодов 1-й группы в 1-м наблюдении была выявлена экспрессия вируса простого герпеса 2-го типа, и в 1-м наблюдении – вируса цитомегалии [4]. Перинатальное поражение ЦНС было представлено у плодов 1-й группы СЭК (20,8 %), внутрижелудочковыми кровоизлияниями (ВЖК) (16,7 %) [5].

Общее количество клеток ПВЗ таламической области головного мозга (табл. 1) у плодов 1-й группы была меньшей в сравнении с величиной аналогичного показателя у плодов 2-й (контрольной) группы на 33 %, а их пролиферативная активность, наоборот, увеличена: экспрессия Ki-67-положительных клеток была большей в 1,86 раз у плодов 1-й группы в сравнении с величиной аналогичного показателя у плодов 2-й (контрольной) группы.

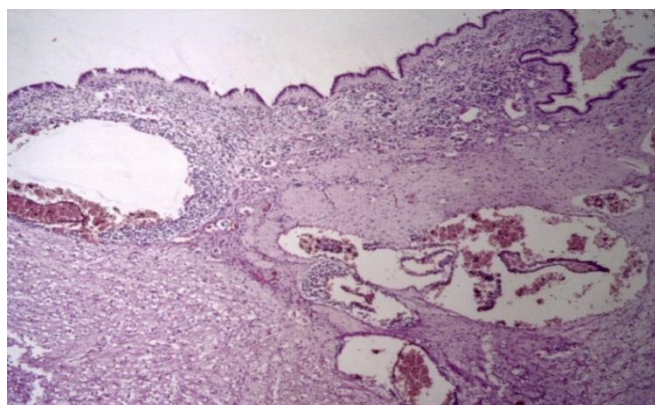


Рис. 1. Паравентрикулярная зона при внутриутробном энцефалите. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. 100

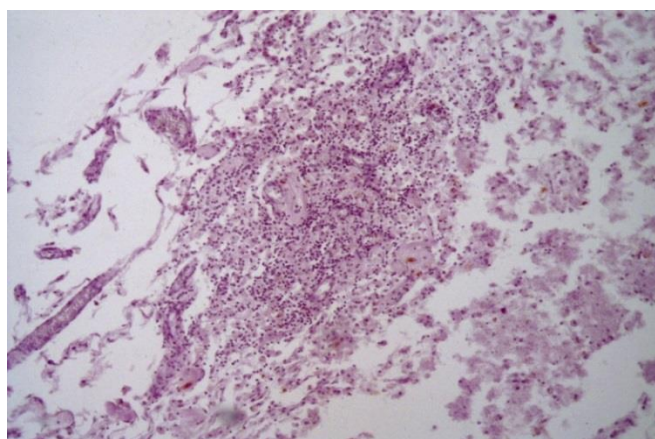


Рис. 2. Очаговая периваскулярная инфильтрация из лимфоцитов и макрофагов в веществе головного мозга при внутриутробном энцефалите. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. 200

Таблица 1

Численная плотность ( $N_{ai}$ ) клеток паравентрикулярной зоны головного мозга плодов и их пролиферативная активность при врожденном энцефалите ( $M \pm m$ )

Исследованные группы	Общая клеточность паравентрикулярной зоны	Ki-67
1-я группа (внутриутробный энцефалит)	$31,92 \pm 0,55^*$	$3,62 \pm 0,45^*$
2-я (контрольная) группа	$42,52 \pm 0,68$	$1,95 \pm 0,19$

Примечание: (\*) обозначены достоверные различия средних величин в сравнении с аналогичными показателями у плодов 2-й (контрольной) группой,  $p < 0,05$ .

Результаты морфометрического исследования клеток таламической области (табл. 2) свидетельствуют, что у плодов 1-й группы (ВУЭ) увеличивается количество нейронов и глиальных клеток: их численные плотности были большими в сравнении с величинами аналогичных показателей у плодов 2-й (контрольной) группы в 1,2 и 2,5 раза, соответственно. Численная плотность клеток ПВЗ, экспрессирующих GFAP, у плодов 1-й группы была больше на 37 %, в сравнении с величиной аналогичного показателя у плодов 2-й (контрольной) группы.

Таблица 2

**Численная плотность ( $N_{ai}$ ) клеток паравентрикулярной зоны таламуса головного мозга плодов человека при внутриутробном энцефалите ( $M \pm m$ )**

Исследованные группы	Экспрессия GFAP в клетках паравентрикулярной зоны	Нейроны	Глиальные клетки
1-я группа (внутриутробный энцефалит)	15,60 ± 0,56*	15,36 ± 0,45*	49,37 ± 1,49*
2-я (контрольная) группа	11,33 ± 0,57	13,05 ± 0,52	20,40 ± 0,75

Примечание: (\*) обозначены достоверные различия средних величин в сравнении с величинами аналогичных показателей у плодов 2-й (контрольной) группы ( $p < 0,05$ ).

Таблица 3

**Численная плотность ( $N_{ai}$ ) сосудов и клеток, экспрессирующих VEGF, TNF- $\alpha$ , TGF- $\beta$  паравентрикулярной зоны головного мозга плодов человека при внутриутробном энцефалите ( $M \pm m$ )**

Исследованные группы	Экспрессия клетками паравентрикулярной зоны цитокинов			Сосуды паравентрикулярной зоны (CD 34)
	TNF- $\alpha$	VEGF	TGF- $\beta$	
1-я группа (внутриутробный энцефалит)	10,61 ± 0,48*	44,24 ± 0,47*	17,92 ± 1,46	24,15 ± 1,36*
2-я (контрольная) группа	7,56 ± 0,87	64,41 ± 1,75	22,73 ± 1,84*	81,95 ± 3,79

Примечание: (\*) достоверные различия средних величин в сравнении с таковыми у плодов 2-й (контрольной) группы ( $p < 0,05$ ).

У плодов 1-й группы выявляли уменьшение численной плотности сосудов ПВЗ в 3,4 раза (табл. 3). Учитывая, что рост сосудов связан с ростовым фактором VEGF, то, вероятно, что его сниженная экспрессия в клетках ПВЗ (в 1,5 раза) обусловила нарушение ангиогенеза в ПВЗ. У плодов 1-й группы с ВУЭ выявляли увеличение численной плотности клеток, экспрессирующих TNF- $\alpha$ , в сравнении с величиной аналогичного показателя у плодов 2-й контрольной группы, в 1,4 раза, а количество клеток, экспрессирующих TGF- $\beta$ , было меньшим на 26 %.

Учитывая тесные структурно-функциональные взаимоотношения нейронов, глиального ретикула и сосудистой сети головного мозга в процессе нормального функционирования и патологического воздействия, головной мозг представляют собой как единую нейроглио-сосудистую систему [7]. При ВУЭ количество нейроэпителиальных клеток в ПВЗ, несмотря на их повышенную пролиферативную активность, уменьшается, в то время как количество нейронов и глиальных клеток в таламической области увеличивается, а также возрастает количество клеток, экспрессирующих GFAP, что можно рассматривать, вероятно, как ускоренное созревание нейроэпителия в нейроны и глиальные клетки и их миграцию из ПВЗ [17] (рис. 3).

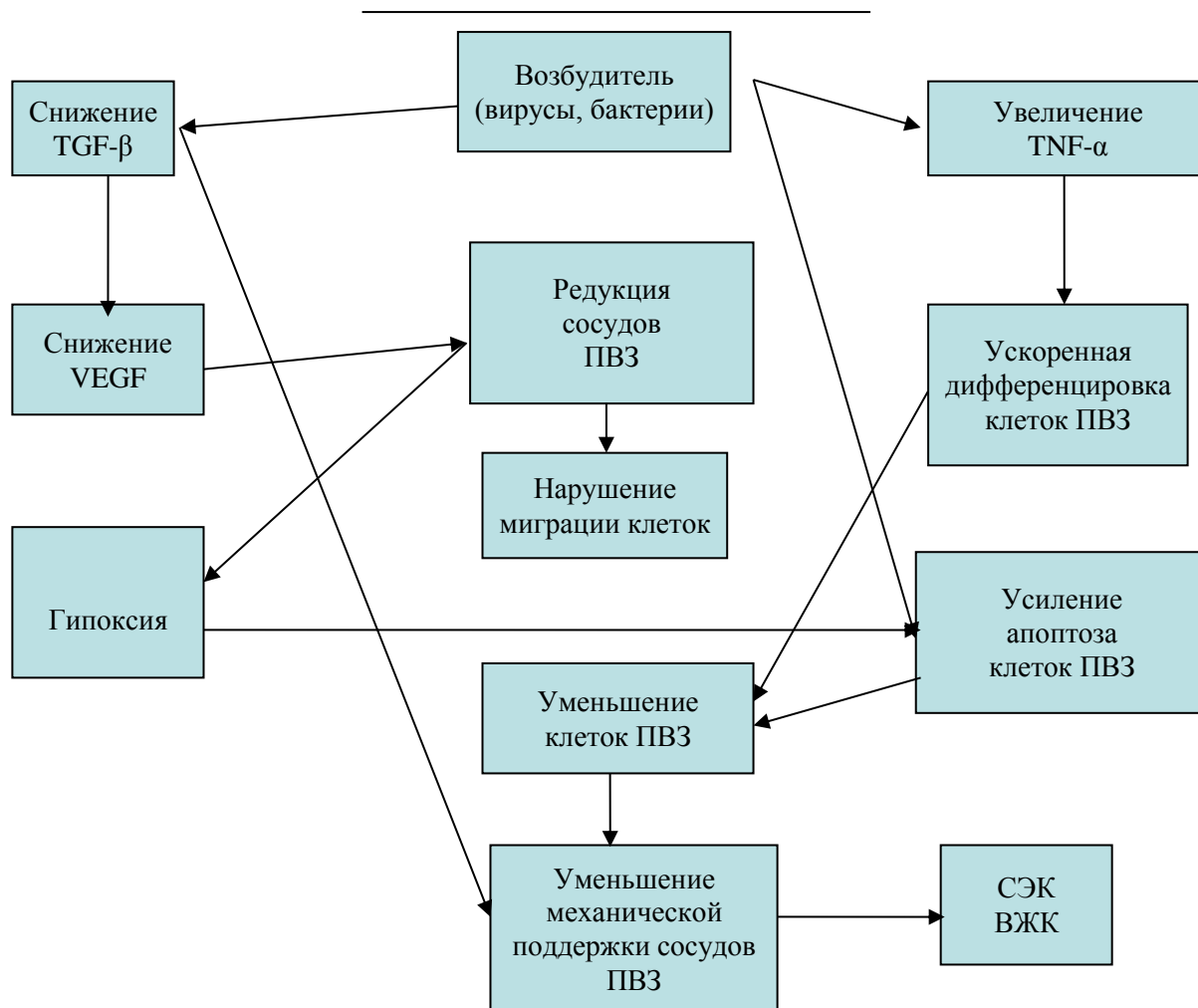


Рис. 3. Схема патогенеза перинатального поражения ЦНС при внутриутробном энцефалите

Показано, что ускоренная дифференцировка клеток может быть связана с секрецией воспалительных клеток цитокинов, оказывающих регулирующее влияние на процессы дифференцировки и миграции клеток в ПВЗ, таких как  $IFN-\gamma$ ,  $TNF-\alpha$ ,  $IL-1\beta$ ,  $IL-6$  [20]. У плодов 1-й группы с ВУЭ также выявляли увеличение численной плотности клеток ПВЗ, экспрессирующих  $TNF-\alpha$ , что, вероятно, может быть связано с вирусной этиологией энцефалита. Кроме того, учитывая проапоптотическую активность вирусов, возможно, что одним из механизмов исчезновения клеток из ПВЗ является их индуцированный вирусами апоптоз [3]. Уменьшение количества клеток, экспрессирующих VEGF, обусловило существенное уменьшение количества сосудов в ПВЗ, что, в свою очередь, могло сопровождаться нарушением процессов клеточной миграции, осуществляемом по ходу сосудов, и пополнения пула клеток в других отделах головного мозга и, в конечном счете, привести к изменению нейрогенеза у взрослых [18].

В свою очередь, сниженное количество клеток, экспрессирующих VEGF, у плодов 1-й группы с ВУЭ могло быть связанным со сниженной экспрессией клетками ПВЗ  $TGF-\beta$ , обладающим стимулирующим эффектом в отношении VEGF. Кроме того, уменьшение экспрессии  $TGF-\beta$ , являющегося противовоспалительным цитокином, вероятно, обусловлено выраженной экспрессией провоспалительного  $TNF-\alpha$ . Изменение миграции клеток из ПВЗ и их дифференцировки в нейроны и глиальные клетки, в том числе в астроциты, экспрессирующих VEGF, и уменьшение экспрессии  $TGF-\beta$ , участвующим в формировании глиоза, уменьшении количества перicytов капилляров и секреции ими фибронектина базальных мембран,



могло способствовать сохранению незрелых сосудов ПВЗ и в условиях гипоксии их разрыву и кровоизлияниям.

**Выводы:**

1. При внутриутробном энцефалите в паравентрикулярной зоне уменьшение ее общей клеточности и увеличение пролиферативной активности клеток сопровождалось увеличением количества нейронов и глиальных клеток в таламической области обеднением ПВЗ клеточными элементами с сохранением незрелых капилляров.

2. При внутриутробном энцефалите в ПВЗ отмечали повышение ее клетками экспрессии провоспалительного цитокина TNF- $\alpha$ , влияющего на экспрессию цитокинов – TGF- $\beta$  и VEGF.

3. При внутриутробном энцефалите в ПВЗ обнаруженное уменьшение количества сосудов обусловлено снижением экспрессии VEGF и TGF- $\beta$ , влияющих на процессы клеточной миграции и дифференцировки нейрональных предшественников, структурную незрелость сосудов ПВЗ, обуславливая перинатальное поражение ЦНС.

### Литература

1. Гланц С. Медико-биологическая статистика / пер. с англ. М. : Практика. 1999. 459 с.
2. Милованов А. П., Савельев С. В. Внутриутробное развитие человека. М. : МДВ, 2006. 384 с.
3. Пальцев М. А., Иванов А. А., Северин С. Е. Межклеточные взаимодействия. М. : Медицина, 2003. 288 с.
4. Перова О. В., Надеев А. П., Жукова В. А. Этиологические и патоморфологические особенности врожденного энцефалита // Актуальные вопросы патологоанатомической службы : материалы всерос. науч.-практ. патологоанатом. конф. Челябинск, 2008. С. 274–276.
5. Перова О. В., Надеев А. П., Травин М. А., Козяев М. А. Перинатальное поражение ЦНС при врожденном энцефалите // Сиб. мед. обозрение. 2011. № 3. С. 53–57.
6. Саркисов Д. С., Перов Ю. Л. Микроскопическая техника. М. : Медицина, 1996. 544 с.
7. Семченко В. В., Степанов С. С., Алексеева Г. В. Постаноксическая энцефалопатия. Омск : Омск. обл. типография, 1999. 448 с.
8. Сорокина М. Н., Скрипченко Н. В. Вирусные энцефалиты и менингиты у детей. М. : Медицина, 2004. 416 с.
9. Цинзерлинг В. А., Чухловина М. Л. Инфекционное поражение нервной системы: вопросы этиологии, патогенеза, диагностики. СПб.: Элби-МПБ, 2011. 584 с.
10. Ballabh P. Intraventricular hemorrhage in premature infants: mechanism of disease // *Pediatr Res*. 2010. V. 67. № 1. P. 1–8.
11. Ballabh P. Pathogenesis and prevention of intraventricular hemorrhage. 2014 V. 41. № 1. P. 47–67.
12. Belvindrah R., Lazarini F., Lledo P. M. Postnatal neurogenesis: from neuroblast migration to neuronal integration // *Rev Neurosci*. 2009. V. 20, № 5–6. P. 331–346.
13. Bозоуан L., Khlghatyan J., Saghatelyan A. Astrocytes control the development of the migration-promoting vasculature scaffold in the postnatal brain via VEGF signaling // *J Neurosci*. 2012. V. 1. № 32 (5). P. 1687–1704.
14. Braun A., Xu H., Hu F. et al. Paucity of pericytes in germinal matrix vasculature of premature infants // *J Neurosci*. 2007. V. 27. № 44. P. 12012–12024.
15. Dobolyi A., Vincze C., Pál G., Lovas G. The neuroprotective functions of transforming growth factor Beta proteins // *Int J Mol Sci*. 2012. V. 13. № 7. P. 8219–8258.
16. Huang X. Q., Zhang X. Y., Wang X. R. et al. Transforming growth factor  $\beta$ 1-induced astrocyte migration is mediated in part by activating 5-lipoxygenase and cysteinyl leukotriene receptor 1 // *J Neuroinflammation*. 2012. V. 26. № 9. P. 145.



17. Liu X., Bolteus A. J., Balkin D. M. et al. GFAP-expressing cells in the postnatal subventricular zone display a unique glial phenotype intermediate between radial glia and astrocytes // *Glia*. 2006. V. 54. № 5. P. 394–410.
18. Malik S., Vinukonda G., Vose L. R. et al. Neurogenesis continues in the third trimester of pregnancy and is suppressed by premature birth // *J Neurosci*. 2013. V. 9. № 33 (2). P. 411–423.
19. Stratman A. N., Davis G. E. Endothelial cell-pericyte interactions stimulate basement membrane matrix assembly: influence on vascular tube remodeling, maturation, and stabilization // *Microsc Microanal*. 2012. V.18. № 1. P. 68–80
20. Semmler A., Okulla T., Sastre M. et al. Systemic inflammation induces apoptosis with variable vulnerability of different brain regions // *J Chem Neuroanat*. 2005. V. 30. № 2–3. P. 144–157.
21. Ryu K. Y., Cho G. S., Piao H. Z., Kim W. K. Role of TGF- $\beta$  in Survival of Phagocytizing Microglia: Autocrine Suppression of TNF- $\alpha$  Production and Oxidative Stress // *Exp Neurobiol*. 2012. V. 21. № 4. P. 151–157.
22. Zhang Y. W., Chen Y. H. Effects of hypoxia-ischemia on different neural cells in subventricular zone of human fetus // *Zhonghua Er Ke Za Zhi*. 2008. V. 46. № 9. P. 644–647.

УДК 616.33-006.04-018.2-031.81-036.1-06

*Наумова Л. А., Осипова О. Н., Шаталов В. Г.*  
*Naumova L. A., Osipova O. N., Shatalov V. G.*

## ОСОБЕННОСТИ КОМОРБИДНОСТИ ПРИ РАКЕ ЖЕЛУДКА

### COMORBIDITY FEATURES AT GASTRIC CANCER

Среди особенностей коморбидности при раке желудка (РЖ) выявлены высокая частота гастритического анамнеза, сопутствующих заболеваний гепато-панкреато-дуоденальной зоны и сердечно-сосудистой системы, избыточной массы тела и ожирения, полинеоплазий, у женщин – клинических маркеров гиперэстрогемии, а среди особенностей РЖ у пациентов с системной недифференцированной дисплазией соединительной ткани – преобладание стигматизации желудочно-кишечного тракта и мочеполовой системы; высокая частота ассоциированности РЖ с феноменом кистообразования (чаще в почках). Выявленные особенности могут иметь маркерное значение для формирования групп риска по развитию РЖ и ставят вопрос о механизмах формирования коморбидности при РЖ.

*Ключевые слова: рак желудка, системная недифференцированная дисплазия соединительной ткани, коморбидность.*

Несмотря на значительное снижение во многих странах мира за последние 40 лет заболеваемости раком желудка (РЖ), в США, например, в 3 раза [3; 7], в России распространенность злокачественных новообразований желудка не только не уменьшается, но имеет тенденцию к увеличению. В 2004 г. она составила 92,6 случая на 100 тыс. населения, в 2014 г. – 95,2 случая. Практически не меняется и доля случаев выявления РЖ на поздних стадиях заболевания – 25,8 % на III стадии, 41,2 % – на IV стадии [2].

В структуре самой заболеваемости РЖ также отмечаются негативные с точки зрения прогноза и результатов лечения тенденции – это увеличение частоты опухолей диффузного типа (ДРЖ) – низкодифференцированной, перстневидноклеточной и муцинозной аденокарциномы [3; 5; 6], характеризующихся преобладанием у молодых (11 % ДРЖ – до 40 лет, 61 % – у больных в возрасте 41–60 лет), инфильтративным ростом, ранней лимфогенной и перитонеальной диссеминацией и диагностикой на более поздних стадиях, что обуславливает фа-

тальность течения заболевания [1; 6]. Ориентация на симптомы «тревоги», характерные для РЖ: железодефицитная анемия, желудочно-кишечное кровотечение, немотивированная потеря веса, прогрессирующая дисфагия, персистирующая рвота, напряжение мышц в эпигастрии при пальпации также не оправдывает себя, так как такие жалобы чаще появляются на III–IV стадии заболевания [8].

Всеобщее признан РЖ опухолью с неблагоприятным прогнозом, а необходимость его ранней диагностики – основным условием успешного лечения. Только в Японии выявление раннего РЖ составляет 66,7 %, при этом 5-летняя выживаемость достигает 50 %, а при скрининге она увеличивается до 74–80 %, в других же странах выявление раннего РЖ не превышает 15–20 %, что определяет важнейшее значение скрининга в группах риска [7].

В этом контексте интерес может представлять, во-первых, рассмотрение желудочного канцерогенеза с позиций концепции пограничных эпителиев [4], согласно которой строение, функционирование и реагирование эпителиев базируется на эпителио-стромальных отношениях, в которых состояние системы соединительной ткани (СТ), обладающей пластической, морфогенетической и защитной функциями, играет определяющую роль, и тогда, прежде всего, обращает на себя внимание контингент больных с системной недифференцированной дисплазией СТ (ДСТ), отличающийся высокой частотой и особенностями течения заболеваний желудка (иммунные нарушения, склонность к эрозированию и язвообразованию, развитию фиброза и атрофии слизистой оболочки желудка); во-вторых, поиск клинических и структурно-функциональных маркеров опухолевого риска при анализе особенностей сопутствующей патологии у больных РЖ.

Феномен коморбидности – множественности, или сосуществования двух и более заболеваний у одного больного, широко исследуется в настоящее время с различных позиций: эпидемиологических, клинических, медико-экономических, генетических. Важнейшим аспектом коморбидности, на наш взгляд, является исследование ее биологической сути и общепатологического значения, в частности, маркерности, или знаковости, отдельных сочетаний болезней, отсюда – более точным определением может быть «синтропия» («взаимная склонность», «притяжение» двух и более болезней у одного человека).

Настоящее исследование проведено с целью выявления особенностей коморбидности у больных РЖ, ассоциированной и нет с системной недифференцированной ДСТ.

**Материал и методы исследования.** Проведен сравнительный анализ клинико-анамнестических данных и морфологическое исследование операционного материала у 110 больных РЖ, из числа которых 63 (41 мужчина и 22 женщины в возрасте 29–76 лет) пациента (57,3 %) с висцеральными признаками системной недифференцированной ДСТ составили 1-ю группу, 47 (29 мужчин и 18 женщин в возрасте 35–79 лет) больных без признаков ДСТ вошли во вторую группу. Во всех случаях получено добровольное информированное согласие больных на использование в работе результатов их обследования в клинике.

При анализе признаков ДСТ учитывались, прежде всего, висцеральные признаки, документированные данными инструментальных методов исследования. Стигматизация одной системы (при наличии нескольких стигм) отмечена в 50,5 % случаев 1-й группы, двух систем – в 34,9 %, в остальных случаях выявлена относящаяся к генерализованным формам ДСТ стигматизация трех и более систем. Статистический анализ полученных данных проводился с использованием  $\chi^2$ -критерия и точного критерия Фишера, при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Анализируемые группы статистически значимо не различались по структуре гистотипов РЖ: кишечный рак желудка (КРЖ) в 1-й группе диагностирован в 47,6 %, во второй – в 40,4 % случаев, диффузный (ДРЖ) – соответственно в 34,9 и 34,0 % и смешанный рак (СРЖ) – в 17,5 и 25,5 % случаев. Частота встречаемости висцеральных признаков ДСТ при различных гистотипах РЖ не имела статистически значимых различий, составив в целом при КРЖ – 61,2 %, при ДРЖ – 57,9 % и при СРЖ – 47,8 % случаев. Среди больных РЖ как в целом (28,2 %), так и в каждой из групп почти треть составляли пациенты в возрасте до 50 лет с преобладанием у них диффузного типа РЖ (суммарно ДРЖ

и СРЖ – 77,4 % случаев). Обращают на себя внимание особенности локализации опухолевого процесса – в 1-й группе его преобладание в теле (57,1 %, во второй – 36,2 %,  $p < 0,05$ ), во второй – в кардиальном отделе желудка (29,8 %, в первой – 9,5 %,  $p < 0,05$ ).

По частоте признаков ДСТ в 1-й группе преобладали стигматизация желудочно-кишечного тракта (47,6 %) и мочеполовой системы (42,9 %), по характеру стигм – кистообразование в различных органах (65,1 %), но чаще в почках – 38,1 % случаев, из числа которых у 3-х больных в анамнезе имели место метакронные опухоли почек. Феномен кистообразования обращает на себя внимание как, безусловно, маркерный (кистогенез, как известно, ассоциируется с нарушением эпителио-стромальных отношений, соотношения процессов пролиферации и апоптоза, клеточной полярности, выработкой многофункциональных цитокинов, изменяющих клеточное микроокружение).

При сравнительном анализе групп (табл. 1) среди особенностей отмечены также высокая частота гастритического и язвенного анамнеза у больных 1-й группы. В целом язвенная болезнь чаще встречалась в анамнезе больных ДРЖ – 39,5 % случаев, при КРЖ и ДРЖ – соответственно у 34,7 и 21,7 % больных, но в 1-й группе она преобладала у больных КРЖ – 50 %, при КРЖ во второй группе она отмечена лишь 10,5 % случаев.

Таблица 1

**Характер и частота сопутствующей патологии у больных раком желудка**

Характер сопутствующей патологии	1-я группа, n = 63	2-я группа, n = 47	В целом, n = 110	P <sub>1-2</sub>
Гастритический и язвенный анамнез, в том числе:	52 (82,5)*	23 (48,9)	75 (68,2)	0,0004
- язвенная болезнь	28 (44,4)*	9 (19,1)	37 (33,6)	0,0077
- полипы желудка	7 (11,1)	4 (8,5)	11 (10,0)	0,7555
Хроническая патология гепато-панкреато-дуоденальной зоны, в том числе:	40 (63,5)	34 (72,3)	74 (67,3)	0,4123
- ЖКБ	10 (15,8)	12 (25,5)	22 (20,0)	0,2354
Системность поражения пограничных эпителиев, в том числе:	47 (74,6)*	13 (27,7)	60 (54,5)	0,0000
- СОЖ и толстой кишки (колиты, полипы, КРР)	14 (22,2)	5 (10,6)	19 (17,3)	0,1322
- СОЖ и мочевыделительного тракта (тубулоинтерстициальные заболевания, кисты)	30 (47,6)*	3 (6,4)	33 (30,0)	0,0000
- СОЖ и респираторного тракта (ХОБ, БА, кисты, РЛ)	11 (17,5)	7 (14,9)	18 (16,4)	0,7985
Мочекаменная болезнь	8 (12,7)	3 (6,4)	11 (10,0)	0,2228
Заболевания сердечно-сосудистой системы	33 (52,4)	25 (53,2)	58 (52,7)	1,0000
Клинические маркеры гиперэстрогемии (женщины)	14 (63,6) (n = 22)	12 (66,6) (n = 18)	26 (65,0) (n = 33)	1,0000
полинеоплазии	12 (19,0)	5 (10,6)	17 (15,4)	0,1740

Примечание: ЖКБ – желчнокаменная болезнь, СОЖ – слизистая оболочка желудка, КРР – колоректальный рак, ХОБ – хронический обструктивный бронхит, БА – бронхиальная астма, РЛ – рак легких; \* – различия между 1-й и 2-й группами статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

В обеих группах отмечена высокая частота сочетанного поражения эпителиальной выстилки желудка и других пограничных эпителиев, в частности, мочевыделительного и респираторного трактов, толстой кишки. Одним из базовых механизмов сочетанного поражения эпителиев различной локализации могут быть особенности «подложки», или экстрацеллюлярного матрикса (ЭЦМ).

На наш взгляд, связь между кистообразованием, желудочным канцерогенезом и ДСТ, характеризующейся разнообразными дефектами ферментов синтеза и распада ЭЦМ, морфо-

генетических белков СТ, многочисленных факторов роста (ФР), их рецепторов и антагонистов, представленных преимущественно молекулами адгезивного комплекса, может объясняться через общий характер нарушений в различных сигнальных путях клетки, в частности, Wnt-сигнальный путь, TGF-пути и нарушение экспрессии ряда общих генов, например ФР семейства TGF. Так, изменения экспрессии костного морфогенетического белка ассоциируются как с различными аномалиями почек и другими мезенхимальными дизморфиями, так и желудочным канцерогенезом [9].

В целом среди больных РЖ 61,5 % имели избыточную массу тела (предожирение и ожирение I–III степени), по группам соответственно – 56,7 и 68,2 % случаев, при этом чаще избыточный индекс массы тела в обеих группах имели пациенты с КРЖ – 76,7 и 84,2 % случаев. В обеих группах отмечена высокая частота сопутствующих заболеваний гепатопанкреато-дуоденальной зоны (табл. 1), в частности желчнокаменной болезни, заболеваний сердечно-сосудистой системы и полинеоплазий. Как в целом у женщин больных РЖ, так и в каждой из групп обращает на себя внимание высокая частота встречаемости клинических маркеров гиперэстрогемии (пролиферативные процессы в эндо- и миометрии, мастопатии), преобладающих у больных ДРЖ.

**Заключение.** Таким образом, среди сопутствующих заболеваний при РЖ отмечены высокая частота гастритического и язвенного анамнеза, сопутствующих заболеваний гепатопанкреато-дуоденальной зоны и сердечно-сосудистой системы, избыточной массы тела и ожирения, опухолей в анамнезе, у женщин – клинических маркеров гиперэстрогемии. Среди особенностей РЖ у пациентов с ДСТ выделены преобладание стигматизации желудочно-кишечного тракта и мочеполовой системы; высокая частота ассоциированности РЖ с феноменом кистообразования различной органной локализации, но чаще кистами почек. Выявленные особенности, с одной стороны, могут иметь маркерное значение для формирования групп риска по развитию РЖ (в частности у пациентов с ДСТ), с другой – ставят вопрос о механизмах формирования различных видов коморбидности при РЖ.

## Литература

1. Жарков В. В., Михайлов И. В. Факторы прогноза при раке желудка // Мед. новости. 2005. № 9. С. 17–21.
2. Каприн А. Д., Старинский В. В., Петрова Г. В. Злокачественные новообразования в России в 2012 году (заболеваемость и смертность). М. : ФГБУ МНИОИ им. П. А. Герцена Минздрава России, 2014. 250 с.
3. Мерабишвили В. М. Аналитическая эпидемиология рака желудка // Вопросы онкологии. 2013. № 5. С. 565–570.
4. Наумова Л. А. Общепатологические аспекты атрофического поражения слизистой оболочки желудка: особенности клинических и структурно-функциональных проявлений различных морфогенетических вариантов атрофического процесса М. : Высшее образование и наука, 2013. 176 с.
5. Сальникова М. М. Метаболические и гормональные особенности перстневидноклеточного рака желудка : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ростов-н/Дону, 2012. 23 с.
6. Скоропад В. Ю., Бердов Б. А., Давтян А. Г. Сравнительный анализ клинических проявлений и особенностей метастазирования дифференцированной аденокарциномы и недифференцированного рака желудка // Сиб. онколог. журн. 2012. № 4. Т. 52. С. 20–24.
7. Янкин А. В. Скрининг рака желудка // Практич. онкология. 2010. № 2. Т. 11. С. 96–101.
8. Malfertheiner P., Megraud F., Morain C. et al. // J European N. pylori Study Group. Диагностика и лечение инфекции Н. Pylori : отчет согласительной конференции Маастрихт / Флоренция // Вестн. практич. врача. 2012. № 1. С. 6–22.
9. Wen X-Z., Akiyama Y., Baylin S. B., Yuasa Y. Frequent epigenetic silencing of the bone morphogenetic protein 2 gene through methylation in gastric carcinomas // Oncogene. 2006. № 25. P. 2666–2673.

УДК 616.12-008.331.1-06:616.831-005

*Никешина Н. В., Ефимова Л. П.*  
*Nikeshina N. V., Efimova L. P.*

## **СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ КОМОРБИДНОСТЬ У БОЛЬНЫХ, ГОСПИТАЛИЗИРОВАННЫХ С ОСТРЫМ ГЕМОРРАГИЧЕСКИМ ИНСУЛЬТОМ**

### **CARDIOVASCULAR COMORBIDITY IN PATIENTS HOSPITALIZED WITH ACUTE HEMORRHAGIC STROKE**

Цель исследования: оценка сердечно-сосудистой патологии у пациентов с острым геморрагическим инсультом. В исследование были включены 158 больных с острым геморрагическим инсультом в возрасте от 26 до 88 лет (средний возраст  $55,2 \pm 11,1$ ), госпитализированных в 2014 году. У 7 % не было сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета. У 93 % выявлены коморбидные состояния. Во всех случаях сочетания геморрагического инсульта с сердечно-сосудистыми заболеваниями наблюдалась артериальная гипертензия. Таким образом, геморрагический инсульт сочетается с высоким уровнем коморбидности.

*Ключевые слова:* коморбидность, геморрагический инсульт, артериальная гипертензия.

Острые нарушения мозгового кровообращения являются одной из самых распространенных причин инвалидизации и смертности, занимая третье место после онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний [2]. Изучение выживаемости, причин смертности и инвалидизации больных, перенесших мозговой инсульт, а также уточнение факторов, влияющих на исход, является актуальной задачей современной медицины [4]. В клинической практике хорошо известно, что одной из основных особенностей современного пациента является коморбидность. Как правило, у одного больного в возрасте старше 30 лет выявляется 2–4 заболевания [5]. Принципиальное уточнение термина «коморбидность» дали Н. С. Крамер и М. van den Akker, определив ее как сочетание у одного больного нескольких, и именно хронических, заболеваний. Коморбидность оказывает влияние на прогноз для жизни, увеличивает вероятность летального исхода. Наличие коморбидных заболеваний способствует увеличению числа койко-дней, инвалидизации, препятствует проведению реабилитации, увеличивает число осложнений после хирургических вмешательств. Коморбидность – это реальность сегодняшнего дня, диктующая необходимость комплексного индивидуального подхода к ведению каждого пациента, выработки критериев и показаний к сочетанной медикаментозной терапии. Также необходимо учитывать возможность взаимодействия лекарственных препаратов и взаимного влияния лекарств на течение и исход заболеваний, сопутствующих основной патологии [1].

По данным рандомизированных исследований, в развитых странах процент пациентов с поражением одной сосудистой системы составляет 63 %, в РФ таких пациентов менее 25 %, в то время как больных с поражением нескольких сосудистых систем с РФ более 53 %, а в других странах – менее 16 %, что свидетельствует о недостаточных мерах профилактики и поздних сроках выявления сосудистой патологии, в то время когда она уже становится многоорганной [4]. Цель нашей работы – оценить сердечно-сосудистую коморбидность у пациентов, госпитализированных с острым геморрагическим инсультом.

**Методы исследования.** В исследование были включены 158 пациентов от 26 до 88 лет (средний возраст  $55,2 \pm 11,1$  год), госпитализированных в «инсультный центр» БУ ХМАО – Югры «Сургутская клиническая травматологическая больница» в 2014 г. с острым геморра-

гическим инсультом. Из них 104 мужчины (65,8 %) и 54 женщины (34,2 %). Характер инсульта устанавливали по клинической картине, анамнезу, данным компьютерной и магнитно-резонансной томографии. В качестве коморбидной патологии учитывали клинически значимые признаки, выявленные с помощью сбора анамнеза и стандартного клинического обследования: мерцательная аритмия, артериальная гипертензия (АГ), ишемическая болезнь сердца (ИБС), сахарный диабет (СД). Статистическую обработку данных проводили методами вариационной статистики в программах Biostat и Excell.

**Результаты.** При оценке анамнеза, клиники и лабораторно-инструментальных данных нами выявлено, что практически каждый второй пациент с острым геморрагическим инсультом имел не одно, а несколько из перечисленных заболеваний, то есть наблюдался высокий уровень сердечно-сосудистой коморбидности (табл. 1). Наиболее часто встречалась артериальная гипертензия – 147 (93,0 %), которая сочеталась с другими заболеваниями: сахарным диабетом, ишемической болезнью сердца, мерцательной аритмией. У 74 (46,8 %) больных с острым геморрагическим инсультом встречалась только артериальная гипертензия, у 73 человек (46,2 %) артериальная гипертензия наблюдалась в сочетании с другими сердечно-сосудистыми заболеваниями и сахарным диабетом. Только у 11 больных (7 %) не было выявлено сердечно-сосудистой патологии и сахарного диабета.

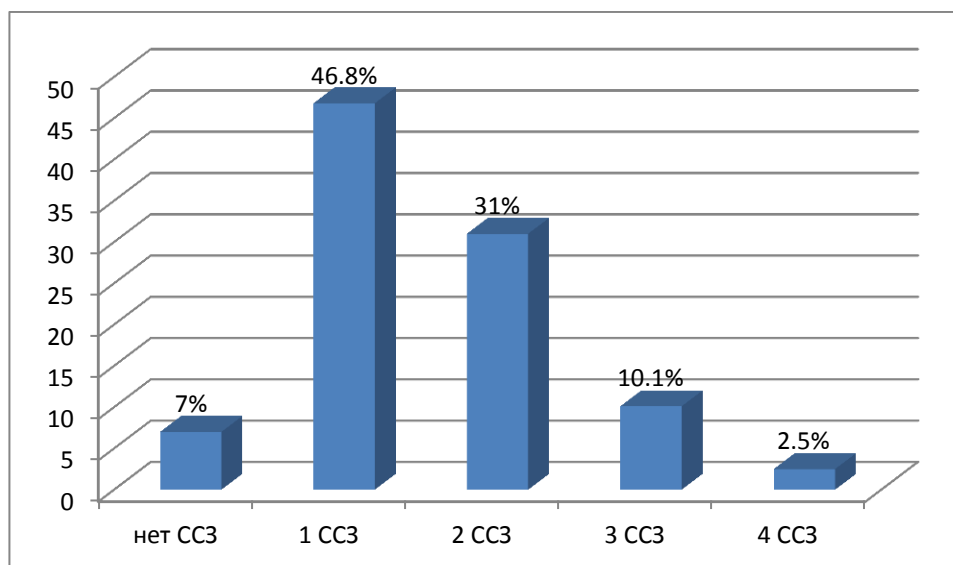
Таблица 1

**Коморбидные заболевания у пациентов с острым геморрагическим инсультом**

Заболевания	Всего, n = 158	
	абсолютные значения	%
АГ	147	93,0
только АГ	74	46,8
без сердечно-сосудистых заболеваний и СД	11	7,0
АГ + ИБС	21	13,3
АГ + СД	28	17,7
АГ + СД + ИБС	9	5,7
АГ + СД + ИБС + мерцательная аритмия	4	2,5
АГ + ИБС + мерцательная аритмия	7	4,4

Примечание: АГ – артериальная гипертензия; ИБС – ишемическая болезнь сердца; СД – сахарный диабет.

При оценке количества сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) установлено, что не было ССЗ только у 11 (7,0 %) человек из 158 (рис. 1). Наличие одного ССЗ (артериальная гипертензия) отмечено у 74 человек (46,8 %); двух ССЗ (артериальная гипертензия и ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия и сахарный диабет) – у 49 человек (31 %). Три ССЗ (артериальная гипертензия, сахарный диабет, ишемическая болезнь сердца и артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца и мерцательная аритмия) имели до инсульта 16 пациентов (10,1 %), четыре ССЗ (артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, мерцательная аритмия, сахарный диабет) – 4 человека (2,5 %).



**Рис. 1. Сердечно-сосудистая коморбидность у больных с острым геморрагическим инсультом**

Таким образом, полученные данные подтверждают данные литературы о том, что у более чем 90 % пациентов с инсультом выявлена сосудистая коморбидность. Во всех случаях сосудистой коморбидности встречалась артериальная гипертензия, которая сочеталась с другими заболеваниями сердечно-сосудистой системы.

**Выводы:**

1. Геморрагический инсульт сочетается с высоким уровнем сердечно-сосудистой коморбидности.
2. Во всех случаях сочетания геморрагического инсульта с сердечно-сосудистыми заболеваниями наблюдалась артериальная гипертензия.

**Литература**

1. Верткин А. Л., Румянцев М. А., Скотников А. С. Коморбидность // Клинич. медицина. 2012. № 10. С. 4–11.
2. Орлова А. С., Меньшова Н. И., Румянцева С. А. и др. Сердечно-сосудистая коморбидность и дисбаланс свободнорадикальных процессов у больных с острым нарушением мозгового кровообращения // Казанский медицинский журнал. 2013. Т. 94. № 6. С. 813–817.
3. Румянцева С. А., Сирина Е. В., Ступин В. А. и др. Коррекция энергодефицита у пациентов с сосудистой коморбидностью // Журн. неврології ім. Б. М. Маньковського. 2013. № 1. С. 55–60.
4. Северин Ю. В. Особенности фатального и нефатального исходов инсульта // Міжнар. невролог. журн. 2015. № 2. С. 24–28.
5. Шкала Л. В., Мишанич Г. И., Бабакова Е. В. Фатальный исход при коморбидной патологии, усугубившейся гипогликемией // Міжнарод. ендокринолог. журн. 2015. № 1. С. 134–139.

УДК 616.1-084(1-17):612.014.4

*Кожокар К. Г., Урванцева И. А., Николаев К. Ю.  
Kozhokar K. G., Urvantceva I. A., Nikolaev K. Yu.*

**ВЛИЯНИЕ НЕКОНВЕНЦИОННЫХ ФАКТОРОВ РИСКА  
НА ТЯЖЕСТЬ ТЕЧЕНИЯ ОСТРОГО КОРОНАРНОГО СИНДРОМА  
У ПАЦИЕНТОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА**

**INFLUENCE OF NONCONVENTIONAL RISK FACTORS  
ON ACUTE CORONARY SYNDROME IN PATIENTS WHO LIVE IN THE NORTH**

Концепция факторов риска в течение последних десятилетий стала основой профилактики сердечно-сосудистых заболеваний; актуальность изучения данного вопроса сохраняется в связи с высокой частотой летальности от болезней системы кровообращения. Различают конвенционные и неконвенционные или психосоциальные, факторы риска. Вклад неконвенционных факторов риска в развитие сердечно-сосудистых заболеваний неоспорим. В данном исследовании мы изучали ассоциации психосоциальных факторов с тяжестью течения острого коронарного синдрома у пациентов, проживающих в условиях Севера.

*Ключевые слова: психосоциальные факторы риска, ишемическая болезнь сердца, острый коронарный синдром.*

Начиная с середины XX в., основными причинами смерти населения всех стран мира являются неинфекционные заболевания, среди которых лидирующее место занимают болезни системы кровообращения (БСК). В Российской Федерации с начала 2000-х гг. отмечается положительная тенденция к снижению смертности от БСК, однако данный показатель все ещё в 2–3 раза превышает показатели экономически развитых стран. В 2009 г. вклад БСК составил 56,8 % от всех смертей; 24 % всех смертей населения страны от БСК приходилось на наиболее трудоспособный возраст (25–64 лет). Ишемическая болезнь сердца (ИБС) занимает лидирующее место среди причин смертности от БСК [5]. Значимый вклад в увеличении смертности от ИБС вносит острый коронарный синдром (ОКС), включающий нестабильную стенокардию и инфаркт миокарда (ИМ) с подъемом или без подъема сегмента ST на ЭКГ. Общеизвестна концепция факторов риска, основанная на полученных в XX веке результатах эпидемиологических исследований, согласно которой высокая распространенность БСК обусловлена особенностями образа жизни и связанными с ним факторами риска (ФР). Результаты проводившегося в 52 странах мира международного исследования INTERHEART, показали, что во всем мире, независимо от региона проживания, факторы риска оказывают определяющее влияние на риск развития инфаркта миокарда.

Среди ФР выделяют конвенционные (дислипидемия, курение, артериальная гипертензия, абдоминальное ожирение, сахарный диабет) и неконвенционные или психосоциальные факторы риска (стресс, тревогу и депрессию, уровень дохода, семейное положение и конфликты в семье). Согласно результатам данного исследования, неконвенционные факторы являются такими же важными предикторами риска развития инфаркта миокарда как гипертоническая болезнь и абдоминальное ожирение [1]. Отдельно выделяют две категории неконвенционных факторов риска: эмоциональные факторы (психологические факторы) и хронические стрессоры (социальные факторы) [2]. Значимый вклад в прогрессирование ССЗ, по мнению многих исследователей, вносит уровень социальной поддержки, которая представляет собой сеть социальных контактов и систему межличностных отношений, выступает в роли ресурса для личности в трудных жизненных ситуациях, является важной характери-



кой функционирования личности. Установлено, что больных ИБС по сравнению со здоровыми лицами характеризуют повышенный уровень активности и агрессивности, эмоциональная неустойчивость, а также ипохондричность, сниженное настроение, переживание дискомфорта. Для больных ИБС характерен повышенный уровень дефицитарной агрессии, т. е. склонность подавлять свои агрессивные побуждения или недостаточная возможность к их реализации в связи с отсутствием соответствующих поведенческих навыков; склонность к подавлению агрессии у данной группы пациентов сочетается с повышенным контролем агрессивного поведения.

В отечественных исследованиях установлено, что такие психологические особенности, как агрессия, враждебность, депрессия, чувство обиды, у большинства пациентов с ИБС возрастают соответственно увеличению тяжести клинической формы болезни, одновременно являясь следствием тяжелой соматической патологии (соматопсихические влияния) и психологическими факторами риска развития негативной клинической динамики заболевания (психосоматические влияния) [3; 6]. Влияние психосоциальных факторов на развитие и прогрессирование БСК определяется следующими возможными патофизиологическими механизмами: избыточной активацией симпатической нервной системы, запуске ишемии миокарда, активации аритмогенеза, стимулировании функции тромбоцитов, развитие нейрогуморальных нарушений и дисфункции эндотелия. [6; 7]. Особый интерес при изучении ассоциаций неконвенционных факторов вызывает исследование возможного течения острого коронарного синдрома и выявление дополнительных связей психосоциальных факторов с усугублением проявления данной патологии у пациентов, проживающих на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

**Цель исследования.** Изучить ассоциации психосоциальных факторов с тяжестью течения острого коронарного синдрома у пациентов, проживающих в условиях Севера.

**Материалы и методы.** Проведено исследование 108 пациентов (женщины – 22,2 %, мужчины – 77,8 %) с острым коронарным синдромом в возрасте от 45 до 64 лет ( $55,6 \pm 5,9$ ), находившихся на лечении в БУ ХМАО – Югры «Окружном кардиологическом диспансере «Центре диагностики и сердечно-сосудистой хирургии» в 2015 г. Исследование включало в себя анализ проведение комплексного обследования, включающего выполнение эхокардиографии, коронарографии, холтеровского мониторинга ЭКГ. Проводилась оценка тяжести поражения коронарного русла по шкале SYNTAX, оценка вероятной госпитальной летальности по шкалам TIMI и Grace; выполнялось анкетирование пациентов по специально разработанному опроснику, состоящему из общих вопросов (возраст, пол, длительность проживания в условиях Севера, семейное положение, образование, характер занятости, уровень доходов), теста «Audit», оценки психологического состояния личности (применялся валидизированный опросник социальной поддержки F-SOZU-22, включающий оценку уровня эмоциональной и инструментальной поддержки, социальной интеграции, удовлетворенность социальной поддержкой и общий уровень социальной поддержки; уровни личностной и ситуативной тревожности шкала тревожности Спилбергера-Ханина, тест инверсии эмоционального отражения). Статистическая обработка проведена с использованием параметрических и непараметрических (парная корреляция Спирмена) методов статистики в программах Microsoft Excel и SPSS версии 22.

**Результаты.** При анализе общей группе пациентов получены следующие показатели по шкалам: TIMI низкий риск – 90,74 %, средний – 8,33 %, высокий – 0,93 % пациентов; Grace низкий риск у 37,94 %, средний – 37,04 %, высокий – у 25,00 % пациентов; достоверных различий в группах мужчин и женщин по данным показателям не было выявлено. Обнаружено более выраженное поражение коронарного русла по шкале SYNTAX у мужчин по сравнению с женщинами ( $p < 0,05$ ). В общей группе пациентов выявлены прямые ассоциации стажа проживания в условиях Севера и возраста с вероятной госпитальной летальностью по шкале Grace ( $r = 0,32$ ,  $p = 0,02$ ,  $r = 0,28$ ,  $p = 0,003$  соответственно); стаж проживания в условиях Севера ассоциирован с показателями инструментальных методов диагностики: фракци-

ей выброса ( $r = 0,22$ ,  $p = 0,02$ ), конечным систолическим объемом ( $r = -0,21$ ,  $p = 0,03$ ), максимальной частотой сердечных сокращений по холтеровскому мониторингованию ЭКГ ( $r = -0,31$ ,  $p = 0,01$ ). Обнаружены корреляции ситуативной тревожности с уровнем образования и повышением показателей по шкале «Audit» ( $r = -0,36$ ,  $p = 0,01$ ,  $r = 0,21$ ,  $p = 0,03$ ). При оценке комбинации факторов обнаружена прямая зависимость тяжести поражения по шкале SYN-TAX от повышения показателей по опроснику «Audit» у лиц без высшего образования ( $r = 0,25$ ,  $p = 0,02$ ). В подгруппе мужчин уровень ситуативной тревожности обратно коррелирует со стажем проживания ( $r = -0,25$ ,  $p = 0,02$ ), уровнем образования ( $r = 0,28$ ,  $p = 0,01$ ), уровне показателей по шкале «Audit» ( $r = 0,26$ ,  $p = 0,01$ ). Риск возможной госпитальной летальности по шкале Grace прямо ассоциирован у мужчин с возрастом ( $r = 0,29$ ,  $p = 0,007$ ) и обратно с уровнем образования ( $r = -0,24$ ,  $p = 0,02$ ). При определении влияния психосоциальных факторов риска на показатели шкалы Grace у женщин определены прямые связи с ситуативной тревожностью ( $r = 0,41$ ,  $p < 0,05$ ), характером занятости ( $r = 0,4$ ,  $p < 0,05$ ), возрастом ( $r = 0,42$ ,  $p < 0,05$ ), а также обратная связь с уровнем доходов ( $r = -0,49$ ,  $p < 0,05$ ). Выявлена зависимость уровня образования и риска развития осложнений по шкале TIMI у женщин ( $r = 0,41$ ,  $p < 0,05$ ). Обнаружена достоверная ассоциация увеличения мин и макс ЧСС по ХМ ЭКГ в связи с увеличением показателей по шкале «Audit» ( $r = 0,63$ ,  $p = 0,01$ ,  $r = 0,61$ ,  $p = 0,02$  соответственно).

При оценке уровней социальной поддержки в общей группе пациентов получены следующие показатели: уровень эмоциональной поддержки составил  $35,9 \pm 6,9$ , показатель инструментальной поддержки  $15,9 \pm 2,9$ , социальной интеграции  $24,4 \pm 6,05$ , удовлетворенность социальной поддержкой  $5,82 \pm 2,38$ , общий показатель социальной поддержки –  $81,8 \pm 14,1$ . В целом у пациентов с острым коронарным синдромом снижены уровни социальной интеграции и удовлетворенности социальной поддержкой, остальные показатели в исследуемой группе достоверно не отличались от таковых у здоровых лиц. Достоверных различий в группах мужчин и женщин не было получено. Выявлена прямая связь увеличения показателей по шкале TIMI от уровня эмоциональной и инструментальной поддержки ( $r = 0,21$ ,  $p = 0,03$ ;  $r = 0,30$ ,  $p = 0,004$  соответственно), а также от общего показателя социальной поддержки ( $r = 0,21$ ,  $p < 0,05$ ), в подгруппе мужчин при анализе были получены схожие результаты. У холостых/разведенных мужчин был выявлен сниженный уровень инструментальной поддержки ( $r = -0,25$ ,  $p = 0,02$ ). Обнаружена обратная связь уровней инструментальной поддержки и социальной интеграции с выраженностью алекситимии ( $r = -0,28$ ,  $p = 0,01$ ;  $r = -0,24$ ,  $p = 0,03$ ), в подгруппе женщин ассоциация уровня инструментальной поддержки и выраженностью алекситимии была более значима ( $r = -0,48$ ,  $p = 0,02$ ). У женщин уровень выявлена прямая связь уровней эмоциональной поддержки и семейного положения ( $r = 0,42$ ,  $p = 0,042$ ), обратная связь с уровнем образования ( $r = -0,42$ ,  $p = 0,04$ ). Определена значимая ассоциация уровня личностной тревожности с удовлетворенностью социальной поддержкой ( $r = 0,48$ ,  $p = 0,01$ ).

**Заключение.** У пациентов с ОКС нами обнаружена прямая ассоциация стажа проживания в условиях Севера и возраста с вероятной госпитальной летальностью по шкале Grace, что отражает негативное влияние «северного стажа» на краткосрочный прогноз данного состояния. У больных с ОКС без высшего образования высокий уровень потребления алкоголя, фиксируемый по шкале «Audit» прямо определяет тяжесть поражения коронарного русла. Кроме этого определены гендерные особенности связей тяжести течения госпитального периода у пациентов с ОКС на Севере. Так, у мужчин риск возможной госпитальной летальности отрицательно коррелирует с уровнем образования, а у женщин риск по шкале Grace прямо ассоциирован с ситуативной тревожностью, характером занятости и обратно с уровнем доходов. Помимо этого у больных женщин выявлена прямая ассоциация уровня образования и риска развития осложнений по шкале TIMI. В целом у пациентов с острым коронарным синдромом на Севере снижены уровни социальной интеграции и удовлетворенности социальной поддержкой. Полученные данные отражают влияние неконвенционных факторов риска на тяжесть течения ОКС на Севере.

## Литература

1. Anand S. S., Islam S., Rosengren A. et al. Risk factors for myocardial infarction in women and men: insights from the INTERHEART study // *European Heart Journal*. 2008. Vol. 29. P. 932–940.
2. Gromova E. A. Psychosocial risk factors for cardiovascular disease (review) // *Siberian Journal of Medicine*. 2012. № 2 (27). P. 22–29. (Громова Е. А. Психосоциальные факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний (обзор литературы) // *Сибир. мед. журн.* 2012. № 2 (27). С. 22–29).
3. Nikolaev E. N., Nazarov E. Yu. Psychosocial risks and resources in cardiovascular diseases // *Herald of psychiatry and psychology Chuvashia*. 2014. № 10. P. 109–130. (Николаев Е. Н., Лазарева Е. Ю. Психосоциальные риски и ресурсы при сердечно-сосудистых заболеваниях // *Вестн. психиатрии и психологии Чувашии*. 2014. № 10. С. 109–130).
4. Nikolaeva A. A., Lifshits G. I., Shterental' I. Sh. et al. Prognostic evaluation of vascular reactivity to vasoactive drugs and the clinical index of disease severity in patients with myocardial infarction // *Kardiologiya*. 1991. № 12. P. 21–24. (Николаева А. А., Лифшиц Г. И., Штеренталь И. Ш. и др. Прогностическая оценка сосудистой реактивности к вазоактивным веществам и клинического индекса тяжести у больных острым инфарктом миокарда // *Кардиология*. 1991. № 12. С. 21–24).
5. Oganov R. G., Maslennikova G. Y. Demographic trends in the Russian Federation: the contribution of cardiovascular diseases // *Cardiovascular therapy and prevention*. 2012. № 11 (1), S. 5–10. (Оганов Р. Г., Масленникова Г. Я. Демографические тенденции в Российской Федерации: вклад болезней системы кровообращения // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2012. № 11 (1). С. 5–10).
6. Stringhini S., Berkman L., Dugravot A. et al. Socioeconomic status, structural and functional measures of social support and mortality. The British Whitehall II Cohort Study, 1985–2009 // *Am J of Epidemiology*. 2012. Vol. 175 (12). P. 1275–1283.
7. Wei L., Teo K., Xing-yu W. Association of psychological risk factors and acute myocardial infarction in China: the INTER-HEART China study // *Chinese Medical Journal*. 2011. 124 (14). P. 2083–2088.

УДК 612-017.1:616.441-002-06:616.379-008.64

*Тарлюн А. А., Болотская Л. А.*  
*Tarlyun A. A., Bolotskaya L. A.*

### **ОСОБЕННОСТИ ИММУННОГО ОТВЕТА ПРИ АУТОИММУННОМ ТИРЕОИДИТЕ НА ФОНЕ САХАРНОГО ДИАБЕТА 1 ТИПА**

### **IMMUNE RESPONSE FEATURES IN CASE OF AUTOIMMUNE THYROIDITIS ASSOCIATED WITH DIABETES MELLITUS TYPE I**

Обследованы пациенты в возрасте от 20 до 43 лет, имеющие сочетанную патологию (аутоиммунный тиреоидит и сахарный диабет 1-го типа ( $n = 25$ )) и практически здоровые люди (доноры) контрольной группы ( $n = 30$ ). Выявлена зависимость показателей клеточного и гуморального звеньев иммунной системы от функционального состояния щитовидной железы и длительности течения аутоиммунного тиреоидита на фоне сахарного диабета 1-го типа.

*Ключевые слова: сахарный диабет тип I, аутоиммунный тиреоидит, аутоантитела, гены предрасположенности.*

**Актуальность проблемы.** В структуре разнообразной патологии щитовидной железы (ЩЖ) основное место принадлежит заболеваниям с аутоиммунным механизмом развития, к которым относят аутоиммунный тиреоидит (АИТ) [4].

Тиреоидная недостаточность, возникающая при АИТ, в свою очередь, неблагоприятно воздействует на иммунную систему, на состояние других органов и систем. В последнее время все чаще обсуждаются вопросы возникновения аутоантител (аутоАТ) к поджелудочной железе при заболевании АИТ и, как следствие, развития сахарного диабета (СД) 1-го типа [1; 3; 5]. Несмотря на видимость острого начала, СД 1-го типа развивается постепенно. Латентный период может продолжаться в течение нескольких лет. Клинические симптомы появляются только после разрушения 75 %  $\beta$ -клеток. При аутопсийном исследовании ткани поджелудочной железы больных СД 1 типа обнаруживаются явления инсулита – специфического воспаления, характеризующегося инфильтрацией островков лимфоцитами и моноцитами [2–3; 5–6].

В соответствии с теорией R.Volpe [7] аутоиммунные процессы развиваются в организме, имеющем дефект в системе «иммунологического выживания». В этих условиях выживают и пролиферируют Т-лимфоциты, возникающие в результате спонтанной мутации и обладающие способностью реагировать с органоспецифическими антигенами (антигены ЩЖ), т. е. появляются «запрещенные» клоны Т-лимфоцитов. Это обуславливает снижение содержания субпопуляций Т-клеток у больных с аутоиммунными заболеваниями ЩЖ. Некоторые из этих Т-лимфоцитов ведут себя как Т-хелперы (помощники) и, взаимодействуя с В-лимфоцитами, способствуют образованию ими органоспецифических аутоантител (аутоАТ) [8].

**Цель исследования.** Выявить зависимость уровня аутоАТ к компонентам поджелудочной и щитовидной желез, показателей клеточного и гуморального иммунитета от функционального состояния ЩЖ и длительности течения АИТ на фоне СД 1-го типа.

**Материал и методы:**

Объектом исследования были 25 пациентов в возрасте от 20 до 43 лет, имеющих сочетанную патологию (АИТ и СД 1-го типа), и контрольная группа, которая состояла из 30 практически здоровых человек (доноры).

Всем пациентам было произведено исследование иммуноглобулинов сыворотки, уровня гормонов крови: тиреотропного гормона (ТТГ), свободного тироксина, аутоАТ к тиреопероксидазе (ТПО), аутоАТ к рецептору инсулина, аутоАТ к собственным компонентам поджелудочной железы с использованием иммуноферментного анализа (ИФА) на стандартных плашках по методике «БиоХимМак». Оптическую плотность определяли на спектрофотометре «Reader Pasteur LP-400», длина волны 450 нм, по результатам которой строили калибровочную кривую. Гормональное исследование сыворотки крови у пациентов проводилось натошак на анализаторе Sample Report Access 2 Immunoassay System S/N 506414. Биохимическое исследование крови по показателям углеводного обмена проводилось натошак на анализаторе Olympus 640.

Популяционный состав лимфоцитов и субпопуляционный состав Т-клеток был исследован с помощью моноклональных антител (МКАТ) по стандартной методике на проточном цитометре Epics Culter XL.

Статистический анализ полученных цифровых данных проводился при помощи пакетов статистических программ (Microsoft Access, Excel for Windows; Statistica 6). Для удобства восприятия количественные данные представлены в виде  $M \pm m$  (среднее  $\pm$  стандартная ошибка среднего). Достоверность различий между двумя независимыми количественными переменными оценивали используя двусторонний вариант критерия Стьюдента.

**Результаты и обсуждение:**

В исследуемой группе 12 (48 %) пациентов находились в гипотиреоидном состоянии, 13 (52) – в эутиреоидном (табл. 1).

Уровень аутоАТ к рецептору инсулина был в 2 раза выше в группе пациентов с АИТ в гипотиреоидном состоянии –  $6,71 \pm 0,9$  IU/ml ( $p < 0,01$ ), в сравнении с пациентами, находящимися в эутиреозе –  $3,5 \pm 1,1$  IU/ml ( $p < 0,01$ ). Наибольший уровень аутоАТ к рецептору инсулина регистрировался у пациентов с длительным периодом заболевания АИТ (более 5 лет).

Таблица 1

**Показатели углеводного обмена, гормонального профиля и АутоАТ в крови больных АИТ и СД 1-го типа в сравнении с контрольной группой (M ± m)**

Показатели	Исследуемая группа (n = 25)				Контрольная группа (n = 30)
	гипотиреоз (n = 12)	p	эутиреоз (n = 13)	p	
Гликемия базальная, ммоль/л	5,3 ± 0,1	нд	4,9 ± 0,3	нд	4,5 ± 0,6
Гликемия постпрандиальная, ммоль/л	8,0 ± 0,1	нд	7,9 ± 0,1	нд	7,8 ± 0,1
HbA1c, %	6,2 ± 0,1	нд	6,0 ± 0,1	нд	6,1 ± 0,1
АутоАТ к ТГ, МЕ/мл	1,6 ± 0,2**	p < 0,01	1,3 ± 0,2**	p < 0,01	0
АутоАТ к ТПО, МЕ/мл	1080 ± 245,1*	p < 0,05	534 ± 23,5*	p < 0,05	5,6 ± 3,2
АутоАТ к инсулину, МЕ/мл	6,71 ± 0,9**	p < 0,01	3,5 ± 1,1**	p < 0,01	0
АутоАТ к рТТГ, МЕ/мл	0	нд	0		0
АутоАТ к собственным компонентам поджелудочной железы, МЕ/мл	4,5 ± 1,1**	p < 0,01	2,1 ± 0,1**	p < 0,01	0
свТ3, пмоль/л	2,6 ± 0,1	нд	2,1 ± 0,1	нд	2,1 ± 0,1
свТ4, пмоль/л	1,1 ± 0,1	нд	1,3 ± 0,1	нд	1,02 ± 0,2
ТТГ, МЕ/мл	4,5 ± 0,3***	p < 0,001	3,7 ± 0,1	нд	3,2 ± 0,1

Примечание: p – для сравнения в группе с донорами; нд – недостоверные различия; \* – p < 0,05; \*\* – p < 0,01; \*\*\* – p < 0,001.

Подобная картина наблюдается с содержанием аутоАТ к собственным компонентам поджелудочной железы: титр аутоАТ двухкратно превышал показатели у больных с гипотиреозом в сравнении с пациентами с эутиреозом: 4,5 ± 1,1 IU/ml и 2,1 ± 0,1 IU/ml соответственно (p < 0,01).

Уровень антител к ТПО был выше в группе с гликемией более 8 мм/л – 1080 ± 245,1 IU/ml (p < 0,05), в сравнении с группой, где глюкоза в крови была менее 8 мм/л и в сравнении с контрольной группой – 5,6 ± 3,2 IU/ml (p < 0,05).

В то же время у пациентов исследуемой группы обнаруживалось статистически значимое снижение со стороны Т-хелперной (CD3+/CD4+), цитотоксической (CD3+/CD8+) субпопуляций Т-лимфоцитов (p < 0,05–0,01) (табл. 2).

Таблица 2

**Содержание субпопуляционного состава Т-лимфоцитов, сывороточных ИГ у больных АИТ и СД 1-го типа в сравнении с контрольной группой (M ± m)**

Показатели	Исследуемая группа (n = 25)				Контрольная группа (n = 30)
	гипотиреоз (n = 12)	p	эутиреоз (n = 13)	p	
CD3+/CD4+ %	28,1 ± 2	нд	33,2 ± 1,2		42 ± 4
кл/мкл	353 ± 110**	p < 0,01	450 ± 130**	p < 0,01	900 ± 200
CD3+CD8+ %	24,9 ± 2,1	нд	27,5 ± 2,1	нд	35,5 ± 4,5
кл/мкл	350 ± 115**	p < 0,01	382 ± 130*	p < 0,05	700 ± 200
CD3-/CD16/56+ %	13,1 ± 2,1	нд	13,8 ± 2,5	нд	14,5 ± 4,5
кл/мкл	290 ± 60	нд	270 ± 72**	p < 0,01	300 ± 100
ИРИ	0,9 ± 0,1**	p < 0,01	1,0 ± 0,1	нд	2 ± 0,5
IgA, г/л	6,3 ± 1,2**	p < 0,01	5,8 ± 1,2**	p < 0,01	2 ± 0,5
IgM, г/л	2 ± 0,2	нд	1,8 ± ,3	нд	2 ± 0,5
IgG, г/л	18,1 ± 0,5	нд	15,3 ± 0,8	нд	11 ± 3

Примечание: p – для сравнения в группе с донорами; нд – недостоверные различия; \* – p < 0,05; \*\* – p < 0,01; \*\*\* – p < 0,001.

Отмечалось статистически значимое усугубление отклонений показателей относительного и абсолютного количества CD3+/CD4+ и CD3+/CD8+ – лимфоцитов с нарастанием дисфункции ЩЖ ( $p = 0,05 - 0,01$ ). ИРИ (CD4+/CD8+) статистически значимо уменьшился ( $p < 0,05-0,01$ ) в группе пациентов с АИТ в гипотиреодном состоянии.

Установлены статистически значимые увеличения в крови ( $p < 0,05$ ) IgA, степень прироста которого была пропорциональной нарушению гормонального фона ЩЖ. Действительно, у больных в эутиреоидном состоянии содержание IgA превышало показатели доноров в 2,9 раза, а в гипотиреодном – в 3,5 раза ( $p < 0,01$ ).

**Выводы:**

1. Количество аутоАТ к рецептору инсулина и аутоАТ к собственным компонентам поджелудочной железы зависят от нарушения функции ЩЖ при сочетанной патологии АИТ и СД 1-го типа.

2. Чем длительнее заболевание АИТ, тем выше уровень аутоАТ к рецептору инсулина, аутоАТ к собственным компонентам поджелудочной железы при СД 1-го типа.

3. У больных с АИТ и СД 1-го типа обнаружено статистически значимое снижение содержания хелперно-супрессорных субпопуляций Т-лимфоцитов, повышение содержания IgA сыворотки в зависимости от функциональной дисфункции ЩЖ.

4. Проблема функционального состояния поджелудочной железы с АИТ, требует разработки стратегии обследования, профилактики и лечения у данных пациентов.

### Литература

1. Каминский А. В. Сахарный диабет. Непростые вопросы диагностики // Междунар. эндокринолог. журн. 2012. № 3 (43). С. 43–47.
2. Кандрор В. И. Аутоиммунные заболевания щитовидной железы и апоптоз // Проблемы эндокринологии. 2002. № 1. Т. 48. С. 45–48.
3. Ларина А. А., Трошина Е. А. Аутоиммунные заболевания, ассоциированные с сахарным диабетом 1-го типа: возможное взаимовлияние // Проблемы эндокринологии. 2013. № 1. С. 35–42.
4. Прохоров Е. В., Мацынина М. А. Особенности иммунологического статуса у детей с аутоиммунным тиреоидитом // Архив клинич. и эксперимент. медицины. 2011. № 2. Т. 20. С. 154–156.
5. Репина Е. А. Общие генетические маркеры сахарного диабета 1-го типа и аутоиммунных заболеваний щитовидной железы // Сахарный диабет. 2011. № 2. С. 23–31.
6. Смирнова О. М., Кононенко И. В., Прокофьев С. А. Функциональное состояние  $\beta$ -клеток, иммунологические и клиничко-биохимические характеристики у больных с медленно прогрессирующим аутоиммунным диабетом у взрослых // Проблемы эндокринологии 2004. № 1. С. 18–22.
7. Volpe R. Autoimmune diseases of the endocrine system / CRC : Boca Raton. 1999. P. 51–72.
8. Volpe R. The immunomodulatory effects of anti-thyroid drugs are mediated via actions on thyroid cells, affecting thyrocyte-immunocyte signaling // Curr Pharmaceut Design. 2001. Vol. 7. P. 451–460.

УДК 612.746.4:612.014.45:612.821

**Филатов М. А., Поскина Т. Ю., Козлов А. С., Горбунов Д. В.**  
*Filatov M. A., Poskina T. Yu., Kozlov A. S., Gorbunov D. V.*

## **ЭФФЕКТ Н. А. БЕРНШТЕЙНА В ОЦЕНКЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРЕМОРА ПРИ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ**

### **N. A. BERNSTEIN EFFECT IN ASSESSING CHANGES OF TREMOR PARAMETERS DURING ACOUSTIC EFFECTS**

В работе акустические воздействия рассматриваются как возмущающие воздействия, влияющие на состояние психического гомеостаза. При этом главная задача – это количественная оценка психического состояния испытуемых посредством расчётов параметров треморограмм. Предлагается метод расчёта параметров квазиаттракторов, который демонстрирует различия в треморограммах левой и правой руки и в реакциях тремора на акустические воздействия.

*Ключевые слова:* энтропия Шеннона, нервно-мышечная система человека, психофизиологическое состояние, акустическое воздействие.

**Введение.** В рамках детерминистского подхода многократное повторение процесса любого движения обеспечивает идентификацию модели *психофизиологических динамических систем* (ПФДС) в *фазовом пространстве состояний* (ФПС), а в стохастике – статистической функции распределения  $f(x)$ . Именно такой подход мы сейчас и используем в анализе повторяемости *треморограмм* (ТМГ) испытуемых. Стохастика всегда требует повторения процесса, в котором его конечный результат будет флуктуировать около среднего значения  $\langle x \rangle$ . В этом случае мы всегда имеем неравномерное распределение случайной величины  $x(t)$  в отличие от *теории хаоса и самоорганизации* (ТХС), где обычно имеются особые хаотические изменения распределения значений параметров  $x_i$  всего *вектора состояния системы* (ВСС), как любой сложной системы в фазовом пространстве состояний. Наличие  $dx/dt = 0$  или сохранение статистических *функций распределения*  $f(x)$  в *детерминистском и стохастическом подходе* (ДСП) является необходимым условием стационарности  $x(t)$ , т. е. любых ПФДС [4–6].

Одним из наиболее распространенных неблагоприятных физических факторов в условиях производства или в быту является шумовое воздействие. Любые звуковые воздействия способны существенно повлиять на параметры ПФДС человека. Поэтому можно рассматривать изменения параметров *нервно-мышечной системы* (НМС) человека в виде характеристик (треморограмм) левой и правой рук испытуемых при различных видах звукового воздействия как реализацию НМС на звуковые воздействия. Использование традиционных статистических методов расчета  $f(x)$ , *спектральных плотностей сигнала* (СПС) – *треморограмм* (ТМГ) и их *автокорреляционных функций*  $A(t)$ , как мы сейчас доказываем, не является эффективным подходом в изучении ПФДС.

Для всех живых организмов акустическое воздействие является одним из важнейших факторов окружающей среды. Согласно современным представлениям музыка разных направлений, благодаря ритму и звуку, способна оказывать неоднозначное влияние на все живые организмы, в том числе и на человека. Очевидно, что в рамках представлений Н. А. Бернштейна о системах регуляции движений на субкортикальном уровне (системы С и Д) мы должны иметь возможность регистрации изменений и самих треморограмм (при внешних акустических воздействиях). Однако ДСП показывает полное отсутствие возмож-

ностей описания тремора из-за хаотической динамики выборок ТМГ. Этот факт и лег в основу настоящей работы.

**Объект и методы исследования.** Эксперимент включал в себя 5 этапов исследования. На первом этапе у испытуемых регистрировались параметры постурального тремора в виде координаты пальца по отношению к датчику  $x_i = x_i(t)$  в спокойном состоянии (при отсутствии активного акустического воздействия). На втором этапе испытуемому было предложено прослушать запись «белого» шума с одновременной регистрацией параметров НМС. На третьем этапе к прослушиванию предлагалась ритмичная музыка, на четвертом – классическая музыка, на пятом – агрессивная музыка Hard Rock.

Объектом наблюдения стали 15 студентов старших курсов и аспирантов (девушек и юношей) в возрасте 21–24 лет, обучающихся в Сургутском государственном университете (СурГУ). Обследование студентов производилось неинвазивными методами и соответствовало этическим нормам Хельсинской декларации (2000 г). Критерии включения: возраст студентов 20–27 лет, отсутствие жалоб на состояние здоровья в период проведения обследований, наличие информированного согласия на участие в исследовании. Критерии исключения: болезнь студента в период обследования [1–4; 6; 7].

Обследования производились повторно и одновременно для правой и левой рук испытуемых. Между каждым этапом испытуемым предоставлялось время  $T$  на восстановление,  $T \geq 15$  мин. Также необходимо отметить, что акустическое воздействие осуществлялось на среднем уровне громкости, при котором испытуемые не испытывали дискомфорта, связанного с высокой интенсивностью звукового потока.

**Результаты хаотического и энтропийного подхода в оценке параметров треморограмм.** Отметим, что при квантовании треморограмм мы получали некоторые выборки  $x_1 = x_1(t)$ , которые представляли положение пальца в пространстве по отношению к датчику регистрации координаты  $x_i$  (положение пальца в пространстве) в виде выборок треморограмм  $x_i$ . Далее  $x_1(t)$  дифференцировался и получался вектор  $x(t) = (x_1, x_2)^T$ . Вся установка включала в себя токовихревой датчик, усилители сигнала, АЦП – аналого-цифровой преобразователь и ЭВМ – электронно-вычислительную машину, которая кодировала и сохраняла информацию в виде файла, а полученные вариационные размахи по координатам  $x_1$  и  $x_2$  в виде  $\Delta x_1$  и  $\Delta x_2$  фиксировались с ее помощью по каждой выборке (в каждой серии по  $N = 15$  выборок измерений треморограмм (ТМГ) [2; 3; 5; 7].

Применение метода расчёта КА в психофизиологических исследованиях на фоне отсутствия эффектов в рамках статистических подходов (в статистике две соседние выборки ТМГ у одного испытуемого различаются). Для иллюстрации последнего утверждения была рассчитана матрица парного сравнения. В ней число совпадений пар выборок ТМГ из разных 105 результатов всего  $k = 3$  как для 1-го испытуемого, так и для 15 других разных людей. Это означает, что все статистические функции  $f(x)$  непрерывно изменяются и статистика не дает эффекта при сравнении (хаос ТМГ). Это иллюстрирует и эффект Бернштейна «повторение без повторений» количественно. Когда мы говорим об отсутствии повторений (хаос ПФДС), это означает отсутствие произвольного повторения подряд двух или трех выборок.

Одновременно в исследовании нами использовался один из методов стохастики в виде расчета значения энтропии Шеннона. Энтропия Шеннона – мера неопределенности, которая связана со случайной величиной и позволяет получить оценку уровня детерминированности/неопределенности в сигнале. Энтропия Шеннона связана с распределением вероятностей амплитуд колебаний движения. Фактически, это мера упорядоченности выборок  $x_i$  – компонент ВСС  $x(t)$  в фазовом пространстве состояний (ФПС). Такая трактовка энтропии в психофизиологии сейчас может быть пересмотрена из-за вновь открывшихся закономерностей, которые мы представляем ниже.

Формальное определение энтропии для независимых случайных событий  $x$  с  $n$  возможными состояниями (от 1-го до  $n$ ,  $p$  – функция вероятности) рассчитывалась по формуле:



$H(x) = -\sum_{i=1}^n p(i) \log_2 p(i)$ . Эта процедура нами сейчас выполнялась только для одной координаты  $x_1(t)$ , а вторая координата (скорость)  $x_2 = dx_1/dt$  входила в вектор  $x = (x_1, x_2)^T$ . Этот вектор состояния системы (ВСС)  $x(t)$  совершал непрерывные хаотические движения в таком двумерном фазовом пространстве состояний (ФПС). Само это движение оценивалось в рамках расчета энтропией  $H$  (для трех групп) и параметров квазиаттракторов (КА). Причем для  $H$  мы имеем нормальное распределение (табл. 1), при обычном непараметрическом распределении для тремора.

Таблица 1

**Значения энтропии Шеннона выборок треморограмм левой и правой руки без воздействия и при различных видах звукового воздействия (возмущениях)**

	Левая рука					Правая рука				
	БВ	БШ	РМ	КМ	АМ	БВ	БШ	РМ	КМ	АМ
1	3.70	3.78	3.86	3.73	3.84	3.81	3.89	3.67	3.59	4.13
2	3.64	3.94	3.91	3.62	3.78	3.86	3.48	3.65	3.81	3.54
3	3.70	3.70	3.62	3.75	3.34	3.73	3.59	3.75	3.59	3.97
4	3.57	3.83	4.02	3.64	3.46	3.62	3.73	3.51	3.75	3.46
5	3.83	4.02	3.62	3.51	3.67	3.57	3.73	3.75	3.70	3.57
6	3.89	4.13	3.59	3.89	4.02	3.70	3.67	3.73	3.97	3.78
7	3.70	3.56	3.78	3.54	3.70	3.38	3.73	4.02	3.70	3.32
8	3.65	3.56	3.78	3.78	3.97	3.81	3.51	3.53	3.57	3.75
9	3.29	3.59	3.84	3.73	3.67	3.13	3.89	3.70	3.67	3.61
10	3.64	3.86	3.83	3.62	3.70	3.51	3.54	3.38	3.49	3.94
11	3.75	3.89	3.70	3.67	3.91	3.97	3.81	3.83	3.62	3.70
12	3.75	3.54	3.46	3.97	3.92	3.62	3.70	3.78	3.73	4.10
13	3.72	3.72	3.68	3.75	3.59	3.76	3.67	3.49	3.75	3.91
14	3.99	3.78	3.70	3.89	3.89	3.86	3.78	4.05	3.83	3.67
15	3.81	3.51	3.73	3.59	3.94	3.89	3.94	3.89	3.23	3.73
<b>Ср. знач.</b>	<b>3.71</b>	<b>3.76</b>	<b>3.74</b>	<b>3.71</b>	<b>3.76</b>	<b>3.68</b>	<b>3.71</b>	<b>3.72</b>	<b>3.67</b>	<b>3.75</b>

Примечание: БВ – без воздействия, БШ – белый шум, РМ – ритмичная музыка, КМ – классическая музыка, АМ – агрессивная музыка.

Для выявления различий между показателями энтропии Шеннона треморограмм левой и правой рук (парное сравнение групп) использовался непараметрический критерий Вилкоксона с поправкой Бонферрони (для оценки справедливости нулевой гипотезы). Были изучены возможности статистически значимых различий при сравнении энтропии Шеннона треморограмм левой и правой руки в условиях различных акустических воздействий, которые соответствуют данным табл. 1. Как мы установили, критерий Вилкоксона не показал различий между группами выборок энтропии Шеннона (при критическом уровне значимости  $p < 0,05$ ) как для левой, так и для правой рук при различных акустических воздействиях [1–2; 4–5].

Таким образом, установлено, что различные акустические воздействия вызывают статистически незначимые изменения в параметрах энтропии Шеннона, хотя отмечается отдельное ее увеличение или уменьшение при этих условиях. Динамика средних значений энтропии Шеннона параметров нервно-мышечной системы (треморограмм) без акустического воздействия и с различными видами акустических воздействий для левой и правой рук испытуемых в статистическом плане слабо различается (как и для всех СТТ – систем третьего типа). Отсюда следует, что при применении статистики в изучении ПФДС будет иметь низкую эффективность, психофизиология требует новых подходов и методов. Мы предлагаем рассчитывать параметры квазиаттракторов при оценке особенностей высшей нервной деятельности человека. Именно параметры квазиаттракторов не дают существенных изменений при условии сохранения гомеостаза психического состояния испытуемого.

Из данных табл. 1 можно видеть результаты моторной асимметрии по значениям квазиаттракторов (КА) и очень малозначимые изменения энтропии Шеннона. Для левой руки при различных видах звукового воздействия происходит увеличение энтропии Шеннона ( $E_{без\ возд} = 3,71$ ;  $E_{агр} = 3,76$ ;  $E_{бел\ шум} = 3,76$ ;  $E_{ритм} = 3,74$ ). И только при прослушивании классической музыки энтропия Шеннона не изменилась ( $E_{клас} = 3,71$ ). Однако реакция правой руки на акустические воздействия несколько иная. Для правой руки происходит некоторое увеличение энтропии Шеннона ( $E_{без\ возд} = 3,68$ ;  $E_{агр} = 3,75$ ;  $E_{бел\ шум} = 3,71$ ;  $E_{ритм} = 3,72$ ), а при прослушивании классической музыки произошло небольшое уменьшение энтропии ( $E_{клас} = 3,67$ ), которое статистически незначимо различается при сравнении с другими состояниями испытуемых [1–4; 7].

В целом статистика всегда в биомеханике демонстрирует хаотический калейдоскоп статистических характеристик ( $f(x)$ , СПС,  $A(t)$  и т. д.), а параметры квазиаттракторов и матрицы парных сравнений выборок дают устойчивые различия как по моторной асимметрии (левая и правая рука у нас), так и при индивидуальной характеристике испытуемых (квазиаттракторы у каждого человека специфичны).

#### **Выводы:**

1. Любое направленное акустическое воздействие вызывает изменение в состоянии параметров НМС, об этом свидетельствуют изменения параметров квазиаттракторов, но энтропии Шеннона при этом изменяются весьма незначительно (нет статистических различий).

2. При воздействии «белого» шума или агрессивной музыки реакция НМС у части испытуемых напоминает реакцию на физические нагрузки. Это говорит об определенных изменениях в спектральных реакциях испытуемых.

3. Реакции левой руки испытуемых на звуковое воздействие несколько отличается по энтропии от реакции их правой руки. Однако параметры квазиаттракторов, как реакции на звук (со стороны ВНД), различаются существенно, что отражается в параметрах моторной асимметрии. Это имеет диагностическую ценность для психофизиологии.

#### **Литература**

1. Башкатова Ю. В., Карпин В. А., Тен Р. Б., Шакирова Л. С. Матрицы парных сравнений выборок в оценке влияния дозированных физических нагрузок на организм // Вестн. новых мед. технологий. 2016. № 1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-1/3-1.pdf> (дата обращения: 26.02.2016).

2. Веракса Н. А., Горбунов Д. В., Шадрин Г. А., Стрельцова Т. В. Эффект Еськова – Зинченко в оценке параметров теппинга методами теории хаоса-самоорганизации и энтропии // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 1. С. 17–24.

3. Горбунов Д. В., Берестин Д. К., Черников Н. А., Стрельцова Т. В. Энтропии в оценке параметров тремора с позиции теории хаоса и самоорганизации // Вестн. новых мед. технологий. 2016. № 1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-1/3-2.pdf> (дата обращения: 03.03.2016).

4. Еськов В. М., Газя Г. В., Майстренко Е. В., Болтаев А. В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечно-сосудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59–63.

5. Еськов В. М., Еськов В. В., Вохмина Ю. В., Гавриленко Т. В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физика. Астрономия. 2016. № 2.

6. Еськов В. М., Хадарцев А. А., Еськов В. В., Вохмина Ю. В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29. № 1. С. 44–51.

7. Филатов М. А., Веракса Н. А., Филатова Д. Ю., Поскина Т. Ю. Понятие произвольных движений с позиций эффекта Еськова – Зинченко в психофизиологии движений // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 1. С. 24–32.

УДК 612.822-08:616.831-001

*Хижняк А. С., Хижняк И. В.*  
*Khizhnyak A. S., Khizhnyak I. V.*

**РЕОРГАНИЗАЦИЯ СИНАПТОАРХИТЕКТониКИ МОЛЕКУЛЯРНОГО СЛОЯ  
МОТОРНОЙ КОРЫ БОЛЬШОГО МОЗГА БЕЛЫХ КРЫС  
ПРИ ТЯЖЕЛОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ**

**MOTOR CORTEX MOLECULAR LAYER SYNAPTOARCHITECTONICS  
REORGANIZATION OF WHITE RATS WITH SEVERE TRAUMATIC BRAIN INJURY**

В эксперименте на белых крысах изучены закономерности реорганизации межнейронных синапсов слоя I моторной коры большого мозга в посттравматическом периоде. С помощью электронной микроскопии и морфометрического анализа показано, что выраженная редукция общей численной плотности синапсов сопровождается изменением относительного и абсолютного содержания синаптических устройств. Найденные изменения рассматриваются как структурная основа реализации механизмов синаптической пластичности и реорганизации синаптоархитектоники коры мозга крыс в посттравматическом периоде.

*Ключевые слова: синапс, кора мозга, черепно-мозговая травма, морфометрия.*

Необходимость изучения механизмов пато- и саногенеза, закономерностей структурно-функционального восстановления головного мозга, экспериментальный поиск средств специфической и неспецифической защиты головного мозга после его травматического повреждения определяется тем, что количество больных с данной патологией неуклонно растет [5; 6; 9; 14]. При достаточно большом количестве работ, посвященных морфологии нейронов и синапсов, остаются недостаточно освещенными вопросы, касающиеся специфических особенностей реорганизации синаптоархитектоники при диффузно-очаговых травматических повреждениях головного мозга [7; 13; 15]. Особенно мало информации о специфических особенностях реализации пато- и саногенетических механизмов в незрелом головном мозге, что не позволяет с позиций доказательной медицины обосновать необходимость широкого применения различных способов защиты поврежденного мозга на протяжении всего посттравматического периода.

Целью настоящего исследования было выявление закономерностей реорганизации синаптоархитектоники моторной коры большого мозга неполовозрелых и половозрелых крыс в посттравматическом периоде.

**Материал и методы исследования.** Эксперименты выполнены на беспородных белых крысах самцах: 80 в возрасте 25–30 суток, что соответствовало группе неполовозрелых (инфантильных) крыс периода полового созревания и 92 половозрелых (4–5 месяцев) [4].

Под эфирным наркозом моделировалась тяжелая черепно-мозговая травма. В ходе эксперимента соблюдались все правила работы с лабораторными животными (приказ МЗ СССР от 12.08.77. № 755).

В работе была использована модель нанесения дозированной тяжелой черепно-мозговой травмы путем удара падающим грузом по средней линии теменной области с индивидуально вычисленным для каждого животного импульсом силы по методике Т. Ф. Соколовой (1986) [8]. Таким образом, у разных животных вызывалась одинаковая по степени тяжести черепно-мозговая травма. При этом летальность в группе неполовозрелых животных составила 40 %, а в группе половозрелых – 25 %, что согласно Б. М. Угрюмову и соавт. (1974) характеризует травму мозга как тяжелую. Мозг забирали у контрольных (интактных) крыс через 90 мин, 1, 3, 7, 21 и 30 суток после травмы.

Для электронномикроскопического исследования мозг крыс фиксировали путем 15-минутной перфузией 4 % параформальдегида на фосфатном буфере (рН 7,4) с 5 % сахарозой через восходящую часть дуги аорты под давлением 100–110 мм рт. ст. с предварительным промыванием сосудов физиологическим раствором в течение 2–3 мин. Затем мозг извлекали и дофиксировали в аналогичной смеси фиксатора при +4 °С. После фиксации материал промывали в фосфатном буфере и готовили электронномикроскопические препараты (заключили в смесь эпона и аралдита). Для электронномикроскопического исследования выделяли моторную область коры большого мозга (поле Fpp) с использованием стереотаксического атласа мозга взрослой крысы [12]. Закономерности изменения синаптоархитектоники в посттравматическом периоде изучали на синаптической популяции молекулярного слоя моторной коры большого мозга. Ультратонкие срезы (60–80 нм) готовили в тангенциальной плоскости на ультратоме Ultracut E (фирмы Reichert-Jung).

Просмотр и фотографирование ультратонких срезов производили на электронном микроскопе Hitachi 600Н. Для количественного системного анализа нейронов и межнейронных связей в настоящей работе применялся стереологический подход, учитывающий форму и размеры исследуемого объекта (пре- и постсинаптическая зона, постсинаптическое уплотнение синапса, нейрон), и адаптированный для этих целей математический аппарат [3]. Для каждого срока при увеличении  $\times 12\,000$  фотографировали по 150 полей зрения нейропиля моторной коры ( $45\text{ мкм}^2 \times 150 = 6750\text{ мкм}^2$ ), произвольно отснятых при просмотре материала от 3–5 животных.

Определение численной плотности синаптических контактов проводили на сканированных электроннограммах с использованием программы Adobe Photoshop 9.0 при конечном увеличении 30 000. Для количественной оценки общей численной плотности синаптических контактов нами использовались только поперечные профили контактов, где четко верифицируются пре- и постсинаптические зоны. Численная плотность синаптических контактов относительно единицы площади среза ( $N_s$ ) пересчитывалась на  $100\text{ мкм}^2$  нейропиля.

Полученные в работе количественные данные обработаны с помощью общепринятых в медико-биологических исследованиях методов системного анализа с привлечением программы Statistica [5] согласно современным требованиям к проведению анализа медицинских данных [3]. Анализ на нормальность распределения (критерий Колмогорова-Смирнова) и дисперсионный анализ материала (отличное от нормального распределение, различие дисперсий), а также небольшое количество выборок показали целесообразность использования непараметрической ранговой статистики. Поэтому различия между независимыми выборками (показатели синаптоархитектоники половозрелых и неполовозрелых крыс) определяли с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Нулевая гипотеза отвергалась, а альтернативная принималась при  $\alpha$ -ошибке = 0,05,  $\beta$ -ошибке = 0,3 и  $p < 0,05$  [5].

**Результаты исследования.** Сравнительный морфометрический анализ синаптоархитектоники контрольных половозрелых и неполовозрелых крыс показал, что в слое I моторной коры большого мозга половозрелых крыс общая численная плотность межнейронных контактов составила 24 (медиана) (нижняя квартиль – 22, верхняя квартиль – 28) на  $100\text{ мкм}^2$  нейропиля, а в мозге неполовозрелых крыс – 37 (35 и 45) соответственно, что было статистически значимо выше ( $p < 0,001$ , критерий Колмогорова – Смирнова) (табл. 1).

При этом 53,5 % межнейронных контактов в моторной коре неполовозрелых животных была представлена мелкими симметричными функционально незрелыми контактами (так называемыми пресинапсами), а в коре половозрелых крыс таких контактов было 23,6 % ( $p < 0,001$ , критерий Колмогорова – Смирнова). В мозге животных половозрелых крыс преобладали положительно искривленные и плоские синаптические контакты средних размеров, а в мозге незрелых – отрицательно искривленные и мелкие плоские контакты с признаками функциональной незрелости.

Через 90 мин после травмы общая численная плотность межнейронных синапсов в коре большого мозга неполовозрелых животных снижалась на 27,4, а половозрелых – на 16,6 %

( $p = 0,008$ , критерий Колмогорова – Смирнова). Редукция численной плотности синапсов в обеих группах осуществлялась преимущественно за счет популяции мелких контактов и активных синапсов с положительно искривленной плоскостью контакта.

Все это свидетельствовало о том, что у незрелых животных только незначительная часть синапсов (средние и крупные функционально зрелые контакты) находилась в активном состоянии. Именно эти синапсы обеспечивали межнейронные взаимоотношения нейронных сетей уже сформировавшихся функциональных систем головного мозга [4]. Функционально незрелые мелкие синапсы служили, вероятно, исходным материалом при формировании новых функциональных систем мозга. При этом именно они в первую очередь подвергались деструкции в посттравматическом периоде.

Через 1 сутки после травмы происходило дальнейшее снижение численной плотности синапсов в коре неполовозрелых (дефицит – 51,5 %) и половозрелых (дефицит – 28,3 %) ( $p < 0,001$ , критерий Колмогорова – Смирнова) животных, но деструктивный процесс затрагивал уже и крупные синапсы. В результате этого через 3 суток после травмы относительное содержание крупных и очень крупных контактов увеличилось до 55,2 % в группе половозрелых животных и до 62,7 % в группе неполовозрелых ( $p < 0,001$ , критерий Колмогорова – Смирнова), мелких и средних – снизилось до 38,2 % (половозрелые) и до 45,4 % (неполовозрелые) ( $p < 0,001$ , критерий Колмогорова – Смирнова).

Максимальное снижение численной плотности межнейронных контактов было отмечено в неокортексе на 3–7-е сутки посттравматического периода (24,5–26,4 %). В более отдаленном периоде (21–30-е сутки) происходило частичное восстановление численной плотности синапсов в обеих изученных группах животных за счет появления большого количества мелких и средних синаптических контактов. Это свидетельствует об активации неосинаптогенеза в поврежденном мозге.

Как правило, крупные контакты принадлежали к синапсам, имеющим более сложную форму, большее количество активных зон, синаптических пузырьков и митохондрий. Увеличение относительного содержания крупных контактов сопровождалось и повышением содержания перфорированных контактов (на 10–12 %;  $p < 0,001$ , критерий Колмогорова – Смирнова). Вероятно, это необходимо рассматривать как компенсаторное увеличение эффективности функционирующих синапсов, что приводит к значительной структурно-функциональной реорганизации межнейронных отношений [1; 7; 10; 11].

Таким образом, тяжелая черепно-мозговая травма в раннем периоде онтогенетического развития приводила к деструкции структурной основы формирования функциональных систем мозга – пресинапсов и мелких синапсов, нарушалась необходимая для образования новых каналов передачи информации избыточность численной плотности синапсов, а функциональная элиминация неактивных синапсов и стабилизация межнейронных взаимоотношений происходила на фоне очень высокой конкуренции сохранившихся синапсов.

Особое значение имела потенцированная повреждением реорганизация сохранившихся активных синапсов, проявления которой отмечались через 3 суток после травмы и были более выражены в зрелом мозге. В ее основе лежали механизмы гиперплазии и рекомбинации структурных элементов активного синапса. По изменению общей численной плотности синапсов и содержания различных типов синаптических контактов в мозге половозрелых и неполовозрелых животных можно полагать, что в посттравматическом периоде меняется внутренняя организация межнейронных взаимоотношений, характер и степень конвергентных и дивергентных взаимоотношений клеточных популяций, эффективность активно функционирующих синапсов. В мозге неполовозрелых животных после травмы происходит более выраженная деструкция незрелых контактов и увеличивается нагрузка на менее многочисленные зрелые контакты. Это приводит к их реорганизации и изменяет эффективность передачи импульсов в нейронных сетях имеющих функциональных систем, но затрудняет образование новых функциональных систем мозга.

Таблица 1

**Общая численная плотность синапсов (на 100 мкм<sup>2</sup> нейропиля) в молекулярном слое моторной коры большого мозга половозрелых и неполовозрелых белых крыс в различные сроки посттравматического периода (Me ± Q)**

Срок исследования, сутки	Половозрелые	Неполовозрелые
90 мин	21,5 ± 1,3*	26,6 ± 2,1*
1	18,5 ± 1,0*	17,8 ± 1,2*
3	17,1 ± 0,8**	14,1 ± 0,8**^
7	17,8 ± 0,9*	14,0 ± 1,2*^
14	18,1 ± 1,1*	22,6 ± 1,3*^
21	19,1 ± 2,4*	27,1 ± 3,0*
30	21,8 ± 3,2	32,9 ± 3,8^
Контроль	25,8 ± 2,2	36,7 ± 1,8^

Примечание: \* – различия статистически значимы в сравнении с контролем и ^ – между группами; \* и ^ –  $p < 0,005$ , \*\* –  $p < 0,001$  (критерий Колмогорова – Смирнова), Me ± Q – медиана ± среднее квартильное отклонение.

### Литература

1. Боголепов Н. Н. Ультраструктура синапсов в норме и патологии. М. : Медицина, 1975. 96 с.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика / пер. с англ. М. : Практика, 1998. 459 с.
3. Западнюк И. П., Западнюк В. И., Захария Е. А., Западнюк Б. В. Лабораторные животные. Использование в эксперименте. Киев : Вища школа, 1983. 267 с.
4. Лебедев В. В., Крылов В. В. Неотложная нейрохирургия: руководство для врачей. М. : Медицина, 2000. 568 с.
5. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. М. : МедиаСфера, 2002. 305 с.
6. Саркисов Д. С. Очерки истории общей патологии ; изд. 2-е. М. : Медицина, 1993. 512 с.
7. Семченко В. В., Степанов С. С., Боголепов Н. Н. Синаптическая пластичность головного мозга (фундаментальные и прикладные аспекты). Омск : Омск. обл. типография, 2008. 408 с.
8. Соколова Т. Ф. Иммунореактивность организма при тяжелой черепно-мозговой травме: дис. ... канд. мед. наук. Омск, 1986. 157 с.
9. Boswell J. E., McErlean M., Verdile V. P. Prevalence of traumatic brain injury in an ED population // Am J Emerg Med. 2002. V. 20. № 3. P. 177–180.
10. Craig A. M., Boudin H. Molecular heterogeneity of central synapses: afferent and target regulation // Nat Neurosci. 2001. V. 4. № 6. P. 569–578.
11. Marrone D. F., Pitit T. L. The role of synaptic morphology in neural plasticity: structural interactions underlying synaptic power // Brain Research Reviews. 2002. V. 38. P. 291–308.
12. Paxinos G., Watson Ch. A The rat brain in stereotaxic coordinates. Toronto : Acad. Press, 1982. 90 p.
13. Sheng M. Molecular organization of the postsynaptic specialization // PNAS. 2001. V. 98. № 13. P. 7058–7061.
14. Stein S. C., Georgoff P., Meghan S., Mirza K. L., El Falaky O. M. Relationship of aggressive monitoring and treatment to improved outcomes in severe traumatic brain injury // J Neurosurg. 2010. V. 112 (5). P.1105–1112.
15. Steward O., Worley P. F. A cellular mechanism for targeting newly synthesized mRNAs to synaptic sites on dendrites // Proc Natl Acad Sci USA. 2001. V. 98. № 13. P. 7062–7068.

## ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

УДК 612.746.4-055.2:612.766.1(1-17)

*Баженова А. Е., Козлов А. С., Шерстюк Е. С., Умаров Б. К.*  
*Bazhenova A. E., Kozlov A. S., Sherstuk E. S., Umarov B. K.*

### «ПОВТОРЕНИЕ БЕЗ ПОВТОРЕНИЙ» Н. А. БЕРНШТЕЙНА И ХАОТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ТРЕМОРА У ЖЕНЩИН В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА РФ

### «REPETITION WITHOUT REPETITIONS» OF N.A. BERNSTEIN AND CHAOTIC DYNAMICS OF TREMOR IN FEMALES IN THE NORTH OF RUSSIA CONDITIONS

Основываясь на методах расчета параметров квазиаттракторов в двухмерном фазовом пространстве, в качестве количественной меры реальных изменений параметров функциональных систем организма женщин с различной физической подготовленностью использовались площади ( $S$ ) квазиаттракторов. Статистическая обработка данных выявила разнонаправленные изменения  $S$  в зависимости от степени физической подготовленности женщин: медианные значения  $S = 0,89$  (у испытуемого без физической подготовки, у.е.) и  $S = 0,27$  (тренированный испытуемый, у.е.). Это характеризует состояние нервно-мышечной системы жителей Югры.

*Ключевые слова:* квазиаттрактор, физическая подготовка, хаос, самоорганизация, Север РФ.

Общеизвестно, что физическая работа вызывает значительные перестройки всех функций организма, которые накладываются на особые условия проживания на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, и возникает проблема оценки реального влияния физической нагрузки на организм человека. Многие авторы в своих исследованиях отмечают, что при выборе средств и методов повышения общей и специальной работоспособности в различных видах спорта и массовых формах физической культуры необходим учет особенностей организма женщин как с физиологической, так и с биофизической (биомеханической) точки зрения [3; 7].

Проблемы изучения двигательной активности человека занимали ведущее место среди многогранных интересов Н. А. Бернштейна, который впервые открыл системные закономерности микродвижений и биохимических движений в целом. Его утверждения о целостной структуре в организации деятельности нервно-мышечной системы (НМС) человека призывали к разработке системно-структурного подхода в изучении строения и функций различных систем движений. Очевидно, что это возможно при высокой дифференциации элементов и при изучении разнообразия избирательных форм отношений между ними в живом движении [4; 8].

Состояние функциональных систем организма (ФСО) человека в условиях выполнения специфических двигательных задач представляет особый интерес в рамках теории хаоса и самоорганизации (ТХС) [5]. В наших исследованиях выполнялся анализ параметров НМС человека, который характеризует изменения именно у женщин при выполнении регулярных физических нагрузок. Это представляет несомненный научный интерес с позиции экологии человека на Севере РФ. Более того, при целенаправленном управлении физической активностью (в виде спорта) физическая подготовка рядовых жителей Севера РФ может обеспечить пролонгацию их жизни. Объективная оценка состояний ФСО при систематических физиче-

ских нагрузках требует новых методов обработки данных и расширения диагностических признаков [6].

**Целью** данного исследования является оценка степени влияния регулярных физических нагрузок на женский организм с различной физической подготовленностью, проживающих в условиях ХМАО – Югры с позиции ТХС.

**Объект и методы.** Объектом настоящего исследования явились женщины, проживающие на территории округа не менее 5 лет. Средний возраст обследуемых 30–32 года. В зависимости от степени физической активности было сформировано 2 группы девушек по 15 человек. В первую группу отнесли женщин, занимающихся физическими упражнениями нерегулярно (без физической подготовки), менее 3 раз в неделю. Во вторую группу вошли женщины, профессионально занимающиеся спортом (тренированные), имеющие спортивную квалификацию не ниже 1-го взрослого разряда и продолжающие заниматься систематическими физическими упражнениями более 3 раз в неделю.

У испытуемых регистрировались параметры тремора с помощью биофизического измерительного комплекса, разработанного в лаборатории биокибернетики и биофизики сложных систем при СурГУ. Установка включает металлическую пластинку (крепится жестко к пальцу испытуемого), токовихревой датчик, усилитель, аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и компьютер с оригинальным программным обеспечением. В качестве фазовых координат, помимо координаты  $x_1 = x(t)$  перемещения конечности, использовалась координата скорости перемещения пальца  $x_2 = v(t) = dx_1/dt$ . Перед испытуемыми стояла задача удержать палец в пределах заданной области, осознанно контролируя его неподвижность. Испытуемые проходили 15 серий эксперимента ( $N = 15$ ), в каждой из которых регистрация тремора проводилась 15 раз ( $n = 15$ ) [1].

Обработка данных и регистрация тремора конечности испытуемых проводилась на ЭВМ с использованием программы «Charts3». С помощью этой программы осуществлялся анализ данных по временным и спектральным характеристикам кинематограмм испытуемых в низко-, средне- и высокочастотном диапазонах. Благодаря запатентованному программному продукту удалось построить фазовые плоскости и рассчитать площади квазиаттракторов (КА). Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета «Statistica 10» [2].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Нами были построены фазовые плоскости для всех 15 выборок из 15 серий экспериментов каждого испытуемого. Было установлено, что на всех этапах эксперимента треморограммы не имеют повторов даже на коротких временных интервалах. Для КА были рассчитаны площади  $S$ , которые находились как произведение двух вариационных размахов фазовых координат  $\Delta x_1$  и  $\Delta x_2$ , т. е.  $S = \Delta x_1 \cdot \Delta x_2$ . При этом вектор  $x(t) = (x_1, x_2)^T$  совершал хаотические движения в пределах этих КА (их  $S$ ). Таким образом, в каждой группе испытуемых было получено 15 сводных таблиц с 225 значениями  $S$ . Анализ всех полученных значений  $S$  представляет схожую картину в виде данных испытуемых А и Б (как типовых).

Уже в первом приближении  $S$  для квазиаттракторов демонстрировали различия тренированных лиц от лиц без физической подготовки. В рамках ТХС для всех испытуемых, аналогично примеру испытуемых А и Б, была рассчитана медиана ( $Me$ ) и процентиля (%) для всех  $N = 15$ ,  $n = 15$ . В табл. 1 представлены результаты  $S$  испытуемого А и Б для одной из серий эксперимента, а также  $Me$ , % для 15 выборок треморограмм из этой серии.

Представленные в табл. 1 значения  $S$  выборок треморограмм испытуемого А находятся в диапазоне от  $0,40 \cdot 10^{-6}$  до  $2,90 \cdot 10^{-6}$  у.е. и они представляют испытуемого с низкой физической подготовкой. Значение  $Me$ , % этого же испытуемого равно 0,89 (0,40; 2,90). Одновременно в табл. 1 представлены результаты  $S$  испытуемого Б для 15 выборок треморограмм, а также  $Me$ , % серии эксперимента. Этот испытуемый имеет высокую физическую подготовку. Значение  $S$  треморограмм испытуемого Б находятся в диапазоне от  $0,06 \cdot 10^{-6}$  до  $0,70 \cdot 10^{-6}$  у.е. При расчете  $Me$ , % значение равно 0,27 (0,06; 0,70) у.е.



Таблица 1

Площади ( $S \cdot 10^{-6}$ ) квазиаттракторов выборок треморограмм ( $n = 15$ )

№	Испытуемый А	Испытуемый Б
1	2,77	0,08
2	0,58	0,19
3	0,98	0,22
4	0,89	0,34
5	1,11	0,70
6	0,83	0,20
7	0,67	0,13
8	0,40	0,30
9	0,53	0,30
10	2,90	0,45
11	0,45	0,06
12	0,55	0,27
13	1,15	0,09
14	2,34	0,33
15	1,78	0,38
Me	0,89	0,27
5%	0,40	0,06
95%	2,90	0,70

Таким образом, площадь  $S$  для КА выборок треморограмм изменяются разнонаправленно в зависимости от степени физической подготовленности. В целом, такая динамика наблюдается у всех испытуемых, но она индивидуальна и ее расчет в рамках стохастики весьма затруднителен. Более того, вся теория хаоса-самоорганизации разрабатывается сейчас для индивидуальной медицины и физиологии (спорта).

**Заключение.** По всем полученным результатам можно сделать вывод, что значение  $Me$ , % площади КА испытуемых (у нас пример А) без физической подготовки в среднем в 3,2 раза больше, чем у тренированного испытуемого. При этом значение площадей в целом характеризует особенности параметров НМС женщин, проживающих в условиях Севера РФ. В рамках этих результатов предлагаются подобные тесты по параметрам треморограмм, которые можно использовать в практической деятельности тренера и медицинского работника. Последний, по параметрам  $Me$ , может изменять эффективность выполняемых физических нагрузок на протяжении всей жизни.

Очевидно, что вариант Б гарантирует человеку хорошую продолжительность жизни на Севере. Наоборот, вариант А характеризует низкое качество регуляции НМС, и это требует усиления функций подготовки человека, применяя различные внешние нагрузки для регуляции НМС.

### Литература

1. Баженова А. Е., Шерстюк Е. С., Мирюгин А. А., Потетюрин Е. С. Метод многомерных фазовых пространств в оценке хаотической динамики тремора в условиях статических нагрузок // Вестн. новых мед. технологий. Электрон. изд. 2016. № 1.
2. Баженова А. Е., Щипицин К. П., Пахомов А. А., Семез О. Б. Стохастическая и хаотическая оценка треморограмм испытуемого в условиях нагрузки // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 1. С. 11–17.
3. Башкатова Ю. В., Карпин В. А., Тен Р. Б., Шакирова Л. С. Матрицы парных сравнений выборок в оценке влияния дозированных физических нагрузок на организм // Вестн. новых мед. технологий. Электрон. изд. 2016. № 1.

4. Берестин Д. К., Черников Н. А., Поскина Т. Ю., Потетюрин Е. С. Хаотическая динамика амплитудно-частотных характеристиках треморограмм при многократных повторениях измерений // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 1. С. 71–78.

5. Горбунов Д. В., Берестин Д. К., Черников Н. А., Стрельцова Т. В. Энтропии в оценке параметров тремора с позиции теории хаоса и самоорганизации // Вестн. новых мед. технологий. Электрон. изд. 2016. № 1.

6. Еськов В. М., Газя Г. В., Майстренко Е. В., Болтаев А. В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечно-сосудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59–63.

7. Еськов В. М., Хадарцев А. А., Еськов В. В., Вохмина Ю. В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29. № 1. С. 44–51.

8. Еськов В. М., Еськов В. В., Вохмина Ю. В., Гавриленко Т. В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физика. Астрономия. 2016. № 2.

УДК 613(1-7)

*Баус М. С.  
Vaus M. S.*

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ПРОЖИВАНИЯ В СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ**

### **HUMAN HEALTH SUPPORT IN NORTHERN AREAS LIVING CONDITIONS**

Данная статья посвящена рассмотрению актуальной на сегодняшний день проблемы здоровья жителей северных районов. Организм жителей Севера характеризуется напряжением физиологических и биохимических процессов.

*Ключевые слова: здоровье, жители Севера, северные районы.*

Сейчас происходит увеличение интереса к здоровью жителей северных районов. За годы политических и экономических преобразований резко ухудшились все основные медико-демографические показатели России. При этом в большей степени пострадали северные регионы, где усилился отток населения, заметно возросла безработица, фактически утратили свое значение различные льготы и компенсации для северян. Ухудшилось и социально-экономическое положение северных районов. Уместно напомнить, что организм жителей Севера и без того характеризуется напряжением физиологических и биохимических процессов.

Сейчас имеется большой интерес к детскому здоровью в районах Севера, так как происходит увеличение хронических заболеваний. Также нужно прогнозировать и качественно проводить профилактические мероприятия на популяционном уровне. Изучение здоровья детей северных регионов открыло новые страницы в области педиатрии, так как изучение распространенных на Севере детских заболеваний дает повод говорить о проблемах краевой патологии, адаптации, этнических особенностях формирования и клинического течения заболеваний [1].

Северные территории в силу своих климатических условий, труднодоступности, своеобразия традиций коренного населения требуют особого внимания и комплексного исследования во всех областях жизни и деятельности. Условия Севера создают для растущего организма дополнительные сложности.

В России наблюдается эпидемия ожирения, диабета и, как следствие, сердечно-сосудистых заболеваний.

Как правило, в меню россиян недостаточно свежих овощей и фруктов. А между тем диетологи рекомендуют ежедневно съедать не менее пяти порций таких продуктов (порция – это одно яблоко, морковь, банан и так далее).

Кроме того, жителям северных районов нужно много жиров. Причём таких, как пряные, которые содержатся в свинине, бройлерных курах, утке. Но есть и вредные виды жиров – так называемые трансжиры в маргаринах, спредах, кондитерских изделиях.

Но также не стоит забывать, что избыток жиров и сахара приводит к появлению лишнего веса. А это не только косметический недостаток, но и фактор риска возникновения сердечно-сосудистых и других заболеваний. Дело в том, что абдоминальный, или внутренний, жир обволакивает жизненно важные органы, замедляет их деятельность, нарушает кровообращение. Кроме того, жировая ткань вырабатывает около 20 наименований веществ, которые неблагоприятно воздействуют на организм.

Ещё одна большая беда, которую испытывает вся страна, это нервно-психическое перенапряжение. Стрессы очень сильно действуют на сердечно-сосудистую систему, разрушая её.

Многие усугубляют ситуацию, пытаясь снять напряжение при помощи алкоголя или заедая неприятности сладостями. Это становится причиной лишнего веса и заболеваний сердца.

Молодым людям необходимо измерять артериальное давление не реже 2 раз в год. С возрастом это необходимо делать чаще. При этом нормальное давление не должно превышать цифры 140/90. Несмотря на то, что артериальное давление повышается с возрастом, оно всё равно должно оставаться в пределах этих значений. Более высокие показатели – повод обратиться к врачу.

Для сохранения здоровья сердца и сосудов необходимо тренироваться не менее 30 минут в день 5 раз в неделю. Оптимальной же нагрузкой считается 300 минут упражнений в неделю. Однако это не означает, что вы должны стать заправским спортсменом. В качестве физической нагрузки может выступать быстрая ходьба. При этом у человека не должно быть никаких неприятных ощущений: стука в висках, одышки, слишком сильного сердцебиения. Простой тест: во время быстрой ходьбы вы должны иметь возможность поддерживать разговор со своим собеседником.

Ещё одна важная составляющая здорового образа жизни – соблюдение режима труда и отдыха. Следите за тем, чтобы сон был достаточным. Общая рекомендация – это 7–8 часов сна в сутки, однако на потребность во сне влияют возраст и некоторые заболевания. Например, людям с пониженным артериальным давлением для восстановления сил требуется больше времени – около 10 часов. Впрочем, излишек сна тоже способен нанести вред здоровью, поэтому не стоит подолгу находиться в постели даже в выходные дни или устраивать себе послеобеденный сон.

Слишком напряжённая работа – ещё один фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний. Доказано, что у трудоголиков инфаркты и инсульты случаются чаще, чем у тех, кто работает не более 40 часов в неделю.

Указанные негативные тенденции развиваются на фоне снижения объема профилактических мероприятий, увеличения школьных нагрузок, ухудшения условий обучения и воспитания, структуры и организации питания детей и подростков, снижения физической подготовленности, уменьшения занятий физкультурой и спортом [2]. Таким образом, пребывание на Крайнем Севере способствует появлению у детей ряда достаточно устойчивых факторов риска возникновения хронических неинфекционных заболеваний. Длительное пребывание в помещениях создает условия для гипоксии и гиподинамии. Недостаток движения наряду с разбалансированным питанием способствует нарушениям в липидном обмене и повышению массы тела за счет отложения жира в подкожной клетчатке. Недостаточность в рационе питания кальция и фтора подтверждается высоким уровнем заболеваемости детского

населения кариесом. Также чаще всего жители северных районов подвержены йододефициту. На Севере отмечается ухудшение биологических свойств материнского организма, что приводит к более частым осложнениям течения беременности и родов у женщин [3]. В современной научной литературе имеется ряд работ, посвященных особенностям характерной для северных регионов перинатальной патологии напрямую связанным с высоким удельным весом перинатальных факторов риска [4].

Питанию в формировании здоровья детей на Севере в условиях фото и витаминной недостаточности традиционно принадлежит особая роль. Среди детей северных территорий широко распространены синдромы и симптомы алиментарных дефицитов, болезней нарушения питания и обмена веществ. Проблема гиповитаминозов была подтверждена и биохимическими исследованиями детей дошкольного и школьного возраста. Обнаруженная ситуация не могла не отразиться на формировании и клинических особенностях широко распространенных на Севере заболеваний детей и подростков.

Из-за суровых условий Севера жителям нужно придерживаться строгих рекомендаций, чтобы у них было хорошее здоровье. Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что жителям северных районов нужно уделять большое внимание своему здоровью.

### Литература

1. Апанасенко Г. Л., Попова Л. А. Медицинская валеология. Ростов н/Д. : Феникс, 2000.
2. Батош Т. П., Максимов А. Л. Особенности психофизиологического статуса у подростков различных районов Магаданской области // Экология человека. 2007. № 6. С. 19–24.
3. Бойко Е. Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург : УрО РАН, 2005.
4. Величковский Б. Т. Жизнеспособность нации. Роль социального стресса и генетических процессов в популяции в развитии демографического кризиса и изменении состояния здоровья населения России. М. : РАМН, 2009.

УДК 616.1-073:612.766.1-057.87(1-17):004

*Башкатова Ю. В., Проворова О. В., Волохова М. А., Потетюрина Е. С.*  
*Bashkatova Yu. V., Provorova O. V., Volokhova M. A., Poteturina E. S.*

### НЕЙРОКОМПЬЮТИНГ В ИЗУЧЕНИИ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА НА СЕВЕРЕ

### NEUROCOMPUTING IN HUMAN CARDIOVASCULAR SYSTEM STUDY IN THE NORTH

На основе математической статистики изучалась динамика поведения параметров сердечно-сосудистой системы у групп тренированных и нетренированных студентов в ответ на дозированную физическую нагрузку. Нейронная сеть представляла различия между группами, т. е. выполнялась процедура бинарной классификации. Использование нейро-ЭВМ обеспечивает не только идентификацию различий между группами (статистически неэффективно), но и ранжирование диагностических признаков при изучении характера влияния нагрузки на организм нетренированных и тренированных испытуемых.

*Ключевые слова:* кардиоинтервалы, физические нагрузки, сердечно-сосудистая система, нейрокомпьютинг.

**Введение.** Исследования показывают, что именно нарушения в нервно-мышечной (НМС) и сердечно-сосудистой (ССС) системах отражают наиболее ранние метаболические и гемодинамические сдвиги, являются фактором, предопределяющим характер изменений работоспособности и степень выраженности изменений в состоянии здоровья [1–4]. Несомненный интерес вызывает изучение показателей функциональных систем организма человека в ответ на действие дозированной физической нагрузки. Важную роль в приспособлении организма к дозированным физическим нагрузкам играют показатели степени активности регуляции сердечно-сосудистой системы со стороны вегетативной нервной системы. Изучение функционального состояния организма человека, а также степени физической подготовленности представляет особый интерес в рамках теории хаоса и самоорганизации, что позволяет прогнозировать их возможные изменения и получать важную информацию о текущей динамике исследуемых функций [7–10].

Создание общей теории патологии упирается в отсутствие объективных подходов сравнения гомеостаза больного и здорового организма. Оказывается, что во многих случаях при развитии заболевания (перехода организма от нормогенеза к патогенезу и обратном процессе выздоровления под действием лечебных мероприятий) в рамках применения традиционных статистических методов не удаётся зафиксировать статистически значимые различия между выборками различных параметров  $x_i$  организма, если он находится в разных гомеостатических состояниях [5–12].

Медицина продолжает пребывать в рамках традиционных статистических методов исследования, что затрудняет её дальнейшее развитие в эффективном направлении и снижает достоверность регистрации различий между нормогенезом и патогенезом при индивидуальном подходе (в оценке индивидуальной эволюции организма больного при развитии патологии или выздоровлении) [11–13; 15].

**Цель работы** – оценка динамики поведения параметров сердечно-сосудистой системы в ответ на дозированную физическую нагрузку на базе программы NeuroPro.

**Объект и методы исследования.** В качестве двух кластеров были отобраны следующие группы: I группа – студенты основной группы здоровья, занимающиеся физической культурой в рамках общеобразовательной программы университета, II группа – студенты СурГУ, профессионально занимающиеся игровыми видами спорта (баскетбол и волейбол) (в каждой группе по 30 человек). Нейросети обеспечивали ранжирование параметров кластера вегетативной нервной системы.

Для идентификации параметров порядка ВСОЧ (как наиболее важных диагностических признаков  $x_i$ ) были применены нейросетевые методики. Использовалась стандартная процедура бинарной классификации, а также многокластерной классификации на базе программы NeuroPro 0,25. Во всех случаях определялись параметры порядка системы и значимость входных сигналов. Обучение нейронной сети на некоторой фиксированной выборке производилось градиентным методом оптимизации. Во всех случаях определялись параметры порядка системы и значимость входных сигналов. Основой работы самообучающихся нейропрограмм является искусственная нейронная сеть, состоящая из совокупности нейронов – элементов, взаимосвязанных между собой определенным образом. Межнейронные связи задаются программно. Функционирование нейрона в нейрокомпьютере или нейропрограмме сопоставимо с работой биологического нейрона. Нейросетевые технологии позволяют решать задачи классификации, оптимизации и прогнозирования [6–7; 11–13].

Информация о состоянии параметров вегетативной нервной системы (ВНС) была получена на базе пульсоксиметра ЭЛОКС–01 М. В устройстве Элокс–01 М применяется фотооптический пальцевой датчик (в виде прищепки), с помощью которого происходит регистрация пульсовой волны с одного из пальцев кисти в положении испытуемого сидя. Технически датчик выполнен с применением оптических излучателей и фотоприемника двух типов: в ближнем инфракрасном и красном спектре диапазона световой волны, которые дают возможность непрерывно определять индикацию значения степени насыщения гемоглобином крови кислородом (SPO<sub>2</sub>) в процентах, а также значения частоты сердечных сокращений (ЧСС).

Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета «Statistica 6.1». Анализ соответствия вида распределения полученных данных закону нормального распределения производился на основе вычисления критерия Колмогорова – Смирнова. Дальнейшие исследования в зависимости от распределения производились методами параметрической и непараметрической статистики (критерий Стьюдента, Вилкоксона).

**Результаты и их обсуждение.** Усредненные значения признаков отдельных координат  $x_i$  вектора состояния системы интегральных и спектральных параметров сердечно-сосудистой системы со стороны вегетативной нервной системы у нетренированных и тренированных испытуемых до физической нагрузки представлены в табл. 1, 2.

Методом традиционной математической статистики проведена статистическая обработка результатов исследований показателей сердечно-сосудистой системы у групп тренированных и нетренированных студентов до и после физической дозированной нагрузки в пределах доверительного интервала (с уровнем значимости  $p < 0,05$ ). Установлено, что параметры сердечно-сосудистой системы не описываются законом нормального распределения, поэтому дальнейшие расчеты зависимостей производились методами непараметрической статистики [13–15].

Каждый раз нейросеть демонстрирует другое внутреннее состояние при своей работе. Внутреннее состояние сети – хаос, но внешний выход будет сходным. Таким образом, значимость весовых коэффициентов точно предсказать невозможно при разовой настройке, что не учитывается многими исследователями. Нейронная сеть представляла различия между группами, т. е. выполнялась процедура бинарной классификации. При повторении процедуры классификации результат был одинаков, но значения весовых коэффициентов для каждого цикла были различными. Веса диагностических признаков  $x_i$  хаотически изменялись. Каждый раз нейронная сеть выполняла идентификацию, но с помощью различного типа внутренней конфигурации. Выход (результат бинарной классификации) был одинаков, но внутренняя конфигурация нейронной сети каждого  $j$ -го обучения (метод градиентного спуска) была различной.

Таблица 1

**Усредненные значения  $w_i$  признаков отдельных координат  $x_i$  вектора состояния системы (параметры  $x_i$  интегральных и временных параметров ССС нетренированных и тренированных студентов до нагрузки)**

Расчеты итераций	До нагрузки					
	Средние значения координат вектора состояния системы					
	SIM = $\langle x_1 \rangle$	PAR = $\langle x_2 \rangle$	HR = $\langle x_3 \rangle$	SDNN = $\langle x_4 \rangle$	INB = $\langle x_5 \rangle$	SpO2 = $\langle x_6 \rangle$
50	0,805	0,683	0,271	0,868	0,605	0,499
Me (5 %; 95 %)	0,832 (0,466; 1,000)	0,701 (0,273; 1,000)	0,257 (0,112; 0,529)	1,000 (0,507; 1,000)	0,567 (0,276; 1,000)	0,423 (0,227; 1,000)
D	0,031	0,065	0,020	0,033	0,049	0,045

Из полученных данных, представленных в табл. 1, наблюдалось наибольшее усредненное значение  $x_4 = \text{SDNN}$  вектора состояния системы интегральных параметров сердечно-сосудистой системы у нетренированных и тренированных испытуемых как до, так и после физической нагрузки. Динамика изменения весовых коэффициентов колеблется в среднем от 0,271 до 0,868.

Мы имели просто некоторые наборы выборок, которые генерируются как бы из разных генеральных совокупностей [2–6]. Веса признаков  $x_i$  изменялись при каждой настройке и эти вариации (распределение каждого  $x_i$ ) нейро-ЭВМ не попадают под закон нормального распределения. Установлено, что непараметрические распределения для каждой серии (из  $N = 50$ ) тоже получались разными.

Из табл. 2 следует, что средние значения координат вектора состояния системы как до нагрузки, так и после нагрузки сильно варьируются у нетренированных и тренированных

студентов. Наблюдается наибольшее усредненное значение  $x_1 = VLF$  вектора состояния системы спектральных параметров сердечно-сосудистой системы у нетренированных и тренированных испытуемых как до, так и после физической нагрузки. После нагрузки этот параметр уменьшился в 13,7 раза.

Таблица 2

**Усредненные значения  $w_i$  признаков отдельных координат  $x_i$  вектора состояния системы (параметры  $x_i$  спектральных параметров ССС нетренированных и тренированных студентов до нагрузки)**

Расчеты итераций	До нагрузки						
	Средние значения координат вектора состояния системы						
	VLF = $\langle x_1 \rangle$	LF = $\langle x_2 \rangle$	HF = $\langle x_3 \rangle$	Total = $\langle x_4 \rangle$	LF norm = $\langle x_5 \rangle$	HF norm = $\langle x_6 \rangle$	LF/HF = $\langle x_7 \rangle$
50	13,375	0,486	0,710	0,649	0,183	0,182	0,474
Me (5 %; 95 %)	1,000 (0,360; 1,000)	0,451 (0,161; 1,000)	0,770 (0,265; 1,000)	0,653 (0,308; 0,926)	0,178 (0,080; 0,336)	0,178 (0,078; 0,317)	0,454 (0,171; 0,878)
D	0,077	0,055	0,063	0,035	0,006	0,007	0,056

**Заключение.** Нейронная сеть представляла различия между группами, т. е. выполнялась процедура бинарной классификации. При повторении процедуры классификации результат был одинаков, но значения весовых коэффициентов для каждого цикла были различными. Веса диагностических признаков  $x_i$  хаотически изменялись. При многократном повторении данной процедуры, для каждого  $x_i$  на  $j$ -том шаге повторения процедуры мы получили хаотическую генерацию значений весовых коэффициентов. Из таких повторений получаем хаотическую динамику и для каждой серии.

Использование нейро-ЭВМ обеспечивает не только идентификацию различий между группами (статистически неэффективно), но и ранжирование диагностических признаков при изучении характера влияния нагрузки на организм нетренированных и тренированных испытуемых. Показано, что число итераций бинарных классификаций должно быть не меньше 100.

### Литература

1. Гавриленко Т. В., Баженова А. Е., Балтикова А. А., Башкатова Ю. В., Майстренко Е. В. Метод многомерных фазовых пространств в оценке хаотической динамики тремора // Вестн. новых мед. технологий. Электрон. изд. 2013. № 1. С. 5.
2. Добрынина И. Ю., Горбунов Д. В., Козлова В. В., Синенко Д. В., Филатова Д. Ю. Особенности кардиоинтервалов: хаос и стохастика в описании сложных биосистем // Вестн. новых мед. технологий. 2015. Т. 22. № 2. С. 19–26.
3. Добрынина И. Ю., Еськов В. М., Живогляд Р. Н., Чантурия С. М., Шипилова Т. Н. Особенности гестозов и нарушений углеводного обмена // Вестн. новых мед. технологий. 2006. Т. 13. № 3. С. 14–16.
4. Добрынина И. Ю., Еськов В. М., Живогляд Р. Н., Чантурия С. М., Шипилова Т. Н. Системный кластерный анализ показателей функций организма женщин с опг-гестозом в условиях Севера РФ // Вестн. новых мед. технологий. 2006. Т. 13. № 4. С. 61–62.
5. Дудин Н. С., Русак С. Н., Хадарцев А. А., Хадарцева К. А. Новые подходы в теории устойчивости биосистем – альтернатива теории А. М. Ляпунова // Вестн. новых мед. технологий. 2011. Т. 18. № 3. С. 336.
6. Еськов В. М., Адайкин В. И., Добрынин Ю. В., Полухин В. В., Хадарцева К. А. Насколько экономически эффективно внедрение методов теории хаоса и синергетики в здравоохранение // Вестн. новых мед. технологий. 2009. Т. 16. № 1. С. 25–28.
7. Еськов В. М., Еськов В. В., Хадарцев А. А., Филатов М. А., Филатова Д. Ю. Метод системного синтеза на основе расчета межаттракторных расстояний в гипотезе равномерного

и неравномерного распределения при изучении эффективности кинезитерапии // Вестн. новых мед. технологий. 2010. Т. 17. № 3. С. 106–110.

8. Еськов В. М., Хадарцев А. А., Каменев Л. И. Новые биоинформационные подходы в развитии медицины с позиций третьей парадигмы (персонафицированная медицина – реализация законов третьей парадигмы в медицине) // Вестн. новых мед. технологий. 2012. Т. 19. № 3. С. 25–28.

9. Еськов В. М., Хадарцев А. А., Козлова В. В., Филатов М. А. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине // Системный синтез параметров функций организма жителей Югры на базе нейрокомпьютинга и теории хаоса-самоорганизации в биофизике сложных систем. Самара, 2014. Том XI. Самара : Офорт, 2014. 192 с.

10. Еськов В. М., Полухин В. В., Дерпак В. Ю., Пашнин А. С. Математическое моделирование произвольных движений в норме и при патологии // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2015. № 2. С. 75–86.

11. Еськов В. М., Газя Г. В., Майстренко Е. В., Болтаев А. В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечно-сосудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59–63.

12. Еськов В. М., Еськов В. В., Вохмина Ю. В., Гавриленко Т. В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физика. Астрономия. 2016. № 2.

13. Еськов В. М., Хадарцев А. А., Еськов В. В., Вохмина Ю. В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов у трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29. № 1. С. 44–51.

14. Русак С. Н., Молягов Д. И., Бикмухаметова Л. М., Филатова О. Е. Биоинформационные технологии в анализе фазовых портретов погодно-климатических факторов в m-мерном пространстве признаков // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2014. № 3. С. 24–28.

15. Филатов М. А., Филатова Д. Ю., Сидоркина Д. А., Нехайчик С. М. Идентификация параметров порядка в психофизиологии // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2014. № 2. С. 4–13.

УДК 612.59:612.74.014.43.08

*Берестин Д. К., Стрельцова Т. В., Черников Н. А., Пахомов А. А., Томчук А. Г.  
Berestin D. K., Streltsova T. V., Chernikov N. A., Pakhomov A. A., Tomtchuk A. G.*

## **КВАЗИАТТРАКТОРЫ ПАРАМЕТРОВ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МЫШЦ ПРИ ХОЛОДОВОМ СТРЕССЕ**

### **QUASI-ATTRACTOR PARAMETERS OF BIOELECTRIC ACTIVITY OF MUSCLES DURING COLD STRESS**

В работе показана практическая возможность применения метода многомерных фазовых пространств как количественной меры для оценки хаотической динамики на примере работы мышц (сгибателя мизинца). При изучении и моделировании сложных биологических объектов (complexity) возникает возможность внедрения традиционных физических методов в биологические исследования и новых методов на базе теории хаоса-самоорганизации. В конечном итоге анализ состояния биомеханической системы производился на основе сравнения объема  $V_G$  квазиаттрактора. Показано изменение объемов квазиаттракторов  $V_G$  при различном статистическом усилии до и после холодного стресса.

*Ключевые слова: миограмма, квазиаттрактор, фазовое пространство состояний.*



### **Введение**

Биопотенциалы мышц, как и любая сложная биологическая динамическая система (БДС), к числу которых относится и организм человека, очень сложно поддаются изучению и моделированию [8]. Внедрение традиционных физических моделей в подобные биологические исследования возможно только на основе принципа неопределенности Гейзенберга и новых методов теории хаоса-самоорганизации (ТХС) [5–7]. В нашей работе мы делаем попытку такого сравнения на основе метода анализа многомерных фазовых пространств в рамках разрабатываемой сейчас ТХС для изучения особенностей реакции элетромиограмм (ЭМГ) в ответ на различную статическую нагрузку до и после холодового стресса.

При этом вместо традиционного понимания стационарных режимов биосистем в виде  $dx/dt = 0$ , где  $x = x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  является вектором состояния системы (ВСС), мы используем расчет параметров квазиаттракторов (КА), внутри которых наблюдается движение  $x(t)$  в фазовом пространстве состояний (ФПС). Эти движения имеют хаотический характер, т. е. постоянно  $dx/dt \neq 0$ , но при этом движение ВСС ограничено в ФПС объемом такого квазиаттрактора [2–4]. Для расчёта параметров квазиаттракторов обычно мы используем координаты  $x_1 = x_1(t)$  – реальной переменной (у нас это биопотенциалы мышц (БПМ) и  $x_2 = dx_1/dt$  – скорость изменения фазовой координаты  $x_1$  [1].

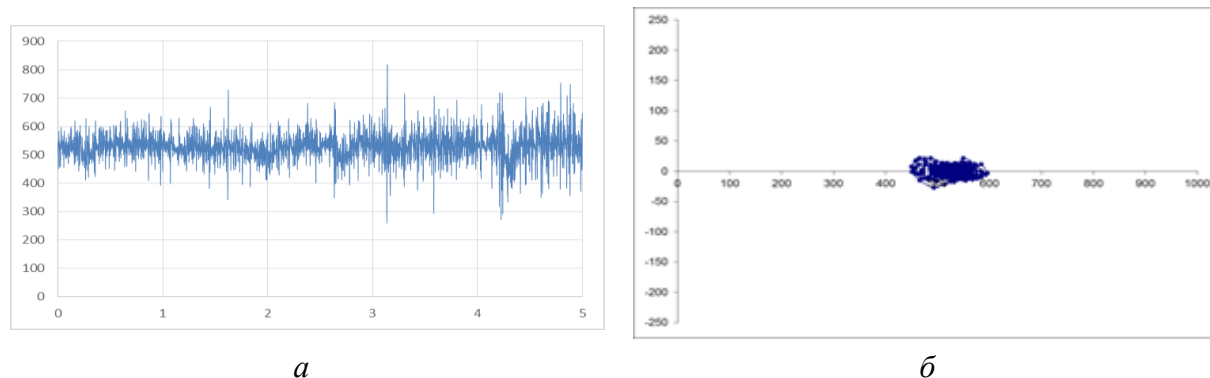
**Объект и методы исследования.** В данной работе не изучались гендерные различия, т. к. параметры миограмм женщин и мужчин хоть и отличаются, но все-таки зависят от физиологического состояния организма испытуемых. К данному исследованию была привлечена группа испытуемых мужчин в возрасте от 21 до 27 лет, число испытуемых – 18 человек. У испытуемых регистрировались миограммы с частотой дискретизации  $\tau = 0,25$  мс, время записи  $t = 5$  сек., для каждого испытуемого регистрировалась электромиограмма (ЭМГ) при слабом статическом напряжении мышцы  $F_1 = 5$  даН и при сильном напряжении  $F_2 = 15$  даН с помощью квантования сигнала в виде файла значений  $x_1$ , где  $x_1$  – это величина биосигнала *musculus adductor digiti mini* (мышца мизинца). Для каждого статического напряжения производилась запись 15 ЭМГ подряд, т. о. получалось 15 различных выборок. Между каждым экспериментом (изменение статического напряжения) испытуемым давалось время на восстановление  $t$  от 15 до 20 мин. Затем испытуемый погружал кисть в емкость с водой с температурой  $T \approx 2-4$  °С, после чего производилась регистрация ЭМГ после локального холодового воздействия. После каждого охлаждения испытуемым давали время на восстановление от 20 до 25 минут. Так для каждого испытуемого были получены по 15 выборок электромиограмм в четырех различных состояниях: до локального холодового воздействия при сильном и слабом статическом напряжении и после локального холодового воздействия при двух видах статического напряжения (сильном и слабом).

С помощью ЭВМ производилась визуализация данных, полученных с электронейромиографа, затем строилась временная развертка сигнала, которая преобразовывалась дискретизацией сигнала в некоторые числовые ряды (выборки ЭМГ).

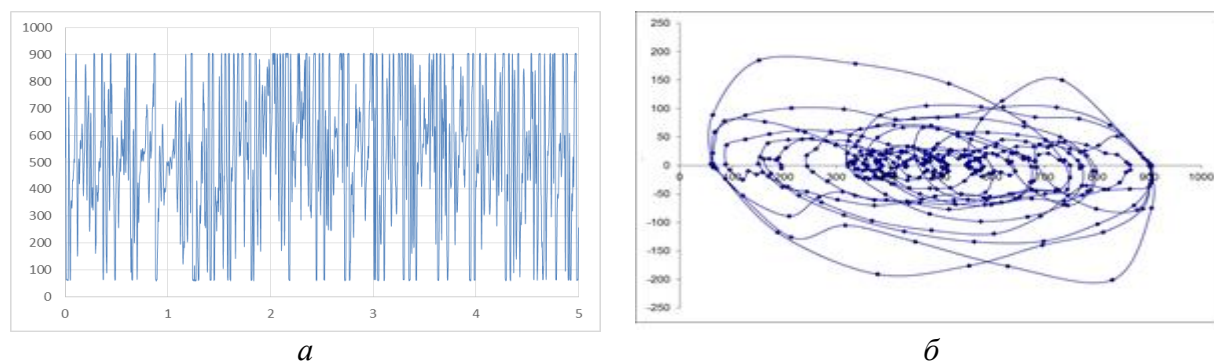
На основе полученного вектора  $x(t) = (x_1, x_2)^T$  строились квазиаттракторы (КА) динамики поведения  $x(t)$  и определялись объемы полученных квазиаттракторов  $V_G$  по формуле  $V_G^{\max} \geq \Delta x_1 \cdot \Delta x_2 \geq V_G^{\min}$ , где  $\Delta x_1$  – вариационный размах величины ЭМГ, а  $\Delta x_2$  – размах изменений для  $x_2(t)$  скорости изменения ЭМГ. В конечном итоге анализ состояния мышц испытуемых при развитии различных усилий  $F$  проводился на основе сравнения площади КА в виде  $S$ .

**Результаты исследования и их обсуждение.** Каждый из векторов биосистемы, перемещаясь по осям ( $x_1$  и  $x_2$ ) (на рис. 1б и рис. 2б), может образовывать фазовую плоскость, описывающую динамику поведения двумерного вектора  $x = (x_1, x_2)^T$ , которая и представлена на рис. 1 и рис. 2. Эти области образуют КА, внешний вид которого представлен на рис. 1б и 2б. Были рассчитаны КА всех 60 выборок для каждого из 18 испытуемых при 4 различных состояниях (для каждого испытуемого были получены 60 выборок по 15 выборок для каждого состояния). В результате были установлены определенные закономерности изменения размерностей КА для получаемых выборок ЭМГ. Далее представлены данные для одного испытуемого, т. к. для всех испытуемых были получены одинаковые закономерности.

Аналогичный анализ всех испытуемых был проведен при сильном напряжении  $F_2 = 15$  даН. Типичный пример для всех испытуемых представлен на рис. 2 (для испытуемого БАН). Этот рисунок демонстрирует увеличение параметров  $S_2$  для КА при сильной статической нагрузке ( $F_2 = 15$  даН) испытуемого в сравнении с  $S_1$  для КА при слабой статической нагрузке ( $F_1 = 5$  даН).



**Рис. 1. Результаты обработки данных, полученных при слабом напряжении мышцы ( $F_1 = 5$  даН); испытуемый БАН как типичный пример всей группы:**  
 $a$  – временная развертка сигнала;  $b$  – фазовые траектории КА с площадью  $S_1 = 84\,816$  у.е.



**Рис. 2. Результаты обработки данных, полученных при слабом напряжении мышцы ( $F_2 = 15$  даН); испытуемый БАН как типичный пример всей группы:**  
 $a$  – временная развертка сигнала;  $b$  – фазовые траектории КА с площадью  $S_2 = 596\,144$  у.е.

Как выглядят сигнал и площадь квазиаттрактора для  $F_1$  и  $F_2$  (на примере одного испытуемого) мы уже представили на рис. 1, 2. Здесь фазовые координаты  $x_1$  – реальные значения биопотенциалов, а  $x_2 = dx_1/dt = V$  – это скорость их изменения. Очевидно почти шестикратное увеличение площади  $S_2$  (рис. 2б) по отношению к  $S_1$  (рис. 1б). Расчет этих двух значений площадей КА в виде  $S_1$  и  $S_2$  мы производили для многих испытуемых и везде картина одинакова: увеличение силы напряжения мышцы увеличивает площадь квазиаттрактора.

В табл. 1 мы для одного испытуемого при 15 повторах экспериментов представляем средние значения площадей КА для сильного и слабого статического усилия, а также значения площадей КА при этих же значениях статического усилия, но после холодного воздействия.

Очевидно, что по средним значениям площадей КА эти величины различаются и реально представляют состояние параметров ЭМГ в двух разных физиологических состояниях всех испытуемых. Так, при слабом ( $F_1 = 5$  даН) статическом усилии после холодного воздействия произошло увеличение площади КА в 2,5 раза ( $S_{1до} = 94\,770,7$ ;  $S_{1после} = 242\,428,4$ ). Но при сильном ( $F_2 = 15$  даН) статическом усилии после холодного воздействия произошло

уменьшение площади КА в 1,5 раза ( $S_{2до} = 603\ 972,9$ ;  $S_{2после} = 406\ 837,7$ ). Еще раз подчеркнем, что для каждого испытуемого наблюдается такая же закономерность, но значения площадей для каждого испытуемого индивидуальны.

Таблица 1

**Значения площади квазиаттрактора S электромиограмм одного и того же человека (БАН) при слабом ( $F_1 = 5$  даН) и сильном ( $F_2 = 15$  даН) напряжении мышц до и после холодого воздействия**

№ эксперимента	При слабом усилии до холодого воздействия	При слабом усилии после холодого воздействия	При сильном усилии до холодого воздействия	При сильном усилии после холодого воздействия
1	19 596,0	142 290,0	569 184,0	436 720,0
2	29 295,0	223 344,0	590 208,0	406 192,0
3	84 816,0	206 424,0	585 968,0	388 384,0
4	62 118,0	214 630,0	671 616,0	351 920,0
5	47 196,0	257 184,0	694 512,0	337 504,0
6	50 350,0	255 492,0	641 936,0	436 720,0
7	126 608,0	249 018,0	615 648,0	415 030,0
8	58 560,0	259 722,0	525 760,0	434 176,0
9	78 000,0	235 188,0	642 026,0	481 664,0
10	91 443,0	236 034,0	561 376,0	396 864,0
11	71 185,0	239 701,0	596 288,0	388 384,0
12	153 972,0	270 720,0	656 352,0	523 216,0
13	176 660,0	298 991,0	560 528,0	344 288,0
14	186 082,0	276 122,0	596 144,0	414 672,0
15	185 680,0	271 566,0	552 048,0	346 832,0
Среднее значение	94 770,7	242 428,4	603 972,9	406 837,7

**Выводы:** Аналог принципа Гейзенберга является наиболее эффективным и значимым методом оценки состояния ЭМГ испытуемых. Расчет КА используется в фазовых координатах  $x_1 = x_1(t)$  – реальные значения биопотенциалов мышц и  $x_2 = dx_1/dt$  – скорость изменения  $x_1$  во времени. В этом двумерном (а в общем случае можно использовать и  $x_3 = dx_2/dt$ , т. е. трёхмерное ФПС) фазовом пространстве можно рассчитывать параметры квазиаттракторов (площади  $S$  или объёмы  $V = \Delta x_1 \cdot \Delta x_2 \cdot \Delta x_3$ , где  $\Delta x_i$  – вариационные размахи координаты  $x_i$ ), которые являются моделями психического состояния испытуемых и физиологического состояния мышцы.

### Литература

1. Веракса Н. А., Горбунов Д. В., Шадрин Г. А., Стрельцова Т. В. Эффект Еськова – Зинченко в оценке параметров теппинга методами теории хаоса-самоорганизации и энтропии // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 1. С. 17–24.
2. Гавриленко Т. В., Горбунов Д. В., Эльман К. А., Черников Н. А. Динамика изменения параметров биоэлектрической активности мышц в ответ на статическое усилие // Вестн. новых мед. технологий. Электронное издание. 2015. Т. 9. № 4. С. 4.
3. Гавриленко Т. В., Горбунов Д. В., Эльман К. А., Шадрин Г. А. Динамика изменения параметров биоэлектрической активности мышц в ответ на разное статическое усилие // Вестн. новых мед. технологий. Электрон. изд. 2015. Т. 9. № 3. С. 8.
4. Горбунов Д. В., Полухин В. В., Алиев Н. Ш., Самсонов И. Н. Энтропийный подход в оценке биопотенциалов мышц // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2015. № 4. С. 77–83.

5. Еськов В. М., Хадарцев А. А., Еськов В. В., Вохмина Ю. В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29. № 1. С. 44–51.

6. Еськов В. М., Газя Г. В., Майстренко Е. В., Болтаев А. В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечно-сосудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59–63.

7. Еськов В. М., Еськов В. В., Вохмина Ю. В., Гавриленко Т. В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физика. Астрономия. 2016. № 2.

8. Филатов М. А., Веракса Н. А., Филатова Д. Ю., Поскина Т. Ю. Понятие произвольных движений с позиций эффекта Еськова – Зинченко в психофизиологии движений // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 1. С. 24–32.

УДК 612.741.1.014.43.08:004

*Берестин Д. К., Стрельцова Т. В., Вохмина Ю. В., Романчук А. Л., Шерстюк Е. С.  
Berestin D. K., Streltsova T. V., Vokhmina Yu. V., Romanchuk A. L., Sherstyuk E. S.*

### **МАТРИЦЫ ПАРНЫХ СРАВНЕНИЙ ВЫБОРОК ЭЛЕКТРОМИОГРАММ В УСЛОВИЯХ ЛОКАЛЬНОГО ХОЛОДОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

### **MATRIX OF PAIRWISE COMPARISONS OF ELECTROMYOGRAM SAMPLES IN TERMS OF LOCAL COLD EXPOSURE**

В данной статье представлены методы анализа динамики биоэлектрической активности отводящей мышцы мизинца правой руки как реакции на статическое усилие при сжатии динамометра до и после локального холодового воздействия. В качестве основного использовался один из методов стохастики (расчет матриц парных сравнений). Матрицы парных сравнений выборок рассчитывались для всех испытуемых при двух силах нажатия динамометра: слабом ( $F_1 = 5$  даН) и сильном ( $F_2 = 15$  даН). Показаны изменения состояния системы в сторону увеличения степени вариабельности биоэлектрической активности мышцы разгибателя мизинца. Полученные результаты позволяют определить уровень способности выполнения заданных операций под воздействием охлаждения.

*Ключевые слова:* миограмма, холодовое воздействие, матрица парных сравнений.

**Введение.** Для территории Северо-Западной Сибири характерен резко континентальный климат. Наряду с действием экологических факторов на человека оказывают влияние факторы, характерные для развитых урбанизационных экологических систем. Мы также должны говорить и о хаотическо-динамическом изменении метеорологических факторов в зимний период, которое характерно как для г. Сургута, так и для всей территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры [5]. Довольно часты флюктуации давления, температуры, влажности в очень широком диапазоне. Необходимо отметить, что температуры минус 30–35 °С являются характерными для зимнего периода территории ХМАО. Влияние метеофакторов на состояние ФСО в целом существенно.

В биофизике сложных систем в настоящее время не существует устойчивого убеждения о том, что биопотенциалы мышц в различных состояниях очень сложно поддаются изучению и моделированию, как и все сложные биологические динамические системы (БДС). Как уже было показано в ряде работ [2–4; 7], данный вид движений имеет хаотический ха-

рактен, т. е. постоянно  $dx/dt \neq 0$ , но при этом движение вектором состояния системы (ВСС) ограничено некоторым фазовым пространством состояний (ФПС) [1; 6].

**Объект и методы исследования.** В данной работе не изучались гендерные различия, т. к. параметры миограмм женщин и мужчин хоть и отличаются, но все-таки зависят от физиологического состояния организма испытуемых. К данному исследованию была привлечена группа испытуемых мужчин в возрасте от 21 до 27 лет, число испытуемых – 18 человек. У испытуемых регистрировались миограммы с частотой дискретизации  $\tau = 0,25$  мс, время записи  $t = 5$  сек., для каждого испытуемого регистрировалась электромиограмма (ЭМГ) при слабом статическом напряжении мышцы  $F_1 = 5$  даН и при сильном напряжении  $F_2 = 15$  даН с помощью квантования сигнала в виде файла значений  $x_1$ , где  $x_1$  – это величина биосигнала *musculus adductor digiti mini* (мышца мизинца). Для каждого статического напряжения производилась запись 15 ЭМГ подряд, таким образом получалось 15 различных выборок. Между каждым экспериментом (изменение статического напряжения) испытуемым давалось время на восстановление  $t$  от 15 до 20 мин. Затем испытуемый погружал кисть в емкость с водой с температурой  $T \approx 2-4$  °С, после чего производилась регистрация ЭМГ после локального холодного воздействия. После каждого охлаждения испытуемым давали время на восстановление от 20 до 25 минут. Так для каждого испытуемого были получены по 15 выборок электромиограмм в четырех различных состояниях: до локального холодного воздействия при сильном и слабом статическом напряжении и после локального холодного воздействия при двух видах статического напряжения (сильном и слабом).

С помощью ЭВМ производилась визуализация данных, полученных с электронейромиографа, затем строилась временная развертка сигнала, которая преобразовывалась дискретизацией сигнала в некоторые числовые ряды (выборки ЭМГ) [2–4].

**Результаты исследования и их обсуждение.** При регистрации ЭМГ наблюдается их непрерывное изменение. При сравнении выборок любая ЭМГ имеет свой особый закон распределения и свою  $f(x)$  для каждого интервала. Были рассчитаны матрицы парных сравнений выборок ЭМГ для всех 18 испытуемых при 4 различных состояниях, в результате были установлены определенные закономерности изменения числа «совпадений» пар выборок  $k$ , получаемых параметров ЭМГ. Дальше представлены данные для одного испытуемого, т. к. для всех испытуемых были получены одинаковые закономерности.

Таким образом, и для одного испытуемого (при повторях опытов) и для группы разных испытуемых мы предлагаем использовать подобные матрицы парных сравнений ЭМГ (и их функций распределения  $f(x)$ ) для оценки физиологического состояния мышцы, выявления особенностей ее регуляции. Разовые же сравнения  $f(x)$ , которые сейчас в физиологии широко используются, не имеют никакого смысла. Появления  $p < 0,05$  в таких матрицах совершенно хаотично, имеет значение только число «совпадений»  $k$ . Оно зависит от функционального состояния мышцы (величины усилия  $F$ , от охлаждения мышцы, введения миорелаксанта, утомления и т. д.). Величина  $k$  реально может быть использована в физиологических или психофизиологических исследованиях, т. к. является новой количественной мерой выборок ЭМГ (т. е. отнесения их к одной генеральной совокупности), которая описывает функциональное состояние мышцы.

Таблица 1

**Матрица парного сравнения 15-ти ЭМГ одного испытуемого ЧНА  
(число измерений N = 15) при слабом напряжении мышцы (F<sub>1</sub> = 5даН) до локального  
холодового воздействия, использовался критерий Вилкоксона  
(значимость  $p < 0,05$ , число совпадений  $k_1 = 26$ )**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	<b>0,31</b>	0,01	<b>0,67</b>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	<b>0,15</b>	0,01
2	0,00		<b>0,10</b>	<b>0,29</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	<b>0,10</b>		0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	<b>0,45</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	<b>0,29</b>	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	<b>0,31</b>	0,00	0,00	0,00		0,03	0,03	<b>0,47</b>	0,01	0,05	0,00	<b>0,19</b>	0,00	<b>0,25</b>	0,00
6	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03		0,00	<b>0,58</b>	<b>0,32</b>	<b>0,55</b>	0,01	<b>0,06</b>	0,00	0,00	0,00
7	<b>0,67</b>	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,90</b>	0,00	<b>0,64</b>	0,03
8	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,47</b>	<b>0,58</b>	0,00		<b>0,48</b>	<b>0,64</b>	<b>0,06</b>	0,03	0,00	0,01	0,00
9	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	<b>0,32</b>	0,00	<b>0,48</b>		<b>0,33</b>	<b>0,29</b>	<b>0,24</b>	0,00	0,01	0,00
10	0,01	0,00	0,01	0,00	0,05	<b>0,55</b>	0,00	<b>0,64</b>	<b>0,33</b>		<b>0,24</b>	<b>0,22</b>	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	<b>0,45</b>	0,00	0,00	0,01	0,00	<b>0,06</b>	<b>0,29</b>	<b>0,24</b>		<b>0,54</b>	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,19</b>	<b>0,06</b>	<b>0,90</b>	0,03	<b>0,24</b>	<b>0,22</b>	<b>0,54</b>		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		<b>0,16</b>	0,00
14	<b>0,15</b>	0,00	0,00	0,00	<b>0,25</b>	0,00	<b>0,64</b>	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	<b>0,16</b>		<b>0,10</b>
15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,10</b>	

Таблица 2

**Матрица парного сравнения 15-ти ЭМГ одного испытуемого ЧНА  
(число измерений N = 15) при слабом напряжении мышцы (F<sub>1</sub> = 5даН)  
после локального холодового воздействия, использовался критерий Вилкоксона  
(значимость  $p < 0,05$ , число совпадений  $k_2 = 61$ )**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		<b>0,52</b>	0,02	<b>0,86</b>	<b>1,00</b>	<b>0,20</b>	<b>0,16</b>	0,01	<b>0,65</b>	<b>0,11</b>	0,00	<b>0,69</b>	0,00	<b>0,08</b>	0,00
2	<b>0,52</b>		<b>0,11</b>	<b>0,96</b>	<b>0,68</b>	0,01	<b>0,23</b>	0,04	<b>0,67</b>	<b>0,25</b>	0,00	<b>0,06</b>	0,04	0,00	0,00
3	0,02	<b>0,11</b>		<b>0,23</b>	0,01	<b>0,10</b>	0,05	0,00	<b>0,49</b>	0,00	0,00	<b>0,06</b>	0,00	0,02	0,00
4	<b>0,86</b>	<b>0,96</b>	<b>0,23</b>		<b>0,31</b>	0,01	<b>0,88</b>	0,01	<b>0,65</b>	<b>0,06</b>	0,01	<b>0,92</b>	0,04	0,02	0,02
5	<b>1,00</b>	<b>0,68</b>	0,01	<b>0,31</b>		<b>0,24</b>	<b>0,63</b>	<b>0,40</b>	<b>0,14</b>	<b>0,42</b>	0,00	<b>0,84</b>	0,01	0,05	<b>0,18</b>
6	<b>0,20</b>	0,01	<b>0,10</b>	0,01	<b>0,24</b>		<b>0,19</b>	<b>0,46</b>	0,02	<b>0,30</b>	0,04	0,01	<b>0,75</b>	<b>0,71</b>	<b>0,40</b>
7	<b>0,16</b>	<b>0,23</b>	0,05	<b>0,88</b>	<b>0,63</b>	<b>0,19</b>		<b>0,63</b>	0,05	<b>0,24</b>	0,01	<b>0,19</b>	<b>0,15</b>	<b>0,10</b>	<b>0,22</b>
8	0,01	0,04	0,00	0,01	<b>0,40</b>	<b>0,46</b>	<b>0,63</b>		<b>0,10</b>	<b>0,50</b>	<b>0,19</b>	<b>0,53</b>	<b>0,55</b>	<b>0,25</b>	<b>0,38</b>
9	<b>0,65</b>	<b>0,67</b>	<b>0,49</b>	<b>0,65</b>	<b>0,14</b>	0,02	0,05	<b>0,10</b>		0,01	0,00	<b>0,18</b>	0,00	0,00	0,00
10	<b>0,11</b>	<b>0,25</b>	0,00	<b>0,06</b>	<b>0,42</b>	<b>0,30</b>	<b>0,24</b>	<b>0,50</b>	0,01		0,00	<b>0,67</b>	0,02	<b>0,20</b>	<b>0,08</b>
11	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,01	<b>0,19</b>	0,00	0,00		0,00	<b>0,12</b>	0,02	0,03
12	<b>0,69</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,92</b>	<b>0,84</b>	0,01	<b>0,19</b>	<b>0,53</b>	<b>0,18</b>	<b>0,67</b>	0,00		0,05	<b>0,11</b>	<b>0,09</b>
13	0,00	0,04	0,00	0,04	0,01	<b>0,75</b>	<b>0,15</b>	<b>0,55</b>	0,00	0,02	<b>0,12</b>	0,05		<b>0,41</b>	<b>0,54</b>
14	<b>0,08</b>	0,00	0,02	0,02	0,05	<b>0,71</b>	<b>0,10</b>	<b>0,25</b>	0,00	<b>0,20</b>	0,02	<b>0,11</b>	<b>0,41</b>		<b>0,48</b>
15	0,00	0,00	0,00	0,02	<b>0,18</b>	<b>0,40</b>	<b>0,22</b>	<b>0,38</b>	0,00	<b>0,08</b>	0,03	<b>0,09</b>	<b>0,54</b>	<b>0,48</b>	

Оказалось, что в первом случае (для F1 до локального холодового воздействия) матрица парных сравнений выборок ЭМГ 15 × 15 (она дает 105 разных пар сравнений) при уси-

лии  $F_1 = 5$  даН показывает число совпадений  $k$  пар,  $k_1 = 26$ , что представлено в табл. 1, тогда как при неизменном статическом усилии ( $F_1 = 5$  даН), но уже после локального холодового воздействия происходит увеличение числа совпадений  $k$  пар выборок до  $k_2 = 61$ , что представлено в табл. 2.

При увеличении напряжения мышцы до  $F_2 = 15$  даН до локального холодового воздействия наблюдается и увеличение числа совпадений  $k_3 = 69$  (в сравнении со статическим усилением  $F_1 = 5$  даН до локального холодового воздействия). После локального холодового воздействия при статическом усилии  $F_2 = 15$  даН происходит уменьшение числа совпадений  $k$  пар выборок, в сравнении с состоянием до воздействия при статическом усилии  $F_2 = 15$  даН, здесь число совпадений  $k_4 = 56$ . Еще раз подчеркнем, что для разных испытуемых наблюдается такая же закономерность, но число совпадений  $k$  пар выборок для каждого испытуемого индивидуально.

Фактически, такие матрицы (табл. 1, 2) являются некоторой моделью особых (уникальных) систем (у нас это система регуляции ЭМГ), а  $k$  – обобщенный параметр этой модели. Матрицы парных сравнений определяют особенность регуляции ЭМГ при разных состояниях организма, но они характеризуют и систему регуляции мышц, а также они универсальны как модели.

**Выводы.** Методы расчёта матриц парных сравнений выборок ЭМГ (расчет числа  $k$  пар «совпадений» выборок ЭМГ) убедительно характеризуют различия значений параметров ЭМГ при разных состояниях мышц, а также позволяют производить оценку влияния холодового воздействия.

## Литература

1. Веракса Н. А., Горбунов Д. В., Шадрин Г. А., Стрельцова Т. В. Эффект Еськова–Зинченко в оценке параметров теппинга методами теории хаоса-самоорганизации и энтропии // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 1. С. 17–24.
2. Гавриленко Т. В., Горбунов Д. В., Эльман К. А., Григоренко В. В. Возможности стохастики и теории хаоса в обработке миограмм // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2015. № 1. С. 48–53.
3. Гавриленко Т. В., Майстренко Е. В., Горбунов Д. В., Черников Н. А., Берестин Д. К. Влияние статической нагрузки мышц на параметры энтропии электромиограмм // Вестн. новых мед. технологий. 2015. Т. 22. № 4. С. 7–12.
4. Еськов В. В., Горбунов Д. В., Григоренко В. В., Шадрин Г. А. Анализ миограмм с позиций стохастики и теории хаоса-самоорганизации // Вестн. новых мед. технологий. 2015. Т. 22. № 2. С. 32–38.
5. Еськов В. М., Хадарцев А. А., Еськов В. В., Вохмина Ю. В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29. № 1. С. 44–51.
6. Еськов В. М., Газя Г. В., Майстренко Е. В., Болтаев А. В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечно-сосудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59–63.
7. Еськов В. М., Еськов В. В., Вохмина Ю. В., Гавриленко Т. В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физика. Астрономия. 2016. № 2.
8. Филатов М. А., Веракса Н. А., Филатова Д. Ю., Поскина Т. Ю. Понятие произвольных движений с позиций эффекта Еськова–Зинченко в психофизиологии движений // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 1. С. 24–32.

УДК 616.1:612.014.4.08(571.122)

*Бикмухаметова Л. М., Русак С. Н., Прасолова А. А.*  
*Bikmukhametova L. M., Rusak S. N., Prasolova A. A.*

## О МЕТЕОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЯХ НАСЕЛЕНИЯ г. СУРГУТА

## TOWARDS METEOSENSITIVE REACTIONS OF SURGUT POPULATION

В работе приводятся результаты оценки влияния динамики погодно-климатических факторов ХМАО – Югры на показатели метеочувствительных заболеваний (I00–I99 болезни системы кровообращения) у населения г. Сургута. Выявлено, что число госпитализаций населения по заболеваниям системы кровообращения имели тесную положительную взаимосвязь с величиной межсуточных перепадов температуры в годовой динамике.

*Ключевые слова:* климаточувствительные заболевания, погодно-климатическая динамика, метеочувствительность.

**Введение.** В настоящее время вопросы, связанные с изменением глобального климата, стали выходить за рамки научной проблематики и привлекать к себе внимание и общественности, и различных управленческих структур. Это связано с тем, что климатические изменения оказывают непосредственное влияние на жизненные потребности населения и экономики в целом. В рамках научной проблематики это явление активно обсуждается, как минимум, в двух направлениях: во-первых, с точки зрения причин климатических изменений и, во-вторых, с точки зрения их последствий для природной среды и человека [1; 3; 6–7; 11].

Человеческий организм как открытая диссипативная система постоянно испытывает на себе множественное влияние различных факторов, важнейшими из которых являются метеорологические факторы. Для обозначения реакций, возникающих под влиянием погодных факторов, в научную литературу прочно вошел термин «метеотропная реакция», как наиболее полный и конкретный [2].

Метеотропными реакциями называются все виды реакций организма человека на действие погодных факторов. Патологические метеотропные реакции связаны с нарушением гомеостаза и срывом адаптационных механизмов. В свою очередь, способность организма отвечать на действие погодных факторов развитием патологических метеотропных реакций определяется как метеочувствительность [2; 10; 19].

О влиянии погодно-климатических факторов и условий на организм человека, а также на течение различных заболеваний свидетельствуют разнообразные изменения клинических, функциональных систем организма человека (как в сторону улучшения данных параметров, так и их ухудшения) при различных перемещениях (транширотных), при резкой смене погодных условий (как сезонных, так и суточных) [3; 5].

**Объект и методы исследования.** Объектом настоящего исследования послужил анализ числа госпитализаций взрослого населения г. Сургута (данные Сургутского окружного травматологического центра) в динамике 2012–2014 гг. по климаточувствительным заболеваниям на фоне динамики погодно-климатических показателей (температура, влажность атмосферного воздуха и давление), исследование характера динамики параметров производилось с позиции классической математической статистики. В исследовании учтены такие характеристики, как возраст и пол.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ изменчивости погодно-климатических факторов в динамике 2012–2014 гг. по градиентам показателей метеофакторов: температуры ( $T$ ), давления атмосферного воздуха ( $P$ ) и влажности ( $H$ ) – показал, что максимальные перепады



температуры отмечались в весеннем периоде 2014 г., максимум по перепадам значений давления атмосферного воздуха – в весеннем и осеннем периодах 2012 г., максимум по перепадам значений влажности – в весеннем периоде 2013 г., что наглядно представлено в табл. 1.

Таблица 1

**Анализ погодно-климатических факторов по перепадам значений показателей метеофакторов за период 2012–2014 гг.**

Год Месяц	2012			2013			2014		
	$\Delta T_{\text{макс}}$	$\Delta P_{\text{макс}}$	$\Delta H_{\text{макс}}$	$\Delta T_{\text{макс}}$	$\Delta P_{\text{макс}}$	$\Delta H_{\text{макс}}$	$\Delta T_{\text{макс}}$	$\Delta P_{\text{макс}}$	$\Delta H_{\text{макс}}$
Январь	11,7	9,2	11,7	8,1	7,4	11,0	11,5	6,4	9,0
Февраль	11,0	11,1	11,4	16,7	11,5	15,0	8,2	3,3	14,0
Март	11,1	12,0	27,9	14,2	11,3	28,0	7,6	27,5	26,0
Апрель	9,8	12,5	29,4	10,9	8,3	55,0	8,5	27,6	41,0
Май	7,0	11,4	66,0	8,0	8,0	60,0	19,3	14,8	45,0
Июнь	14,7	13,3	59,0	11,7	6,7	55,0	10,1	3,2	46,0
Июль	13,0	4,0	52,0	11,2	2,4	52,0	14,4	3,8	48,0
Август	13,8	10,7	43,0	8,8	3,9	36,0	8,8	3,6	34,0
Сентябрь	8,9	11,8	41,0	7,8	8,4	39,0	8,4	5,4	40,0
Октябрь	10,1	19,6	63,0	5,7	12,4	29,0	8,8	5,3	23,0
Ноябрь	11,4	15,4	29,0	13,6	11,2	19,0	16,0	19,0	34,0
Декабрь	11,4	10,8	13,0	8,2	7,4	12,0	17,1	15,9	20,0

Примечание:  $\Delta T_{\text{макс}}$  – градиент температуры атмосферно воздуха, °С,  $\Delta P_{\text{макс}}$  – градиент атмосферного давления, зПа,  $\Delta H_{\text{макс}}$  – градиент относительной влажности, %.

В целом, динамика госпитализаций пациентов (как мужчин, так и женщин) с заболеваниями системы кровообращения иллюстрировала волнообразный характер: снижение в летний период (июнь) и увеличение числа госпитализаций осенью (рис. 1, 2).

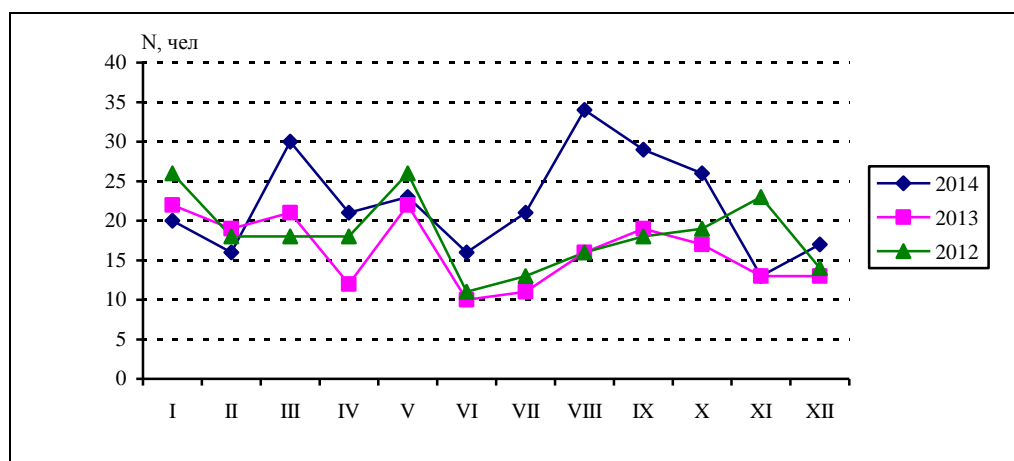
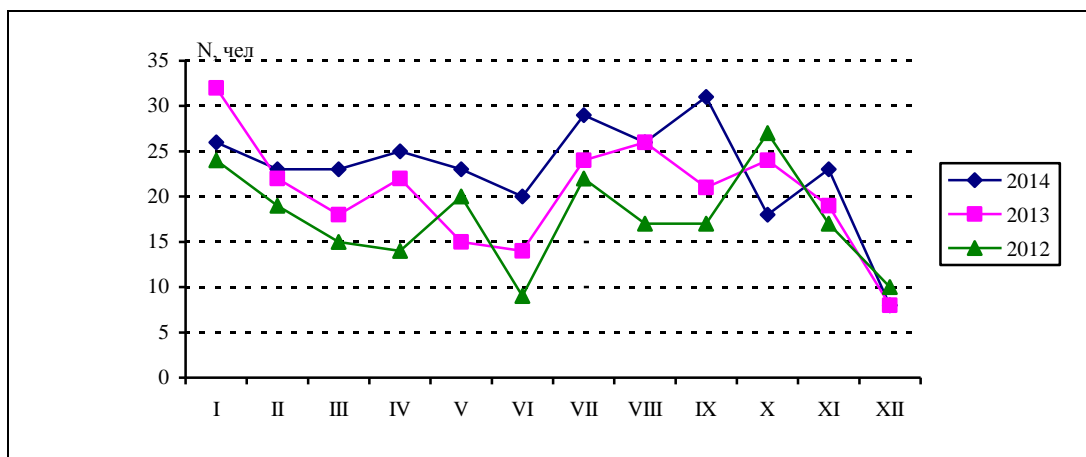


Рис. 1. Госпитализация пациентов-женщин с заболеваниями системы кровообращения в годовой динамике за период 2012–2014 гг. (нозологии I00–I99 по МКБ-10)

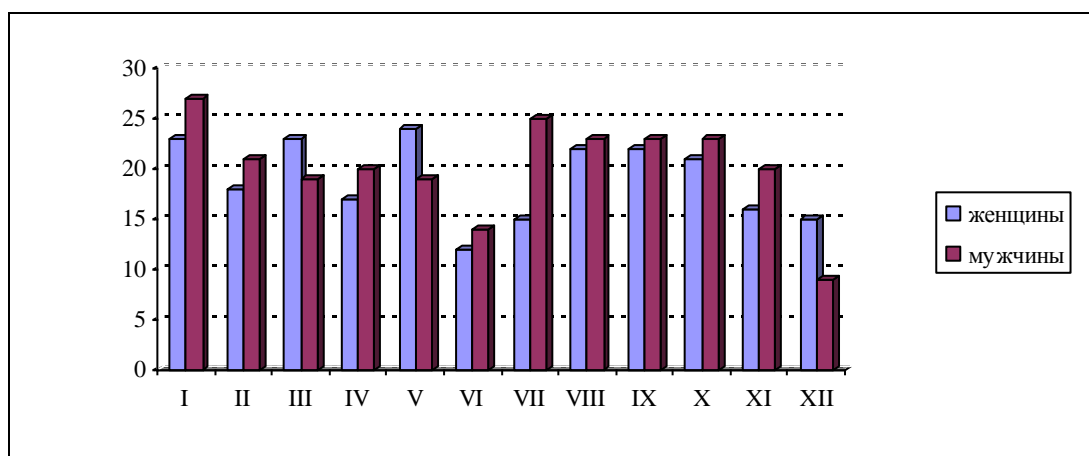
\*Примечание: МКБ – международная классификация болезней

Следует отметить, что годовая динамика госпитализаций у мужчин с заболеваниями системы кровообращения в период с 2012 г. по 2014 г. имела практически идентичный характер: незначительное снижение количества случаев госпитализации отмечалось в июне и декабре.



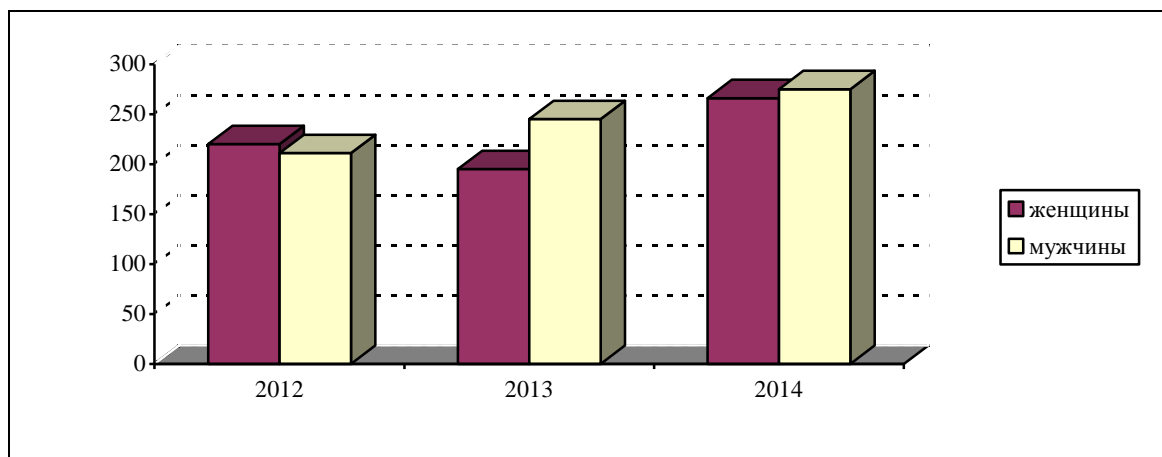
**Рис. 2. Госпитализация пациентов-мужчин с заболеваниями системы кровообращения в годовой динамике за период 2012–2014 гг. (нозологии I00–I99 по МКБ-10)**

Анализ структуры госпитализации пациентов (мужчины и женщины) с заболеваниями системы кровообращения (нозологии I00–I99 по МКБ-10) за период 2012–2014 гг. в годовой динамике (среднемноголетние показатели, чел.) показал, что наименьшее число госпитализаций у женщин приходилось на июнь месяц, а у мужчин на декабрь (рис. 3). Пик госпитализаций у женщин наблюдался в весенний период (май), в летний период (август), в осенний период (сентябрь, октябрь), в зимний период (январь); у мужчин – это летний период (июль, август), осенний период (сентябрь, октябрь), зимний период (январь). К тому же у мужчин показатели госпитализации незначительно превышали аналогичные случаи для женщин во всех периодах, кроме весеннего (март, май) и зимнего (декабрь), в эти периоды показатели госпитализации у женщин выше.



**Рис. 3. Структура госпитализации пациентов (мужчины и женщины) с заболеваниями системы кровообращения (нозологии I00–I99 по МКБ-10) в годовой динамике (среднемноголетние показатели, чел.)**

Оценка структуры госпитализации пациентов (мужчины и женщины) с заболеваниями системы кровообращения (нозологии I00–I99 по МКБ-10) в многолетней динамике показала, что максимум суммарных годовых случаев отмечен в 2014 г., а минимум приходился на 2013 г. у женщин и 2012 г. у мужчин. Из рис. 4 видно, что число госпитализаций у мужчин в период 2013 и 2014 гг. больше суммарных годовых показателей (человек), чем у женщин, что в целом может указывать на то, что мужчины являются наиболее метеозависимой группой (рис. 4).



**Рис. 4. Структура госпитализации пациентов (мужчины и женщины) с заболеваниями системы кровообращения (нозологии I00–I99) в многолетней динамике (суммарные годовые показатели, чел.)**

В материалах ВОЗ все многообразные факторы риска развития патологии объединены в четыре обобщающие группы: образ жизни, среда обитания, наследственность и качество медико-санитарной помощи. При этом здоровье населения в связи с факторами окружающей среды рассматривается как своеобразный интегрирующий показатель качества жизни [4; 7; 9].

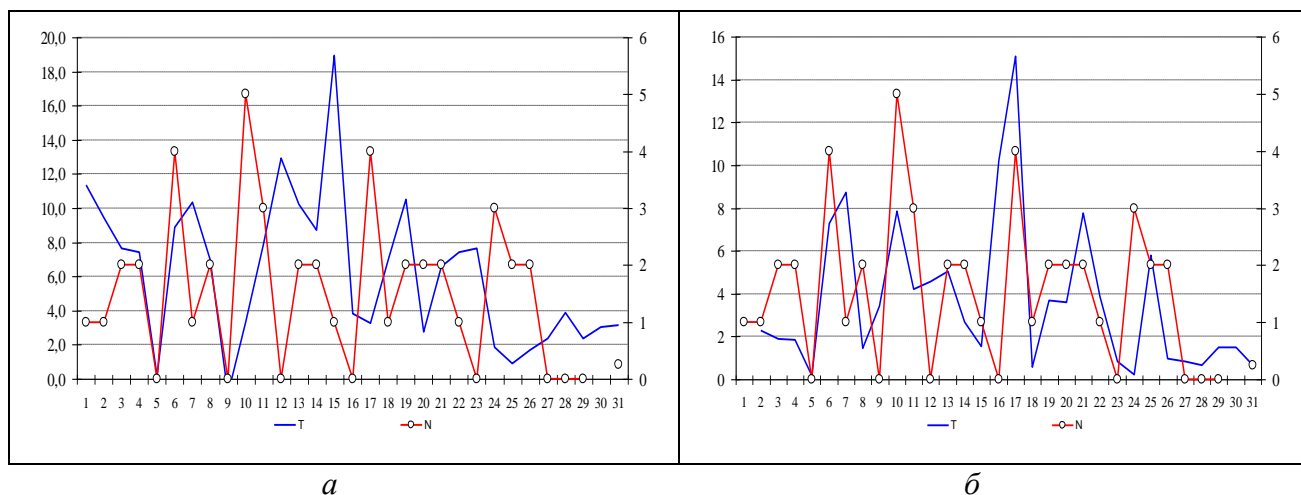
Традиционно, погодно-климатические условия продолжают оставаться среди параметров окружающей среды, определяющих условия проживания и комфортность существования человека на протяжении всей его жизни. Особенно велико значение погоды и климата для здоровья: так, по оценкам отдельных авторов, влияние погодно-климатических особенностей на состояние здоровья человека (на фоне образа жизни – 50 %, генетики – 20 %, уровня здравоохранения – 10 %) составляет около 20 %. Однако в условиях Севера и неблагоприятных техногенных воздействиях, проявляющихся в загрязнении отдельных объектов окружающей природной среды, этот процент может повышаться до 30–40 %, а иногда вклад антропогенных факторов в формирование отклонений здоровья составляет от 10 до 57 % [4; 6; 8].

Изучение возможной взаимосвязи частоты госпитализации у населения города Сургута с изменчивостью погодно-климатических факторов показало, что возникновение метеопатических реакций отчасти обусловлено и влиянием этих факторов.

Так, например, в мае 2014 г. количество госпитализированных с заболеваниями системы кровообращения (нозологии I00–I99 по МКБ-10) составило 46 человек (23 мужчины и 23 женщины); пики повышения температуры практически во всех случаях совпадали с числом увеличения экстренно госпитализированных пациентов (рис. 5а), но более выраженная взаимосвязь отмечалась для числа случаев госпитализаций с величиной межсуточных перепадов температуры (рис. 5б).

Интерес ученых самых различных направлений (от физиков до философов) к экологическим проблемам эволюции биосферы неуклонно возрастает. Как хорошо известно, адаптация живых организмов к постоянно меняющейся окружающей среде формируется под воздействием целого комплекса самых различных экологических факторов, кажущаяся хаотичность которых представляет значительные трудности для рационального научного анализа.

Одним из дизадаптивных состояний, который является составной частью северного стресса и интегрально отражающим на всех этапах формирование нарушений функций гомеостатических систем организма, оказалось болезненное реагирование человека на колебания погодных, геофизических, космических, ритмологических и других природных факторов, т. е. болезненная метеочувствительность, или метеопатия [1; 5; 10].



**Рис. 5. Количество экстренных госпитализаций с заболеваниями системы кровообращения (П10-И99) в динамике мая 2014 г. на фоне динамики температуры (а) и амплитуды температуры атмосферного воздуха (б)**

*\*Примечание:* по левой оси ОУ – количество пациентов с заболеванием П10-И99 (линия с маркером) – (а) и (б); по правой оси ОУ – величина температуры атмосферного воздуха (Т, °С, линия без маркера) – (а); величина межсуточной амплитуды температуры атмосферного воздуха, (grad Т, °С, линия без маркера) с лагом назад на 1 день – (б) по метеопараметру.

Особенностью метеопатических реакций является то, что они возникают у значительного числа людей синхронно, с изменением метеорологических условий или несколько опережая его.

Метеотропные реакции оказывают существенное влияние на здоровье человека. Контрастные смены погоды возникают при прохождении атмосферных фронтов, а малокоонтрастные – при устойчивых процессах в атмосфере. Установлено отрицательное влияние быстрой смены воздушных фронтов на метеочувствительных лиц, прежде всего, при резких изменениях метеорологических факторов. По мнению большинства ученых, эти изменения являются причиной резкого увеличения частоты сердечно-сосудистых и мозговых катастроф, обострений хронических заболеваний. Для организма человека опасны не столько экстремальные величины, сколько резкие изменения погодных факторов.

## Литература

1. Адайкин В. И., Берестин К. Н., Глушук А. А., Лазарев В. В., Полухин В. В., Русак С. Н., Филатова О. Е. Стохастические и хаотические подходы в оценке влияния метеофакторов на заболеваемость населения на примере ХМАО – Югры // Вестн. новых мед. технологий. 2008. Т. 15. № 2. С. 7–9.
2. Григорьев И. И., Григорьев А. И., Григорьев К. И. Медицинская керосология (погода и организм человека). М. : Акад. труда и соц. отношений. 1997. 53 с.
3. Еськов В. В., Филатова О. Е., Гавриленко Т. В., Химикова О. И. Прогнозирование долгожительства у российской народности ханты по хаотической динамике параметров сердечно-сосудистой системы // Экология человека. 2014. № 11. С. 3–8.
4. Еськов В. М., Филатова О. Е., Карпин В. А., Папшев В. А. Экологические факторы Ханты-Мансийского автономного округа. Ч. II. Безопасность жизнедеятельности человека на севере РФ : моногр. Самара : Офорт, 2004. 172 с.
5. Еськов В. М., Назин А. Г., Русак С. Н., Филатова О. Е., Хадарцева К. А. Системный анализ и синтез влияния динамики климато-экологических факторов на заболеваемость населения севера РФ // Вестн. новых мед. технологий. 2008. Т. 15. № 1. С. 26–29.
6. Карпин В. А., Катюхин В. Н., Гвоздь Н. Г., Пасечник А. В. Современные медико-экологические аспекты урбанизированного Севера. М., 2003. 100 с.

7. Попова М. А. Экологические проблемы и здоровье населения города Сургута // Медико-биологические проблемы здоровья человека на Севере : материалы науч. конф. Сургут, 2002. С. 141.

8. Русак С. Н., Козупица Г. С., Буров И. Г., Митющенко Н. А. Хаотическая динамика метеофакторов в условиях азиатского Севера РФ (в условиях ХМАО – Югры) // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2013. Т. 2. №3 (4). С. 13–20.

9. Русак С. Н. Современные подходы в оценке метеотропных реакций населения на примере ХМАО – Югры // Мед. наука и образование Урала. 2007. № 6. С. 121–123.

10. Русак С. Н., Молягов Д. И., Еськов В. В., Филатова О. Е. Годовая динамика погодноклиматических факторов и здоровье населения ХМАО // Экология человека. 2013. № 11. С. 19–24.

11. Русак С. Н. Влияние погодноклиматических факторов на показатели здоровья населения на примере ХМАО – ЮГРЫ // Системный анализ и управление в биомед. системах. 2013. Т. 12. № 3. С. 852–855.

УДК 519.722:612.59:612.745.08

*Горбунов Д. В., Гавриленко Т. В., Самсонов И. Н., Стрельцова Т. В.*  
*Gorbunov D. V., Gavrilenko T. V., Samsonov I. N., Streltsova T. V.*

## СПРАВЕДЛИВОСТЬ ТЕОРЕМЫ ГЛЕНСДОРФА–ПРИГОЖИНА В ОПИСАНИИ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ХОЛОДОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

### VALIDITY OF GLANSDORFF-PRIGOGINE THEOREM IN DESCRIPTION MOTIONS OF PARAMETERS DURING COLD EXPOSURE

Для количественного сравнения теории И. Р. Пригожина и реальных процессов динамики  $x(t)$  для систем третьего типа используется ряд новых методов. В результате построения матриц парного сравнения выборок треморограмм было установлено, что возможность «совпадения» выборок очень невелика. На основе проведенных исследований можно сделать вывод, что метод расчета энтропий Шеннона  $E$  может быть использован в оценке адаптивных изменений в системе регуляции тремора. Однако он обладает слабой чувствительностью при изменении состояния испытуемого.

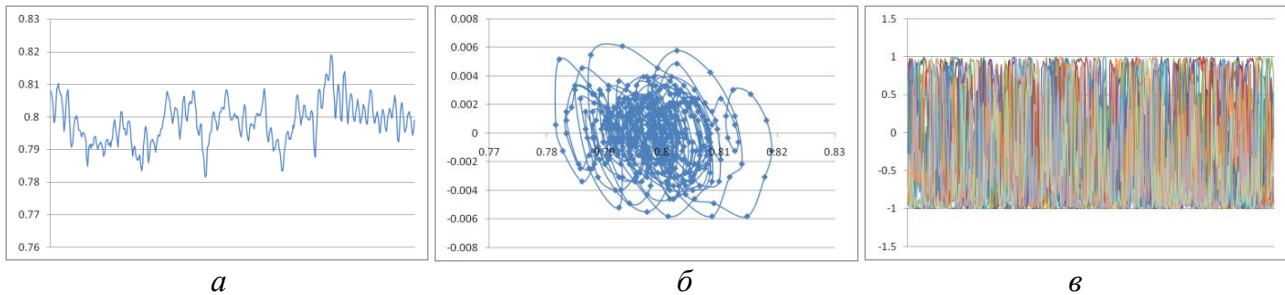
*Ключевые слова:* теорема Гленсдорфа–Пригожина, треморограмма, квазиаттрактор.

**Введение.** Создатели термодинамики неравновесных систем (ТНС) и её основоположник И. Р. Пригожин активно пытались описывать реальные биосистемы *complexity* в рамках понятий: энтропия  $E$ , скорость прироста энтропии  $P = dE/dt$ , устойчивость стационарных состояний и эволюция. Для многих систем (процессов) была доказана теорема (принцип) минимального производства энтропии ( $dP/dt \leq 0$ ), т. е. для скорости  $P$  изменения энтропии ( $E$ ) в виде  $P = dE/dt$ . Однако для нелинейных процессов и особых систем третьего типа (СТТ), которые сейчас обозначают как *complexity*, такое неравенство может и не выполняться, и тогда общий критерий эволюции термодинамических систем Пригожина – Гленсдорфа (в виде  $d_x P/dt \leq 0$ ) может тоже не выполняться. Возникает при этом задача оценки эволюции (скорости эволюции и её направления) для нелинейных биосистем, которые мы сейчас определяем как системы третьего типа – СТТ [1–7; 9].

Для количественного сравнения теории И. Р. Пригожина (ТНС) и реальных процессов динамики  $x(t)$  для СТТ мы используем ряд новых методов, основанных на расчетах матриц

парного сравнения выборок  $x_i$  и квазиаттракторов – КА. При этом особая проблема возникает с самим понятием *стационарный режим* СТТ [1–5]. В рамках этих новых подходов [6–10] мы пошли путем сравнения значений энтропии для биосистем *complexity* в различных режимах их функционирования. Ожидалось, что в стационарных режимах СТТ энтропия  $E$  не будет изменяться, а при эволюции  $E$  должна изменяться.

**Стохастический и хаотический подход в оценке треморограмм при холодовом воздействии.** При квантовании треморограмм мы получали некоторые выборки  $x_1 = x_1(t)$ , которые представляли положение пальца в пространстве по отношению к датчику регистрации координаты  $x_i$  (положение пальца в пространстве) в виде выборок треморограмм  $x_i$ . Далее  $x_1(t)$  дифференцировался и получался вектор  $x(t) = (x_1, x_2)^T$ .



**Рис. 1. Результат обработки теппинграмм испытуемого ГДВ:**  
а – временная развертка сигнала; б – фазовые траектории КА вектора  $x(t)=(x_1, x_2)^T$ ;  
в – автокорреляционная функция сигнала  $A(t)$

В результате построения матриц парного сравнения выборок треморограмм было установлено, что возможность «совпадения» выборок очень невелика, практически все выборки разные и это является особенностью систем третьего типа, для тремора всегда число совпадение очень невелико [7; 9]. Более того при повторных проведениях исследования: 15 раз по 15 выборок, число совпадений  $k$  незначительно изменяется и всегда из всевозможных 105 пар имеем 3–7 % совпадений. Для демонстрации этого в табл. 1 представлено число совпадений таких матриц (15 экспериментов по 15 замеров).

Таблица 1

**Таблица значений числа пар совпадений в каждом эксперименте  $n = 15$   
(15 повторов в одном эксперименте)**

№ эксперимента	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	$\langle k \rangle$
Число совпадений $k$ для тремора	3	4	6	5	5	4	3	6	4	4	4	5	7	7	6	4.9

Также для анализа теппинграмм при локальном холодовом воздействии (кисть руки в течении 2 мин при  $t = 2$  °С) рассчитывались параметры квазиаттрактора. Из табл. 2 видно, что средние значения отличаются: (при холодовом воздействии в 1,51 раз больше)  $\langle S_1 \rangle = 1,69$  без холодового воздействия, а при холодовом воздействии  $\langle S_2 \rangle = 2,56$ . При статистическом сравнении 2х выборок площадей квазиаттракторов непараметрический критерий Вилкоксона  $p = 0,4$ , при критическом уровне значимости  $p < 0,05$ . Такое значение  $p$  свидетельствует о том, что эти две выборки статистически отличаются.

Таблица 2

**Значение площадей квазиаттрактора для выборок треморограмм  $S_1$  без холододового воздействия и  $S_2$  при локальном холододовом воздействии в течение 2 минут при  $t = 2 \text{ }^\circ\text{C}$**

	$S_1 \cdot 10^{-6}$ до холододового воздействия	$S_2 \cdot 10^{-6}$ после холододового воздействия
1	3.11	5.71
2	2.57	4.84
3	1.45	2.76
4	1.13	1.17
5	0.98	1.15
6	3.36	1.97
7	1.55	3.08
8	1.80	1.42
9	0.92	0.94
10	1.30	2.23
11	1.12	4.25
12	2.60	1.72
13	2.26	1.76
14	0.55	1.61
15	0.71	3.86
<S>	1.69	2.56
Использовался непараметрический критерий Вилкоксона, уровень значимости $p = 0.04$		

**Энтропийный подход в оценке треморограмм при холододовом воздействии.** Использовался один из методов стохастики в виде расчета значения энтропии Шеннона. Энтропия Шеннона связана с распределением вероятностей амплитуд колебаний движения. Фактически, это мера упорядоченности выборок  $x_i$  – компонент вектора состояния системы  $x(t)$  в фазовом пространстве состояний (ФПС). Энтропия Шеннона рассчитывается по формуле:  $E = \sum_{i=1}^n p(i) \log_2 p(i)$ , где  $p$  – функция вероятности [10–14].

Эта процедура нами сейчас выполнена только для одной координаты  $x_1(t)$ , а вторая координата (скорость)  $x_2 = dx_1/dt$  входила в вектор  $x = (x_1, x_2)^T$ . Этот  $x(t)$  совершал непрерывные хаотические движения в таком двухмерном ФПС. Само это движение нами оценивалось в рамках расчета энтропией  $E$  и параметров КА. В табл. 3 представлены значения для 30-ти выборок треморограмм, как типовой пример. Как оказалось, две выборки энтропии Шеннона статистически не различаются, здесь уровень значимости критерия Вилкоксона  $p = 0.40$  (критический уровень значимости  $p < 0.05$ ).

Таблица 3

**Результаты статистической обработки динамики поведения  $E$  – энтропии Шеннона для тремора одного и того же человека (число повторов  $N = 15$ )**

	$E_1$	$E_2$
1	2.9219	3.1219
2	3.3219	3.3219
3	3.3219	3.3219
4	3.1219	3.1219
5	2.9219	3.3219
6	3.1219	3.1219
7	3.1219	3.1219
8	3.3219	3.3219
9	3.3219	3.1219
10	3.3219	3.1219

Окончание табл. 3

	$E_1$	$E_2$
11	3.3219	3.1219
12	2.9219	3.1219
13	3.3219	3.3219
14	3.1219	3.3219
15	3.3219	3.1219
<S>	3.1885	3.2019
Использовался непараметрический критерий Вилкоксона, уровень значимости $p = 0.40$		

**Заключение.** На основе проведенных исследований можно сделать вывод, что метод расчета энтропий Шеннона  $E$  может быть использован в оценке адаптивных изменений в системе регуляции тремора. Однако он обладает слабой чувствительностью при изменении состояния испытуемого и с позиций стохастики может быть вообще не чувствительным. В результате построения матрицы парного сравнения для энтропии Шеннона можно сказать, что число совпадений пар выборок энтропии Шеннона в такой матрице порядка 97–99 %.

В целом, метод расчета матриц парных сравнений выборок треморограмм, их квазиаттракторов и энтропии Шеннона целесообразно использовать для оценки реакции системы регуляции треморограмм. Этот метод может уловить незначительные изменения в параметрах гомеостаза, например, при изменении психофизиологического статуса испытуемого, что составляет цель наших дальнейших исследований.

### Литература

1. Веракса Н. А., Горбунов Д. В., Шадрин Г. А., Стрельцова Т. В. Эффект Еськова–Зинченко в оценке параметров теппинга методами теории хаоса-самоорганизации и энтропии // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 1. С. 17–24.
2. Гавриленко Т. В., Горбунов Д. В., Эльман К. А., Шадрин Г. А. Динамика изменения параметров биоэлектрической активности мышц в ответ на разное статическое усилие // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. Т. 9. № 3. С. 8.
3. Даянова Д. Д., Гавриленко Т. В., Вохмина Ю. В., Игуменов Д. С. Стохастическая оценка моделей хаотической динамики биологических систем // Вестн. новых мед. технологий. Электрон. изд. 2014. № 1. С. 33.
4. Еськов В. М., Зилов В. Г., Хадарцев А. А. Новые подходы в теоретической биологии и медицине на базе теории хаоса и синергетики // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2006. Т. 5. № 3. С. 617–622.
5. Еськов В. В., Еськов В. М., Карпин В. А., Филатов М. А. Синергетика как третья парадигма, или понятие парадигмы в философии и науке // Философия науки. 2011. № 4 (51). С. 126–128.
6. Еськов В. М., Балтикова А. А., Буров И. В., Гавриленко Т. В., Пашнин А. С. Можно ли моделировать и измерять хаос в медицине? // Вестн. новых мед. технологий. 2012. Т. 19. № 2. С. 412–414.
7. Еськов В. М., Еськов В. В., Гавриленко Т. В., Зимин М. И. Неопределенность в квантовой механике и биофизике сложных систем // Вестн. Моск. ун-та. Сер.: 5: География. 2014. № 5. С. 41.
8. Еськов В. М., Хадарцев А. А., Еськов В. В., Вохмина Ю. В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29. № 1. С. 44–51.
9. Еськов В. М., Газя Г. В., Майстренко Е. В., Болтаев А. В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечнососудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59–63.



10. Еськов В. М., Еськов В. В., Вохмина Ю. В., Гавриленко Т. В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физика. Астрономия. 2016. № 2.

11. Зимин М. И., Гавриленко Т. В., Берестин Д. К., Черников Н. А. Определение принадлежности объекта к хаотическим системам на основе метода структурной минимизации риска // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2014. № 4. С. 73–86.

12. Попов Ю. М., Берестин Д. К., Вохмина Ю. В., Хадарцева К. А. Возможности стохастической обработки параметров систем с хаотической динамикой // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2014. № 2. С. 59–67.

13. Филатова Д. Ю., Горбунов Д. В., Эльман К. А., Ворошилова О. М. Теорема Гленсдорфа–Пригожина в оценке параметров кардиоинтервалов школьников при широтных перемещениях // Вестн. новых мед. технологий. 2016. Т. 23. № 1. С. 24–31.

14. Филатова О. Е., Берестин Д. К., Филатова Д. Ю., Кузнецова В. Н. Организация движений: произвольная непроизвольность или непроизвольная произвольность. Тула, 2015.

УДК 612.017.2:612.014.44

*Громова Г. Г., Бурмасова А. В.  
Gromova G. G., Burmasova A. U.*

## **АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА К УСЛОВИЯМ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

### **HUMAN ORGANISM ADAPTATION TO FAR NORTH CONDITIONS**

Наша физиология зависит от циркадного цикла и уровня гормона мелатонина. При недостатке его ускоряются процессы старения и увеличивается количество доброкачественных и злокачественных опухолей. Длительное нарушение циркадного ритма приводит к хроническому стрессу. В статье даны рекомендации по снижению стрессовых реакций.

*Ключевые слова: мелатонин, стресс, циркадный ритм, магний.*

Белые ночи воспеты многими поэтами. Но как они влияют на здоровье человека?

**Полярный день.** «Врачи каких-либо влияний полярного дня на здоровье человека не отмечают» [20]. Но медики все-таки предупреждают, что от ярко светящего солнца необходимо беречь глаза. На здоровье глаз пагубно влияют солнечные лучи, содержащие ультрафиолет. Особенно опасно солнце на Севере: здесь во время полярного дня оно светит ярче.

Кроме прямых лучей, есть еще и отраженные (например, от снега, который лежит на сопках и летом). Глаза очень чувствительны, особенно у детей. Они менее устойчивы к вредному влиянию солнечных лучей. Для сравнения: в глаз ребенка проникает 75 % солнечного ультрафиолета, тогда как в глаз взрослого – всего 10 %. Поэтому для солнечных дней северянам необходимо защищать глаза очками, которые не пропускают ультрафиолет. Особенно нужны очки малышам, так как они больше времени проводят на улице. А прозрачный хрусталик глаза ребенка (в возрасте до 10 лет) пропускает в 6–5 раз больше УФ-излучений по сравнению с взрослым человеком [14; 22].

У человека в зависимости от времени суток циклически меняются физиологическое состояние, интеллектуальные возможности и даже настроение. Ученые доказали, что виной тому колебания концентраций гормонов в крови. В последние годы в науке о биоритмах, хронобиологии было сделано многое, чтобы установить механизм возникновения суточных гормональных циклов. Ученые обнаружили в головном мозге «циркадный центр», а в нем – так называемые «часовые гены» биологических ритмов здоровья [8; 9].

Эти ритмы напрямую связаны с циклической сменой освещенности, то есть с вращением Земли вокруг своей оси. Они есть у всех живых существ на Земле: растений, микроорганизмов, беспозвоночных и позвоночных животных, вплоть до высших млекопитающих и человека.

Вечером, перед наступлением ночи, в кровь из эпифиза выделяется «гормон ночи» – мелатонин [9; 16]. Он вызывает снижение температуры тела, кроме того, он регулирует продолжительность и смену фаз сна – медленноволновой и парадоксальной. Медленноволновой сон – это «сон без задних ног», время, когда мозг полностью отдыхает. Во время парадоксального сна мы видим сны. Эта фаза близка к бодрствованию и служит как бы «трамплином» к пробуждению. Медленноволновая и парадоксальная фазы сменяют друг друга 4–5 раз за ночь, в такт изменениям концентрации мелатонина.

Наступление световой ночи сопровождается и другими гормональными изменениями: повышается выработка гормона роста и снижается выработка адренокортикотропного гормона (АКТГ). Гормон роста стимулирует анаболические процессы, например, размножение клеток и накопление питательных веществ (гликогена) в печени. АКТГ вызывает выброс в кровь адреналина и других «гормонов стресса» (глюкокортикоидов) из коры надпочечников, поэтому снижение его уровня позволяет снять дневное возбуждение и спокойно заснуть [24].

В момент засыпания из гипофиза выделяются опиоидные гормоны, обладающие наркотическим действием, – эндорфины и энкефалины. Именно поэтому процесс погружения в сон сопровождается приятными ощущениями.

Перед пробуждением здоровый организм должен быть готов к активному бодрствованию, в это время кора надпочечников начинает вырабатывать возбуждающие нервную систему гормоны – глюкокортикоиды. Наиболее активный из них – кортизол, который приводит к повышению давления, учащению сердечных сокращений, повышению тонуса сосудов и снижению свертываемости крови. Вот почему клиническая статистика свидетельствует о том, что острые сердечные приступы и внутримозговые геморрагические инсульты в основном приходятся на раннее утро. Разрабатываются препараты, снижающие артериальное давление, которые смогут достигать пика концентрации в крови только к утру, предотвращая смертельно опасные приступы [15].

Почему некоторые люди встают «ни свет, ни заря», а другие не прочь поспать до полудня? Оказывается, известному феномену «сов и жаворонков» есть вполне научное объяснение, которое базируется на работах Жэми Зейцер из исследовательского центра сна (Sleep Research Center) Станфордского университета в Калифорнии. Она установила, что минимальная концентрация кортизола в крови обычно приходится на середину ночного сна, а ее пик достигается перед пробуждением. У «жаворонков» максимум выброса кортизола происходит раньше, чем у большинства людей, – в 4–5 часов утра. Поэтому «жаворонки» более активны в утренние часы, но быстрее утомляются к вечеру. Их обычно рано начинает клонить ко сну, поскольку гормон сна мелатонин поступает в кровь задолго до полуночи. У «сов» ситуация обратная: мелатонин выделяется позже, ближе к полуночи, а пик выброса кортизола сдвинут на 7–8 часов утра. Указанные временные рамки сугубо индивидуальны и могут варьировать в зависимости от выраженности утреннего («жаворонки») или вечернего («совы») хронотипов.

«Циркадный центр» находится в головном мозге (супрахиазматическое ядро, расположенное над (лат. *super*) перекрестом (греч. *chiasmus*) зрительных нервов). Ганглионарные клетки не просто передают информацию в виде нервного импульса, они синтезируют светочувствительный фермент меланопсин. Поэтому даже в условиях, когда палочки и колбочки не функционируют (например, при врожденной слепоте), эти клетки способны воспринимать световую, но не зрительную информацию и передавать ее в «центр» (супрахиазматическое ядро).

В течение циркадного дня (бодрствования) наша физиология в основном настроена на переработку накопленных питательных веществ, чтобы получить энергию для активной дневной жизни. Напротив, во время циркадной ночи питательные вещества накапливаются, происходит восстановление и «починка» тканей [2; 5; 8–9, 29].

Выработка мелатонина в мозге находится в зависимости от уровня освещенности, она увеличивается в сумерках. С началом выработки мелатонина начинает клонить в сон, работа головного мозга замедляется, и мы засыпаем. Когда количество гормона падает, сон становится поверхностным и наступает пробуждение.

В Петербургском НИИ онкологии имени Н. Н. Петрова долгое время изучают процессы, связанные с мелатонином. «Это гормон-посредник, который доносит руководящие сигналы мозга до органов и тканей», – говорит доктор медицинских наук, профессор, руководитель отдела канцерогенеза и онкогеронтологии НИИ онкологии им. Н. Н. Петрова, президент Геронтологического общества Российской академии наук В. Анисимов. – «Если этого вещества у человека недостаточно, иммунная система начинает работать со сбоями. Страдают все органы – пищеварительный тракт, сердечно-сосудистая система, головной мозг. Если недостаток мелатонина становится хроническим, организм стареет намного быстрее». Этот феномен доказан в экспериментах на крысах [2–3; 9; 35].

Сотрудники лаборатории под руководством В. Анисимова после многолетних экспериментов получили важный результат: они доказали, что так называемое световое загрязнение (свет ночью) способно вызывать нарушение суточных ритмов в организме. Биологические часы дают сбой. Это приводит к разным заболеваниям, в первую очередь – к онкологическим.

Недавно официальный список канцерогенных факторов увеличился: Международное агентство по изучению рака внесло в этот список работу по сменам. Основанием для этого послужили исследования В. Анисимова и его лаборатории. Заболеваемость раком молочных желез и простаты значительно выше среди людей, испытывающих недостаток ночного сна, часто работающих в ночные смены и ведущих ночной образ жизни [2; 4; 18; 25].

**Крысы не выдержали пытки белыми ночами.** «С полуночи и до трех часов утра наш организм производит самое большое количество мелатонина», – говорит В. Анисимов. – «Если в комнате светло, будь это белые ночи или экран работающего компьютера, гормона вырабатывается значительно меньше. Яркой вспышки света, длящейся всего пятнадцать секунд, достаточно, чтобы организм перестал производить мелатонин» [3].

Выяснилось, что у животных, которые находились в условиях «белых ночей» старение ускорилось значительно. В экспериментах на животных установлено, что хроническая нехватка мелатонина сокращает продолжительность жизни на 20 % [2; 4; 30]. Крысы во время «белых ночей» набирали вес, у них нарушался обмен веществ, а главное – увеличивалось количество доброкачественных и злокачественных опухолей. Даже те животные, которые жили в постоянной темноте, чувствовали себя лучше.

**Лампы экономят энергию, но могут вызвать рак.** Специалисты считают, что замена обычных ламп накаливания на энергосберегающие может пагубно отразиться на здоровье россиян. Дело в том, что их свет гораздо в большей степени подавляет выделение мелатонина, который предотвращает развитие рака. Некоторые исследователи полагают, что мелатонин в организме подавляется включенными флуоресцентными лампами, даже когда глаза у человека закрыты [2–4, 23].

Количество мелатонина в организме человека с возрастом уменьшается, этим объясняется бессонница в пожилом возрасте. Однако это еще не все, дефицит гормона нередко становится причиной быстрого старения, ранней менопаузы, досрочного мужского климакса и снижения активности щитовидной железы, сигналом для повышения чувствительности клеток к инсулину и основой для развития сахарного диабета [13; 17; 19].

Ни у кого из ученых не вызывает сомнения, что циркадные ритмы – один из основополагающих биологических механизмов, благодаря которому за миллионы лет эволюции все обитатели Земли приспособились к световому суточному циклу. Хотя человек и является высокоприспособленным существом, что и позволило ему стать самым многочисленным видом среди млекопитающих, цивилизация неизбежно разрушает его биологический ритм. И в то время как растения и животные следуют природной циркадной ритмике, человеку приходится намного сложнее.

### **Рекомендации для налаживания нормального сна и сохранения здоровья и трудоспособности:**

1. Особое значение имеет правильный режим сна: привычка ложиться и вставать всегда в одно и то же время. Самое лучшее время для сна от 10–12 часов ночи до 6–8 часов утра. Этого времени следовало бы придерживаться всем. Только постоянный ритм обеспечивает полноценный сон, потому что к действию привычных раздражителей обстановки присоединяется условный рефлекс на время. Человек, придерживающийся определенного времени для сна, засыпает быстрее, спит крепко и встает бодрым, жизнерадостным.

2. Перед сном очень полезно совершить небольшую прогулку на свежем воздухе. Такие прогулки способствуют более быстрому и легкому засыпанию.

3. Хороши также некоторые гигиенические процедуры: вымыть холодной водой ноги (при бессоннице – горячей), умыться, почистить зубы или прополоскать рот.

4. Не рекомендуется ложиться спать с переполненным желудком; между ужином и сном должен быть промежуток в 2 – 2,5 часа. Перед сном вреден крепкий чай и другие вещества, возбуждающие нервную систему.

5. Спальная комната перед сном должна быть хорошо проветрена. Лучше приучить себя спать при открытой форточке, чтобы во сне дышать чистым воздухом. Некоторые люди имеют плохую привычку несколько раз за ночь пробуждаться и курить. Такой прерывистый сон, да еще в табачном дыму, не может, конечно, считаться полноценным. Температура воздуха в спальнях помещений не должна превышать 18 °С.

6. В помещении, где человек спит, не должно быть ни яркого света, ни громких звуков. Темнота и тишина также должны стать условным рефлексом для быстрого засыпания.

7. Перед сном не следует вести волнующие разговоры или читать трудные книги.

8. Постель должна быть достаточно удобной, не слишком мягкой и теплой.

9. Спать наиболее целесообразно на правом боку; это самое удобное положение для нормальной работы сердца и других внутренних органов. Однако для взрослого здорового человека поза во время сна особого значения не имеет.

10. Не рекомендуется в постели укрываться с головой простыней или одеялом и зарываться лицом в подушку, это затрудняет дыхание. Ноги должны быть хорошо укутаны. На ночь следует снимать дневное белье и надевать ночную рубашку или пижаму. Очень полезно спать совсем обнаженным или в белье. Это и гигиенично, и служит закаливающим средством.

11. Проснувшись утром, нужно вставать сразу. При привычке по утрам долго находиться в постели человек дольше чувствует себя расслабленным. У человека в лежачем положении идет целый поток импульсов в мозг от раздражений нервных окончаний кожи, которые возникают от соприкосновения поверхности тела с постелью. Эти раздражения, повторяясь изо дня в день в одно и то же время, становятся условными раздражителями, вызывающими наступление сна. Людям, воспитанным таким образом, достаточно лечь, и они быстро засыпают.

12. Привычку быстро засыпать в одно и то же время, нужно воспитывать с детства.

Не нужно читать детям сказки на ночь, так как они привыкают к продолжительному засыпанию, а также впечатления от прочитанного могут не дать ребенку легко заснуть. В последствии это может привести к развитию бессонницы.

13. Увеличьте протяженность ночи до девяти-десяти часов. Завесьте окна плотными шторами. Их ткань не должна пропускать уличный свет. Очень хорошо на ночь надевать на глаза светонепроницаемую повязку.

14. Избегайте ночью любых, даже очень коротких, воздействий света. Для этого выключайте все его источники: лампы, телевизоры, компьютеры.

15. Не работайте за компьютером и не смотрите телевизор непосредственно перед сном. Лучше в полумраке послушайте спокойную музыку.

16. Если ночью все же приходится вставать, постарайтесь, чтобы в туалете, ванной, на кухне можно было включить тусклый красный свет. Он меньше белого и голубого подавляет мелатонин.

17. Не принимайте мелатонин без назначения врача. При определенных условиях он может ухудшить ваше состояние [34].

### **Полярная ночь**

Известно, что в северных странах, например в Скандинавии, где несоответствие длительности светового дня активному периоду особенно ощутимо, среди населения очень велика частота депрессий и суицидов.

При сезонной депрессии в крови больного повышается уровень основного гормона надпочечников – кортизола, который сильно угнетает иммунную систему. А сниженный иммунитет неминуемо ведет к повышенной восприимчивости к инфекционным болезням. Так что не исключено, что короткий световой день – одна из причин всплеска заболеваемости вирусными инфекциями в зимний период.

Можно подумать, что в полной темноте никакой циркадной активности наблюдаться не должно. Но это совсем не так: даже в отсутствии световой информации суточный цикл остается стабильным, изменяется лишь его продолжительность. В случае, когда информация о свете в супрахиазматическое ядро не поступает, циркадный период у человека по сравнению с астрономическими сутками удлиняется. Чтобы доказать это, в 1962 г. «отец хронобиологии» профессор Юрген Ашофф на несколько дней поместил в абсолютно темную квартиру двух волонтеров – своих сыновей. Оказалось, что циклы «бодрствование – сон» после помещения людей в темноту растянулись на полчаса [3; 8–9].

Сон в полной темноте становится фрагментарным, поверхностным, в нем доминирует медленноволновая фаза. Человек перестает ощущать сон как глубокое отключение, он как бы грезит наяву.

Если животных, которых в течение нескольких недель содержали в стабильном режиме (12 часов при свете и 12 часов в темноте), затем помещали в другие световые циклы (например, 18 часов при свете и 6 часов в темноте), у них происходило нарушение периодичности активного бодрствования и сна. Подобное происходит и с человеком, когда изменяется освещенность.

Цикл «сон – бодрствование» у диких животных полностью совпадает с периодами светового дня. В современном человеческом обществе «24/7» (24 часа в сутках, 7 дней в неделе) несоответствие биологических ритмов реальному суточному циклу приводит к «циркадным стрессам», которые, в свою очередь, могут служить причиной развития многих заболеваний, включая депрессии, бессонницу, патологию сердечно-сосудистой системы и рак. Существует даже такое понятие, как сезонная аффективная болезнь – сезонная депрессия, связанная с уменьшением продолжительности светового дня зимой.

«Я родился и прожил в Мурманске 39 лет, за все эти годы я ни разу не видел цветущего сада. Не знаю почему, но накануне 40-летия мной овладела навязчивая идея – прогуляться среди цветущих яблонь». В этом крике души – печальная истина. А сколько раз вы, ваши дети гуляли по цветущему саду? Даже несколько удлиненный северный отпуск разве что однажды в жизни предоставит нам такую возможность. Жизнь на Севере скучна на яркие впечатления от созерцания окружающей действительности. Лишь ранняя осень пылает яркими красками северного леса. Но эта пора скоротечна. Затем начинаются плохие условия: дождь заменяется дождем со снегом и ветром и все быстро сереет, темнеет. Архитектура наших городов тоже преимущественно серая. Наша постоянная зимняя одежда по невыясненным причинам также главным образом черно-серая. На сером фоне – серое настроение [21–22; 28; 32].

Сам человек может выстроить свои биологические часы, достаточно лишь отказаться от вредных привычек и следить за своей жизнедеятельностью. Работа, сон, отдых и прием пищи каждый день должны быть в одно время. Вредные привычки и неполноценный сон сбивают все биоритмы, нарушая жизнедеятельность организма. Работать всегда следует при хорошей освещенности, желательно при дневном свете. В течение суток человек всегда должен получать достаточное количество теплового облучения.

Циркадные стрессы – неотъемлемая черта нашего времени, противостоять им крайне непросто. Однако в наших силах бережно относиться к «биологическим часам» здоровья, четко следуя режиму сна, бодрствования и питания [4; 6; 9; 13; 15].

Как проявляется стресс и можно ли уменьшить стрессовую реакцию?

«Стресс» в переводе с английского означает напряжение, сжатие, давление, подавленность. Стресс – это состояние эмоционального и физического напряжения, которое возникает в определенных ситуациях, характеризующихся как трудные и неподвластные [26].

Канадский врач и биолог с мировым именем, директор института экспериментальной медицины и хирургии Ганс Селье утверждал, что стресс – это сама жизнь, и отсутствие стресса означает смерть.

Стресс проявляет себя на трех уровнях: интеллект, мысли, эмоции. Причем сначала идет интеллектуальная обработка информации (сознание и подсознание), потом эмоциональное ощущение (сильное или слабое) и только потом эти процессы закрепляются на физическом уровне. Длительное психическое напряжение, вызывающее истощение защитных сил, может явиться и является причиной заболеваний, которые называют психогенными.

#### **Патогенез срочного стресса:**

а) запуск срочного стресса осуществляется через центры гипоталамуса с последующей активацией симпатoadреналовой системы и выбросом катехоламинов: адреналина (мозговая часть надпочечников) и норадреналина (мозговая часть надпочечников и медиаторы симпатического возбуждения). Запуская стресс, гормоны действуют через усиление кровообращения и метаболизма [26; 39];

б) механизм гемодинамического обеспечения стресса: тахикардия, увеличение минутного объема сердца, повышение артериального давления, ускорение кровотока, перераспределение крови к мозгу, мышцам, сердцу; усиление свертывания крови; усиление газообмена;

в) механизм метаболического обеспечения стресса: образование глюкозы из гликогена под влиянием гормона глюкагона – возникает гипергликемия в мозге, мышцах; усиление расщепления жирных кислот с освобождением энергии; усиление газообмена, расширение бронхов; изометрическое сокращение мышц.

Стресс всегда вызывает магнеурию и приводит к дефициту магния. Эмоциональный стресс всегда связан с выбросом гормонов надпочечников и развитием магнеурии. 10 минут стресса сжигает суточную потребность магния [10–11, 40].

Острые и не очень сильные стрессы нередко приносят организму пользу: ведь они мобилизуют все наши резервы. При удачном разрешении проблемы такие «встряски» оставляют чувство удовлетворения, а яркие эмоциональные переживания запоминаются надолго.

Если стресс затягивается, организм начинает работать на износ. Обостряются хронические заболевания, в первую очередь страдают нервная и сердечно-сосудистая системы [27; 33].

На фоне стресса часто развиваются язвенная болезнь, гипертония, бронхиальная астма, сахарный диабет, болезни щитовидной железы. Если появились головные боли, «скачки» артериального давления, а бессонница или эмоциональное напряжение не проходят более четырех недель, необходима помощь врача [32; 41].

#### **Симптомы хронического стресса**

1. Физические симптомы. При хроническом стрессе человек может испытывать физические недомогания: частые головные боли, нарушения стула, боли в груди или желудке, головокружение и тошнота. Организм более подвержен частым респираторным заболеваниям, может снижаться сексуальное влечение.

2. Проблемы с работоспособностью и познавательной активностью. Мир вдруг теряет краски, будущее кажется исключительно мрачным, полным болезней и горестей. Ухудшается память и способность концентрировать свое внимание, одолевает беспокойство и тревожность, возникает тенденция «зацикливаться» на своих проблемах и постоянно думать о плохом. Человек может забросить работу, жить на зарплату ближайших родственников, плохо спать и находиться в постоянной депрессии. Говорить, что никому не доверяет, поэтому к врачам обращаться не хочет.

3. Эмоциональные симптомы. Постоянно сниженное настроение или депрессия, чувство одиночества и ненужности, ощущение «непосильной ноши на плечах». Может возникнуть и обратное состояние – чрезмерная возбудимость, истеричность, капризы, неспособность расслабиться.

4. Проблемы в поведении и отношениях с людьми. Нарушается прием пищи (человек ест чрезмерно много или аппетита нет совсем) и режим сна (постоянная сонливость, или наоборот, бессонница). Возникает желание избегать обычных обязанностей, самоизолироваться от любого общества. Формируются нервные привычки (стучать ногой, грызть ногти, и т. д.). Иногда человек начинает употреблять алкоголь, никотин или наркотические средства, чтобы достичь расслабления.

Чтобы врач поставил точный диагноз, эти симптомы должны наблюдаться как минимум месяц-два подряд. Хронический стресс – это не только проблемы со здоровьем, это существенное изменение мировоззрения человека, его отношения к себе и окружающим. Любая серьезная травма меняет человеческую жизнь, и чаще всего не в лучшую сторону [11; 26; 31; 39].

**Рекомендации по профилактике и лечению стресса.** «Антистрессовые» продукты. Науке стало ясно, почему дети, да и взрослые любят мороженное: оно великолепно снимает стресс. Молоко и сливки содержат триптофан – эффективный природный транквилизатор, успокаивающий нервную систему, поднимающий настроение, помогающий справиться с бессонницей [10–11; 22; 26].

Долгое время считали, что шоколад действует на мозг подобно наркотику. Калифорнийский фармаколог Пианелли и его коллеги обнаружили в бобах какао вещества, сходные с некоторыми компонентами марихуаны. Однако в конце прошлого года группа американских ученых «реабилитировала» шоколад и какао. Оказалось, что концентрация в нем злосчастных соединений крайне низка. К тому же, большинство из них растворяются еще в желудке, не достигая мозга. Другие исследователи нашли в шоколаде вещество, родственное гормону адреналину. Оно повышает кровяное давление, делая более частым пульс, является природным стимулятором, как кофеин.

Существуют продукты, содержащие «гормон радости». Самые распространенные из них: гречка, овсянка, бананы [36].

Расслабится помогут и простые физические упражнения или занятия медитацией.

Седативные вещества (успокоительные) усиливают торможения в ЦНС и подавляют процессы возбуждения. Снотворный эффект не проявляют, но облегчают наступление естественного сна и углубляют его.

Препараты растительного происхождения и барбитураты хорошо переносятся, отсутствие серьезных побочных эффектов и привыкания. Широко используются при лечении больных пожилого и старческого возраста (М. Д. Машковский). Например, новопассит, валериана, персен.

Эмоциональный стресс всегда связан с выбросом гормонов надпочечников и развитием магнеурии (дефициту магния). 10 минут стресса сжигает суточную потребность магния.

**Для чего нужен магний в организме человека?**

1. Это вещество обеспечивает равномерный сердечный ритм. Есть данные, что 98 % людей, имеющих проблемы с сердцем, испытывают недостаток магния.

2. Магний нормализует кровяное давление. Он расслабляет стенки сосудов, не дает накапливаться холестерину. Прием магния может значительно снизить давление и отменить прием диуретиков.

3. Он регулирует деятельность нервной системы, предупреждает стрессы, вегетативную дистонию, способен избавить от мигреней.

4. Содействует нормальному развитию костной системы. Более 65 % магния у взрослого человека накапливается в зубах и костях, а остальное распределено между кровью, мышцами, жидкостями и тканями организма.

5. Магний стимулирует защитные свойства организма, участвует в выработке антител. Оказывает влияние на свертываемость крови, являясь стабилизатором фибриногена и тромбоцитов.

6. Принимает участие в усвоении глюкозы, регулирует выброс инсулина, а также снижает вероятность осложнений при диабете.

7. Основная функция магния – расслабление, в том числе мышц бронхов, что улучшает состояние при заболеваниях легких.

8. Этот элемент участвует в разных обменных процессах, синтезе белка, стимулирует обмен веществ, предохраняет от повреждения капилляры. Это неотъемлемый элемент для нормального функционирования клеток [1; 7; 10].

#### **Взаимодействие магния с другими элементами**

- Витамин В<sub>6</sub> облегчает всасываемость магния из желудочно-кишечного тракта. Вместе эти вещества успокаивают нервную систему, но при этом не ослабляют сосредоточенности ума и не снижают умственной деятельности. А кроме этого способствуют освобождению организма от оксалатных камней в почках.

- Магний необходим для нормального усвоения организмом фосфора и витамина С. Также он влияет на метаболизм натрия и калия.

- При недостаточном поступлении магния, кальций «вымывается» из костной ткани, приводя к остеопорозу и нервно-мышечным расстройствам. И при этом избыток кальция откладывается в мягких тканях. А именно: в почках (приводя к мочекаменной болезни), сосудах (увеличивая риск инфарктов и инсультов) и суставах (приводя к воспалительным процессам). Поэтому при добавлении в питание препаратов кальция, нужно не забывать о магнии [12; 37].

**Признаки нехватки магния.** При недостатке магния в организме наблюдается дрожание, судороги или спазмы мышц, частое ощущение «мурашек» на коже, покалывание. Также потеря аппетита, зябкость, чувствительность к погоде, головокружение, звон в ушах. Продолжительные хроническая усталость, депрессии, туман в глазах, бессонница, потеря сна, раздражительность, утомляемость, подавленность, состояние страха и потерянности укажут на потребность в магнии.

При сильном дефиците наблюдается слабость, рвота и тошнота, нарушение сердечного ритма.

Недостаток магния в организме обнаруживается у людей, страдающих остеопорозом, мигренями, артритом, ПМС, аллергическими реакциями, частыми обострениями грибковых заболеваний и проблемами с сердцем [7; 11].

Магний-выводящие продукты (ортофосфорная кислота, алкогольные тоники, кофеин, пищевые красители, ароматизаторы, соль, глутамат и т. д.).

С 1995 г. ВОЗ классифицировала патологическое состояние «недостаточность магния» как отдельное заболевание. По МКМ выделяют диагноз «гипомагниемия с вторичной гипокальциемией»; код – 602014.

При сопоставлении симптомов стресса и дефицита магния в организме наблюдается схожая картина. Том и другом случае наблюдается тахикардия, повышение АД, боль в животе, диарея, учащение мочеиспускания; эмоциональная лабильность, депрессия, чувствительность к погоде, бессонница и др.

Организм человека не способен самостоятельно синтезировать магний и поэтому получает его только через пищу [11; 12].

Суточная потребность в магнии – 300–400 мг для взрослого человека. При этом нужно учитывать, что усвояемость магния из продуктов питания – около 40 %. Эта цифра индивидуальна и зависит от особенностей организма, а также от приема других микроэлементов.

Суточная потребность в магнии при беременности в возрасте до 18 лет – 400 мг, 19 – 30 лет – 350 мг, старше 31 года – 360 мг, при грудном вскармливании в возрасте до 18 лет – 360 мг, 19–30 лет – 310 мг, старше 31 года – 320 мг.

Таким образом, в статье даны рекомендации по адаптации организма к условиям крайнего севера и уменьшению стресса.



## Литература

1. Адамян Л. В., Громова О. А., Торшин И. Ю., Керимкулова Н. В., Грачева О. Н. Метаанализ клинических исследований по использованию оротата магния в акушерстве и гинекологии // *Акушерство и гинекология*. 2015. № 6. С.110–117.
2. Анисимов В. Н., Попович И. Г., Забежинский М. А., Розенфельд С. В., Хавинсон В. Х., Семенченко А. В., Яшин А. И. Влияние эпитанола и мелатонина на продолжительность жизни и спонтанный канцерогенез у мышей с ускоренным старением (SAM) // *Вопросы онкологии*. 2005. № 1. С. 93–98.
3. Анисимов В. Н., Забежинский М. А., Попович И. Г. Мелатонин угнетает канцерогенез толстой кишки, индуцируемый 1,2-диметилгидразином у крыс: эффекты и возможные механизмы // *Вопросы онкологии*. 2000. № 2. С. 136–148.
4. Анисимов В. Н., Заварзина Н. Ю., Забежинский М. А. Влияние мелатонина на показатели биологического возраста, продолжительность жизни и развитие спонтанных опухолей у мышей // *Вопросы онкологии*. 2000. № 3. С. 311–319.
5. Арушанян Э. Б. Эпифизарный гормон мелатонин и нарушения познавательной деятельности головного мозга // *Рус. мед. журн.* 2006. № 9. С. 673–678.
6. Башкатова Ю. В., Карпин В. А. Общая характеристика функциональных систем организма человека в условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // *Экология человека*. 2014. № 5. С. 9–16.
7. Гегешидзе М. Р., Павленишвили И. В., Ткемаладзе Л. М. Магний и витамин В<sub>6</sub> в лечении сепсиса новорожденных // *Мед. новости Грузии*. 1999. № 9. С. 55–57.
8. Гольцман Е. Блуждающие сны // *Наука и жизнь*. 2005. № 1. С. 38–44.
9. Гриневич В. Биологические ритмы здоровья // *Наука и жизнь*. 2005. № 1. С. 23–26.
10. Громова О. А., Скоромец А. Н., Егорова Е. Ю., Торшин И. Ю., Федотова Л. Э., Юдина Н. В. Перспективы применения магния в педиатрии и детской неврологии // *Педиатрия*. 2010. Т 89. № 5. С 26–31.
11. Громова О. А., Торшин И. Ю. Магний и пиридоксин: основы знаний. М. : Миклош, 2012. 456 с.
12. Громова О. А., Торшин И. Ю., Юдина Н. В. Дефицит магния и нарушения регуляции тонуса сосудов // *Кардиология*. 2014. № 7. Т. 54. С. 66–72.
13. Джериева И. С., Волкова Н. И. Роль циркадной системы в развитии метаболических нарушений // *Фарматека*. М. : Бионика, 2011. № 8. С. 38–41.
14. Еникеев А. В. Влияние природных факторов Кольского Севера на состояние здоровья человека : дис. ... канд. мед. наук. М., 2009. 144 с.
15. Заславская Р. М., Комаров Ф. И., Макарова Л. А. Время-зависимые эффекты антигипертензивных препаратов и хронокорректирующее действие мелатонина у больных артериальной гипертензией // *Вестн. Рос. акад. мед. наук*. 2000. № 8. С. 36–40.
16. Комаров Ф. И., Рапопорт С. И., Малиновская Н. К. Суточные ритмы в клинике внутренних болезней // *Клинич. медицина*. 2005. № 8. С. 8–12.
17. Комаров Ф. И., Рапопорт С. И., Малиновская Н. К., Вознесенская Л. А., Веттерберг Л. Мелатонин: язвенная болезнь и сезоны // *Клинич. медицина*. 2003. № 9. С.17–21.
18. Кривошеков С. Г. Биоритмологические маркеры дизадаптации при вахтовом труде на Севере // *Рос. физиолог. журн. им. И. М. Сеченова*. СПб. : Наука, 2012. № 1. Т. 98. С. 57–71.
19. Лелькин М. К., Селятицкая В. Г., Лутов Ю. В., Пальчикова Н. А., Гинсар Е. А., Кузьминова О. И., Кейль В. Р. Нарушения тиреоидного статуса у работающих мужчин и женщин в зависимости от длительности проживания на Севере // *Бюл. Сибир. отд. Рос. акад. мед. наук*. 2009. № 5. С. 9–15.
20. Мелещенко Я. Север как фактор состояния здоровья человека. Мурманск, 2010. 16 с.
21. Меньшикова М. В., Щеголева Л. С., Щеголева О. Е., Айвазова М. С., Шашкова Е. Ю., Добродеева Л. К. Адаптивные возможности иммунной регуляции у молодежи приполярного региона // *Экология человека*. 2009. № 2. С. 30–35.

22. Пашенкова М. Мурманск готовится встретить солнце // Комсомольская правда. 2012. 10 янв.
23. Писарева Л. Ф., Одинцова И. Н., Чердынцева Н. В., Христенко Е. Л., Братчик А. С., Куприянова Л. Г., Чойнзон Е. Л. Эпидемиология злокачественных новообразований молочной железы в Норильске // Здравоохранение Рос. Федерации. 2010. № 5. С. 11–15.
24. Полетаева А. В., Морозова О. С. Особенности иммунологической защиты и содержание кортизола у человека на Севере // Экология человека. 2010. № 5. С. 42–45.
25. Рябых Т. П., Николаева Т. Г., Бодрова Н. Б. Действие регулятора биоритмов мелатонина на синтез ДНК в краткосрочных культурах злокачественных опухолей человека // Вестн. Рос. акад. мед. наук. 2000. № 8. С. 30–33.
26. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. М. : Медгиз, 1960.
27. Синдром полярного напряжения // Aartyk.Ru. URL: <http://aartyk.ru/cultura/item/7060-sindrom-polyarnogo-napryazheniya> (дата обращения: 02.05.2016).
28. Соловьева А. Как бороться с дефицитом солнечного света? // Комсомольская правда. 2010. 10 нояб.
29. Стасевич К. Как сон превращает кратковременную память в долговременную // Наука и жизнь. 2016. № 5. С. 28–32.
30. Стасевич К. Настроение и сон связали одним геном // Наука и жизнь. 2016. № 4. С. 38–44.
31. Тарасов Е. А., Блинов Д. В., Зимовина У. В., Сандакова Е. А. Дефицит магния и стресс: вопросы взаимосвязи, тесты для диагностики и подходы к терапии // Терапевт. архив. 2015. Т. 87. № 9. С. 114–122.
32. Хаснулин В. И., Хаснулина А. В., Четкина И. И. Северный стресс, формирование артериальной гипертензии на Севере, подходы к профилактике и лечению // Экология человека. 2009. № 6. С. 26–30.
33. Хаснулина А. В., Хаснулин В. И. Влияние психоэмоционального стресса на адаптационно-восстановительный потенциал человека в условиях вахтового труда на Севере // Экология человека. 2010. № 12. С. 18–22.
34. Чистякова О. О. Мелатонин в терапии климактерических и психических расстройств // Казан. мед. журн. 2005. № 1. С. 31–34.
35. Ямшанов В. А. Влияние светового режима на образование канцерогенных N-нитрозосоединений // Вопросы онкологии. 2011. Т. 57. № 3. С. 381–384.
36. Billyard A. J., Eggett D. L., Franz K. B. Dietary magnesium deficiency decreases plasma melatonin in rats // Magnesium Research. 2006. № 19 (3). P. 157–161.
37. Jee S. H., Miller E. R., Guallar E., Singh V. K., Appel L. J., Klag M. J. The effect of magnesium supplementation on blood pressure: a meta-analysis of randomized clinical trials // Am J Hypertens. 2002. № 15 (8). P. 691–696.
38. Mousain-Bosc M., Roche M., Rapin J., Bali J. P. Magnesium VitB6 intake reduces central nervous system hyperexcitability in children // J Am Coll Nutr. 2004. № 23 (5). P. 545–548.
39. Seelig M. S. Consequences of magnesium deficiency on the enhancement of stress reactions; preventive and therapeutic implications // J Am Coll Nutr. 1994. Oct. № 13 (5). P. 429–46.
40. Sendowski I. Magnesium therapy in acoustic trauma, Magnesium Research. 2006. № 19 (4). P. 244–254.
41. Villalonga-Olives E., Valderas J. M., Palacio-Vieira J., Herdman M., Rajmil L., Alonso J. The adaptation into Spanish of the Coddington Life Events Scale (CLES) // Quality of Life Research. 2008. № 17. P. 447–452.

УДК 57.087

*Еськов В. М., Филатов М. А., Эльман К. А., Колосова А. И.*  
*Eskov V. M., Filatov M. A., Elman K. A., Kolosova A. I.*

## НОВОЕ ПОНИМАНИЕ ГОМЕОСТАЗА СЛОЖНЫХ БИОСИСТЕМ

### NEW UNDERSTANDING OF COMPLEX BIOLOGICAL SYSTEMS HOMEOSTASIS

Доказывается 5 принципов организации живых систем, которые являются особыми системами третьего типа (СТТ) в естествознании. Для них невозможно определять стационарные режимы в виде  $dx/dt = 0$  (детерминистский подход) или в виде неизменности функций распределения  $f(x)$  для получаемых подряд выборок любого компонента  $x_i$  всего вектора состояния  $x(t)$  в  $m$ -мерном фазовом пространстве состояний. Предлагается использовать для описания биосистем понятие квазиаттракторов и их движение в фазовом пространстве. Вводится понятие третьей парадигмы и новой теории хаоса-самоорганизации.

*Ключевые слова: гомеостаз, системы третьего типа, сложные биосистемы, complexity.*

Понятие гомеостаза обусловлено глобальной неопределенностью свойств и динамики поведения любых (сложных) биосистем-*complexity*, которые являются уникальными системами и по определению I. R. Prigogine не могут являться объектами современного *детерминистского или стохастического подходов* (ДСП). Сейчас же мы уже и добавляем: и современной теории хаоса (в частности, детерминированного хаоса) в интерпретации Арнольда – Тома [4–9].

Тезис о неопределённости и непредсказуемости гомеостатических систем приводит к пересмотру таких фундаментальных понятий в естествознании, как: «*определенность – неопределенность*» и «*прогнозируемость – непрогнозируемость*». Требуют расшифровки также понятия подобия, схожести, эквивалентности и равенства при описании динамики и стохастического описания неизменности сложных биосистем-*complexity*. Мы сейчас приходим к новой трактовке понятия стационарного состояния биосистем и их движения (какого движения и движения чего?). В этой связи мы должны ввести и новые понятия относительности. Последнее касается относительности движения вектора состояния биосистемы (*complexity*) в *фазовом пространстве состояний* (ФПС), относительности определенности (или вероятностной неопределенности) значений *вектора состояния (сложной) системы* в виде  $x = x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ , когда размываются границы движения  $x(t)$  в фазовом пространстве состояний, когда движение может считаться покоем, а покой – реальным движением.

При этом оказалось, что особые гомеостатические системы, которые мы определяем как системы третьего типа (СТТ), не являются объектом современной науки. Это остро чувствовал в конце своей жизни I.R. Prigogine, что послужило поводом для написания его известной статьи, в которой он отказывался изучать уникальные системы (СТТ) в рамках современной науки и вообще отказывался от материализма при изучении биосистем (точнее говоря, он отказывался от детерминизма и стохастики в изучении *complexity*). К этому приблизился и второй нобелевский лауреат J.A. Wheeler [19], который тоже пытался сформулировать описания *complexity* с позиций современной науки и при этом ощущал принципиальные сложности на этом пути, на которые еще 66 лет назад обращал внимание W. Weaver в своей фундаментальной статье о сложности. Оказалось, что невозможно описывать СТТ и в рамках детерминированного хаоса, о котором настойчиво говорили M. Gel-Mann, J. A. Wheeler и I. R. Prigogine.

**1. Современная интерпретация понятия гомеостаза.** Предпосылки понимания гомеостаза как особого состояния внутренней среды живого организма, которое отлично от внешней среды, впервые начал изучать Клод Бернар (1813–1878). Основные положения своей теории он изложил в известной работе «Введение в экспериментальную медицину» (*Bernard C. Introduction a la medicine Experimentale. Paris, 1952 (original, 1864)*). После работ К. Бернара, в первой половине XX в., Уолтер Бредфорд Кеннон (1871–1945), анализируя особенности висцеральных функций живого организма (на примере пищеварения) и ряда нейрогуморальных процессов, вводит понятие саморегуляции физиологических процессов. В своей известной работе «Мудрость тела» (*Cannon W. «The Wisdom of the Body». New York, 1963 (original, 1932)*) он впервые вводит понятие «гомеостазиса». Расширяя это понятие до общих кибернетических рубежей, но несколько позже, У. Р. Эшби (1903–1972) начал говорить о гомеостазисе (как свойстве исходно человекомерных систем) любых сложных систем, находящихся в динамическом равновесии. Существенно, что СТТ весьма затруднительно описывать в рамках детерминизма (на основе функционального анализа) или стохастики. На это указывал еще в 1948 г. W. Weaver, который и ввел понятие о трех типах систем [3].

В любом состоянии вектора  $x(t)$  для таких сложных, синергетических систем, их гомеостаз будет характеризоваться основными свойствами: кластеризация и компартиментализация, мерцание  $x(t)$  в фазовом пространстве в пределах некоторой ограниченной области фазового пространства квазиаттрактора (КА), эволюция таких КА в ФПС и, наконец, возможность хаотически изменять параметры КА в виде их объёмов  $V_G$ . Все это относится к пяти особым свойствам сложных (синергетических) систем, к которым, в первую очередь, относится организм человека в целом, и его функциональных систем организма ФСО [1] (в виде кластеров), обеспечивающих гомеостаз [6–10].

Таким образом, современная трактовка гомеостаза (как особого состояния организма) в рамках третьей (синергетической) парадигмы дает нам новое понимание этого термина (как особого состояния *complexity*). Ранее, в рамках ДСП, «неподвижное состояние» описывалось условиями для  $x(t)$  в виде  $dx/dt = 0$  или  $x_i = const$ , а с позиций стохастики в виде неизменности функций состояний  $f_j(x_i)$ , где  $j$ -номер серии наблюдений (за интервал времени  $\Delta t_j$ ). Теперь мы можем говорить о некоторых постоянных (условно) параметрах квазиаттракторов. Последнее касается как объёмов  $V_G$  для КА, так и координат их (КА) центров в ФПС. Гомеостаз (как состояние биосистемы и её  $x(t)$  в ФПС) теперь может быть представлен (при этом сам  $x(t)$  непрерывно и хаотически движется внутри КА, а его параметры непрерывно дают  $dx/dt \neq 0$ ) условиями:  $V_G \approx const$ ,  $x_i^c \approx const$ . Здесь  $x_i^c$  – координаты центров квазиаттракторов, внутри которых непрерывно и хаотически движется ВСБ в виде  $x = x(t) = (x, x_2, \dots, x_m)^T$  [5–9].

**2. Аналог принципа Гейзенберга для СТТ.** В ТХС мы различаем два типа движений: движение  $x(t)$  в пределах КА (это стационарное состояние СТТ в ФПС, и она является обычным движением в ДСП), это обычное движение в современной науке – ДСП, к которому применимы все статистические методы расчёта; движение КА в ФПС как эволюция СТТ. В последнем случае мы будем рассматривать движение КА в виде движения центра и изменения объёма  $V_G$ . Рассмотрим проблему статичности СТТ-*complexity* более подробно с позиции гомеостаза [5–10].

Отметим, что первые попытки ввести некоторые понятия о СТТ были выполнены еще 66 лет назад Warren Weaver в его известной публикации «*Science and complexity*». Однако, вводя понятие организованной сложности, W. Weaver тогда не выполнил систематизацию таких объектов, их основных свойств и, главное, не предложил методы и модели для их описания. Многочисленные попытки Н. Нaken и I. R. Prigogine в области синергетики и теории *complexity* также закончились безрезультатно в плане выделения особого математического аппарата и особых моделей для описания *complexity* с самоорганизацией.

Все СТТ (*complexity* в трактовке Пригожина – Хакена) не имеют точек покоя в традиционном (детерминистско-стохастическом подходе) плане. Например, для СТТ никогда их ВСС  $x = x(t)$  не сможет продемонстрировать стационарный режим в виде  $dx/dt = 0$ . Для лю-

бой СТТ их ВСС в ФПС испытывает непрерывное и хаотическое движение. В биомеханике фазовыми координатами являются реальные механические координаты в виде положения конечности (пальца при постуральном треморе) по отношению к регистрирующему датчику –  $x_1 = x_1(t)$  и скорости перемещения конечности  $x_2 = x_2(t) = dx_1/dt$ . На фазовой плоскости вектора  $x = (x_1, x_2)^T$  можно построить фазовые траектории, которые всё-таки будут иметь определённые границы в пределах фазового пространства. Эти границы образуют некоторую область в ФПС, которая характеризует физиологическое (психическое) состояние объекта (испытуемого) и которую мы будем обозначать как *квазиаттрактор*–КА. Объём квазиаттрактора ( $V_G$ ) является важной характеристикой объекта, и он используется сейчас нами в биологии, психологии и медицине для диагностики функций организма испытуемого [2–9].

В целом, все СТТ – это особый тип систем, которые находятся в непрерывной хаотической динамике и для которых отсутствует возможность какого-либо прогноза в будущем их конечного состояния  $x(t_k)$ . Именно это пытался сказать М. Gell-Mann в своём обращении, но только в отношении физических систем. У этих особых СТТ наряду с особым хаосом имеются и механизмы самоорганизации. Поэтому мы сейчас разрабатываем новые методы описания систем третьего типа (отличных от детерминистских и стохастических систем), которые базируются на новой теории хаоса-самоорганизации. Эта ТХС включает в себя 5 принципов организации СТТ: компартментно-кластерное строение, свойство «мерцания» СТТ (когда непрерывно  $dx/dt \neq 0$ ), эволюцию СТТ и их телеологическое движение к некоторому конечному квазиаттрактору, наконец, возможность выхода не только за 3 сигмы, но и за 10, 20 сигм, что в стохастике исключено полностью. Последнее свойство гигантских отклонений от координат центра квазиаттрактора характерно только для СТТ – *complexity*. Технические или физические системы в этом случае просто прекращают своё существование. Однако в квантовой механике такие эффекты имеют место в виде туннельных эффектов: частица может преодолеть потенциальный барьер (выйти из ядра, например) и даже возвратиться обратно.

#### **Выводы:**

1. Сравнение двух состояний  $x(t)$  в моменты времени  $t_1$  и  $t_2$  должно быть основано на расчетах параметров квазиаттракторов. Если объёмы КА или координаты их центров изменяются по определенным правилам, то мы говорим об эволюции гомеостаза. При этом поступательная эволюция гомеостаза (с постоянной скоростью  $v$  или ускорением  $A$ ) наблюдается с возрастом, а циклическая эволюция наблюдается, когда движение КА в ФПС происходит криволинейно.

2. В теории хаоса-самоорганизации  $x(t)$  совершает непрерывное хаотическое движение, но в пределах ограниченных объёмов фазовых пространств, что и представляет гомеостаз СТТ. Гомеостаз – это неизменность параметров квазиаттракторов, но  $f(x)$  и другие статистические характеристики непрерывно и хаотически изменяются. Если подвести итог всему сказанному выше, то следует выделить главное: гомеостаз не может описываться в рамках современной науки из-за неопределенностей 1-го и 2-го типов.

#### **Литература**

1. Анохин П. К. Избранные труды: Кибернетика функциональных систем / под ред. К. В. Судакова : сост. В. А. Макаров. М. : Медицина, 1998. 400 с.
2. Еськов В. М., Берестин К. Н., Лазарев В. В., Русак С. Н., Полухин В. В. Хаотическая и стохастическая оценка влияния динамики метеофакторов Югры на организм человека // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т. XVI. № 1. С. 121.
3. Еськов В. М., Еськов В. В., Хадарцев А. А., Филатов М. А., Филатова Д. Ю. Метод системного синтеза на основе расчета межаттракторных расстояний в гипотезе равномерного и неравномерного распределения при изучении эффективности кинезитерапии // Вестн. новых мед. технологий. 2010. Т. 17. № 3. С. 106–110.

4. Eskov V. M., Filatova O. E., Provorova O. V., Khimikova O. I. Neural emulators in identification of order parameters in human ecology // Human Ecology. 2015. № 5. P. 57–64.
5. Eskov V. M., Filatova O. E. Problem of identity of functional states in neuronal networks // Biophysics. 2003. Vol. 48. № 3. P. 497–505.
6. Eskov V. M., Kulaev S. V., Popov Yu. M., Filatova O. E. Computer technologies in stability measurements on stationary states in dynamic biological systems // Measurement Techniques. 2006. Vol. 49. № 1. P. 59–65.
7. Eskov V. V., Filatova O. E., Gavrilenko T. V., Khimikova O. I. Prediction of Khanty people life expectancy according to chaotic dynamics of their cardiovascular system parameters // Human Ecology. 2014. № 11. P. 3–8.
8. Eskov V. M., Eskov V. V., Vahmina Y. V., Gavrilenko T. V. The evolution of chaotic dynamics of collective modes as a way to describe the behavior of living systems // Moscow University Physics Bulletin. 2016. No. 2.
9. Filatova O. E., Provorova O. V., Volokhova M. A. Assessment of vegetative status of oil-and-gas industry workers from perspective of chaos and self-organization theory // Human Ecology. 2014. № 6. P. 16–19.
10. Garaeva G. R., Eskov V. M., Eskov V. V., Gudkov A. B., Filatova O. E., Khimikova O. I. Chaotic dynamics of cardiointervals in three age groups of indigenous people of Ugra // Human Ecology. 2015. № 9. P. 50–55.

УДК 616.12-008.331.1:612.8: 615.811.2

*Живогляд Р. Н., Данилов А. Г.*  
*Zhivoglyad R. N., Danilov A. G.*

## **ВЛИЯНИЕ ГИРУДОТЕРАПИИ НА ПАРАМЕТРЫ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ПАЦИЕНТОВ С ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ НА СЕВЕРЕ РФ**

### **HIRUDOTHERAPY INFLUENCE ON INVOLUNTARY NERVOUS SYSTEM PARAMETERS IN PATIENTS WITH HYPERTENSION DISEASE IN THE NORTH OF THE RUSSIAN FEDERATION**

В исследовании пациентам с гипертонической болезнью (ГБ) проводилось медикаментозное и восстановительное лечение на основе гирудотерапии. У каждого больного оценивались степень активности вегетативной нервной системы до и после лечения. Статистический и биоинформационный анализы вектора состояния организма больных ГБ показали повышение саногенетического потенциала и адаптационных возможностей организма после лечения в основной группе исследуемых в отличие от группы сравнения. Установлено, что после курса комплексного восстановительного лечения параметры квазиаттрактора патологии переместились в квазиаттрактор саногенеза.

*Ключевые слова:* вектор состояния организма человека (ВСОЧ), гипертоническая болезнь (ГБ), гирудорефлексотерапия, квазиаттрактор (КА), саногенез.

**Введение.** Гипертоническая болезнь представляет одну из важнейших проблем медицины. Основная опасность повышенного АД заключается в том, что оно приводит к быстрому развитию и прогрессированию атеросклеротического процесса, возникновению (ишемической болезни сердца) ИБС, развитию сердечной недостаточности, поражению почек. ГБ в 70 % случаев является причиной инсультов. Риск инсульта прямо пропорционален степени

повышения АД. У лиц, проживающих в условиях Севера, инсульты наблюдаются и при небольшом повышении АД. Выявлен симптомокомплекс, косвенно указывающий на более выраженное влияние симпатической нервной системы, который в сочетании с повышенным уровнем метаболизма и напряженной деятельностью сердца способствует более быстрому и тяжелому течению ГБ в условиях Севера. По-видимому, у больных ГБ отмечаются изменения реактивности в высших вегетативных центрах, которые обуславливают повышенную чувствительность больных к изменениям внешней среды северной экосистемы [6; 7].

На территории ХМАО – Югры в 2013 г. зарегистрировано около 180 000 человек с болезнями системы кровообращения. Ежегодно регистрируется около 30 000 новых случаев заболеваний, умирают от болезней сердца и сосудов около 4,5 тыс. человек, столько же становятся инвалидами. За последние 5 лет в ХМАО показатель смертности от болезней системы кровообращения колебался от 285,9 до 301,6 на 100 000 населения. Риск развития инсульта на фоне гипертонической болезни в округе выше (более чем в 3 раза), в сравнении с регионами средней полосы России. Патология поражает трудоспособный возраст – 35–45 лет [1; 3].

В экстремальных условиях Севера на фоне нарушения алиментарного фактора, истощения эндогенной антиоксидантной защиты выявлена липидная гипероксидация у пришлого населения с появлением дизадаптивных предпатологических и патологических расстройств со стороны сердечно-сосудистой системы. На этом фоне повреждается эндотелий сосудов как наиболее распространенная в организме полифункциональная ткань, принимающая участие во многих обменных процессах, под действием свободных радикалов. Рядом авторов [1; 5] изучено и доказано возникновение липидной гипероксидации, повреждение эндотелия сосудов, нарушение регенераторных возможностей клеток и тканей на фоне дефицита жирорастворимых витаминов, а в ряде случаев и соединений (провитаминов, микроэлементов), обеспечивающих этот синтез. В лечении больных ГБ основной группы мы назначали жирорастворимые витамины А и Е, которые особенно в комбинации друг с другом препятствуют развитию атеросклероза, дегенеративно-дистрофических изменений в сердечной мышце, улучшают питание и сократительную способность миокарда, снижают потребление миокардом кислорода, тормозят свободно-радикальные реакции, предупреждают образование пероксидов, повреждающих клеточные и субклеточные мембраны, стимулируют синтез гема и гемсодержащих ферментов – гемоглобина, миоглобина, цитохромов, каталазы, пероксидазы; улучшают тканевое дыхание, стимулируют синтез белков (структурных и сократительных белков скелетных и гладких мышц, миокарда), тормозят окисление ненасыщенных жирных кислот и селена, ингибируют синтез холестерина [7].

Нехватка антиоксидантов сопровождается метаболическую гипоксию. В целом влияние суровых климатических условий, включая холодовой фактор, ультрафиолетовое голодание, влияние гелиомагнитных колебаний и множество других факторов, способствуют развитию заболеваний и усугубляют их течение.

Адаптационная реакция организма при течении ГБ в условиях Севера обусловлена повышением уровня кортикостероидов в крови, переключением энергетического обмена с углеводного типа на жировой (особенно у пришлого населения), активацией реакций перекисного (свободно-радикального) окисления липидов биологических мембран, изменением их физико-химических свойств [1; 5; 7].

Предложенная нами программа комплексной терапии ГБ включает медикаменты в малых дозах, гирудорефлексотерапию, фитотерапию (постоянно проводимая фитотерапия сопровождается стабилизацией процесса и длительное время предупреждает развитие органических изменений сердечно-сосудистой системы), витаминотерапию и оксигенотерапию. При улучшении оксигенации и микроциркуляции сосудов, тканей включаются механизмы разрешения патологии с изменением показателей ФСО. Выраженный положительный эффект гирудотерапии в лечении ГБ как таковой и её влиянии на снижение общего сердечно-сосудистого риска обусловлены биологически активными веществами (БАВ), впрыскиваемые пиявкой. Слюна пиявки, содержащая БАВ, обеспечивает антикоагулирующее, гипотен-

живное, противоишемическое, антисклеротическое, седативное действие, защитный противотромботический, энергетический, акустический, негэнтропийный, акваструктурирующий эффекты, а также устраняет микроциркуляторные нарушения (изучено более 100 эффектов пиявки), при укусе пиявка раздражает БАТ с впрыскиванием БАВ в кровоток. Немедикаментозные методы лечения ГБ способствуют снижению АД; уменьшают потребность в антигипертензивных препаратах и повышают их эффективность; позволяют осуществлять коррекцию факторов риска; проводить первичную и вторичную профилактику ГБ у больных с повышенным АД и имеющих факторы риска и/или поражения органов-мишеней [3; 4].

**Материалы и методы.** Объектом настоящего исследования явились мужчины и женщины с заболеванием ГБ в количестве 144 человека трудоспособного возраста (от 35 до 65 лет) из числа жителей, проживающих на территории г. Сургута и Сургутского района менее и более 5 лет. Средний возраст больных  $42,5 \pm 12,5$  лет. Средняя продолжительность пребывания на севере  $31,7 \pm 29,3$ . В зависимости от выбранного метода лечебно-управляющего воздействия испытуемые были разделены на 2 группы.

В первой (основной) группе пациентам проводилось комплексное восстановительное лечение: 1) базисная стандартная фармакотерапия (ингибитор ангиотензинпревращающего фермента – рениприл (активное вещество эналаприла малеат) в суточной дозе 5–10 мг перорально, бета-адреноблокатор – бисопролол 2,5–5 мг в сутки перорально, доза определялась в зависимости от ЧСС); 2) фитотерапия, включающая комплекс трав с гипотензивным, седативным, антисклеротическим, спазмолитическим и нейрорегуляторными эффектами в пороговых индивидуально подобранных дозах с целью снятия нервно-психического перенапряжения и стабилизации работы сосудодвигательного центра; 3) кинезиотерапия в виде групповых и индивидуальных занятий ЛФК длительностью 15–20 минут, в тренирующем режиме в течение 10 дней; 4) гирудорефлексотерапия 10–15 сеансов (суммарное количество пиявок на курс от 70 до 100 особей); 5) оксигенотерапия с кислородным концентратором New Life (Ньюлайф), оборудование американской компании Air Ser; 6) жирорастворимый витамин А (ретинол) в суточной дозе 1 капс (33 тыс. МЕ) 1 раз в день 1 мес. и витамин Е (альфа-токоферола ацетат) 100 мг в сутки 1 мес.

Во 2-й группе (контрольной) проводился курс стандартной базисной фармакотерапии. Антигипертензивная терапия включала ингибитор ангиотензинпревращающего фермента – рениприл (активное вещество эналаприла малеат) в суточной дозе 5–40 мг перорально, бета-адреноблокатор – бисопролол 5–10 мг в сутки перорально, доза определялась в зависимости от ЧСС). Некоторым пациентам, не достигшим целевых уровней АД на фоне проводимой терапии, добавлялся дигидропиридиновый антагонист «медленных» кальциевых каналов II поколения – амлодипин в суточной дозе 5–10 мг в зависимости от уровня АД.

В основной группе исследуемых количество и дозы используемых лекарственных препаратов были снижены, так как потребность в них была меньше по сравнению с группой сравнения, не получавшей дополнительно комплексное восстановительное лечение. Больные 1-й и 2-й групп были отобраны согласно разработанным критериям. Критерии включения в исследование: гипертоническая болезнь 1–2-я стадия по ВОЗ в сочетании с нарушениями липидного обмена, отсутствие ассоциированных клинических состояний (3-я стадия ГБ), возраст пациентов от 35 до 65 лет включительно. Критерии исключения из исследования: наличие в анамнезе осложнений ГБ (мозговой инсульт, инфаркт миокарда, тяжелая ХСН, нефропатии), сопутствующих соматических заболеваний, тяжелых нарушений ритма и проводимости (фибрилляция – трепетание предсердий, АВ-блокады II и III степени, частая экстрасистолия и др.), сахарного диабета, симптоматических и вторичных артериальных гипертензий, ИБС. В качестве контрольной группы взяли практически здоровых лиц с нормальными значениями АД, сопоставимых по полу, возрасту и длительности северного стажа ( $n = 72$ ).

Все обследуемые пациенты давали информированное добровольное согласие на выполнение диагностических исследований, лечебных мероприятий и физиотерапевтических процедур. Вегетативные нарушения встречаются в 25–80 %, начиная с пубертатного возраста



та. В связи с этим нами проведено исследование вегетативной регуляции (ФСО). У пациентов оценивалась степень активности вегетативной нервной системы по показателям вариабельности сердечного ритма (ВСР) с использованием пульсоксиметра «ЭЛОКС-01С2» (ЗАО ИМЦ «Новые приборы», г. Самара). HR (Heart rate), удары в секунду – частота сердечных сокращений, вычисленная по среднему значению межпульсовых интервалов в анализируемой выборке, СИМ – индекс активности симпатического звена вегетативной нервной системы, ПАР (усл. ед.) показатель активности парасимпатической вегетативной нервной системы, ИНБ (усл. ед.) – индекс напряжения, характеризующий степень централизации регуляторных влияний на сердечный ритм, HF (мощность волн высокой частоты в диапазоне от 0,4 до 0,15 Гц),  $мс^2$ , отражает активность парасимпатического кардиоингибиторного центра продолговатого мозга; LF (мощность волн низкой частоты в диапазоне от 0,15 до 0,04 Гц),  $мс^2$ , отражает активность симпатических центров продолговатого мозга, определяющую кардиостимулирующий и вазоконстрикторный эффекты; VLF (мощность волн очень низкой частоты в диапазоне от 0,04 до 0,0033 Гц) – отражает активность центральных эрготропных и гуморально-метаболических механизмов регуляции сердечного ритма.; TP (общая мощность спектра, Total Power),  $мс^2$  – отражает суммарный эффект воздействия на сердечный ритм всех уровней регуляции.

Полученные данные обрабатывались методом вариационной статистики до доверительного интервала с помощью пакета прикладных программ Statistica 6, IBM PC БИОСТАТ по методике С. Гланца. Нормальное распределение данных оценивалось на основе вычисления критерия Шапиро – Уилка. Установлено, что не все параметры описываются законом нормального распределения, поэтому дальнейшие расчеты зависимостей производились методами непараметрической статистики с помощью критерия Уилкоксона. Также полученные данные обрабатывались с помощью оригинальных программ: «Идентификация параметров квазиаттракторов поведения вектора состояний биосистем в m-мерном фазовом пространстве», «Программа медицинской диагностики по расстоянию между фактической точкой вектора состояния организма человека и ближайшими центрами квазиаттракторов» [2; 6].

**Результаты и их обсуждение.** По результатам статистической обработки интегрально-временных, спектральных показателей больных ГБ 2-й группы (сравнения) до и после стандартного медикаментозного лечения с использованием критерия Уилкоксона ( $P_y$ ) статистически значимыми явились показатели СИМ, ПАР, ИНБ, HR, VLF, LF, HF ( $p = 0,000$ ), статистически незначимыми  $SpO_2$  ( $p = 0,401$ ), Total Power ( $p = 0,682$ ) (табл. 1).

Таблица 1

**Результаты статистической обработки интегрально-временных параметров  
ВСР 2 группы (сравнения) до и после лечения**

Показатель	СИМ	ПАР	ИНБ	HR	$SpO_2$
<b>II группа (мужчины и женщины) (n = 72) до лечения</b>					
<b>M ± σ</b>	24,2 ± 8,7	4,2 ± 2,4	122,7 ± 42,7	86,9 ± 13,9	97,7 ± 1,1
<b>Me, 50 %</b>	22,5	4,0	113,0	85,0	98,0
<b>5 %</b>	13,1	1,0	76,1	66,1	96,0
<b>95 %</b>	36,0	8,0	191,3	107,8	99,0
<b>II группа (мужчины и женщины) (n = 72) после лечения</b>					
<b>M ± σ</b>	8,2 ± 2,2	7,1 ± 1,7	54,6 ± 15,0	68,1 ± 9,9	97,5 ± 1,6
<b>Me, 50 %</b>	8,0	7,0	54,5	69,0	98,0
<b>5 %</b>	5,0	4,5	31,2	50,5	94,5
<b>95 %</b>	11,5	9,4	78,9	82,4	99,0
<b><math>P_y</math></b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,401

*Примечание:* n – количество обследуемых; VLF ( $мс^2$ ) – колебания очень низкой частоты; HF ( $мс^2$ ) – высокочастотные колебания; LF ( $мс^2$ ) – низкочастотные колебания; TOTAL ( $мс^2$ ) – общая мощность спектра, Me – медиана параметра; σ – стандартное отклонение; p – достоверность различий в двух связанных выборках до и после лечения интегрально-временных параметров ВСР с помощью критерия Уилкоксона во 2-й группе (сравнения), при критическом уровне значимости  $p < 0,005$ .

При сравнении интегрально-временных и спектральных характеристик до и после комплексного восстановительного лечения у пациентов 1-й (основной) группы с использованием критерия Уилкоксона были отмечены достоверно значимые изменения всех параметров больных ( $p < 0,05$ ). Это подтверждает более выраженное положительное влияние комплексного восстановительного лечения на функциональное состояние организма (ФСО) и гомеостаз по сравнению с применением методов только стандартной фармакотерапии (табл. 2) [4].

При сравнении спектральных показателей ВСП 1-й и 2-й групп с показателями 3-й группы (контрольной, здоровые лица) выявлен выраженный вегетативный дисбаланс во 2-й группе исследуемых. Пациенты 1-й и 2-й групп до лечения находятся в состоянии гиперсимпатикотонии, что соответствует отношению  $VLF > LF > HF$  (в 1-й группе:  $4141,2 > 3657,1 > 793,7$  (рис. 1, 2); во 2-й группе  $5103,7 > 4250,8 > 774,2$  (рис. 3, 4). В 3-й (контрольной) группе (практически здоровые) ненапряженный вегетативный баланс  $LF > VLF < HF$ :  $1136,9 > 1017,0 < 1255,4$  мс<sup>2</sup>/Гц. После лечения во 2-й группе соотношение спектральных показателей не изменилось ( $5069,5 > 4222,6 > 825,5$ ), в отличие от 1-й группы, где отношение было определено как  $LF > VLF < HF$  ( $1122,5 > 974,2 < 1285,9$  мс<sup>2</sup>/Гц), что соответствует отношению в контрольной группе (рис. 5).

Таблица 2

**Результаты статистической обработки интегрально-временных параметров ВСП 1-й группы (основной) до и после лечения**

Показатель	СИМ	ПАР	ИНБ	НР	SpO <sub>2</sub>
<b>I группа (мужчины и женщины) (n = 72) до лечения</b>					
<b>M ± σ</b>	23,1 ± 7,4	4,2 ± 2,4	161,8 ± 81,6	84,9 ± 15,2	97,8 ± 1,1
<b>Me, 50 %</b>	20,5	4,0	127,5	84,0	98,0
<b>5 %</b>	11,6	0,5	79,2	59,2	96,0
<b>95 %</b>	36,0	8,0	330,3	110,1	99,0
<b>I группа (мужчины и женщины) (n = 72) после лечения</b>					
<b>M ± σ</b>	3,8 ± 1,4	13,1 ± 3,1	24,1 ± 7,6	71,9 ± 5,2	97,3 ± 0,8
<b>Me, 50 %</b>	4,0	13,0	23,0	72,0	97,0
<b>5 %</b>	2,0	8,0	13,1	63,0	96,0
<b>95 %</b>	6,0	19,5	38,0	79,5	99,0
<b>P<sub>v</sub></b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009

*Примечание:* n – количество обследуемых; VLF (мс<sup>2</sup>) – колебания очень низкой частоты; HF (мс<sup>2</sup>) – высокочастотные колебания; LF (мс<sup>2</sup>) – низкочастотные колебания; Total Power (мс<sup>2</sup>) – общая мощность спектра, Me – медиана параметра; σ – стандартное отклонение; p – достоверность различий в двух связанных выборках до и после лечения с помощью критерия Уилкоксона в 1-й группе (основной), при критическом уровне значимости  $p \leq 0,05$ .

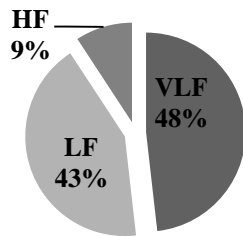
При сравнении интегрально-временных и спектральных показателей ВСП после лечения с результатами исследования 3-й группы (контрольной) здоровых лиц использовался критерий Манна – Уитни (сравнение показателей в двух зависимых группах) с уровнем значимости  $p < 0,05$ . Надежность используемых статистических оценок принималась не менее 95 %. При этом показатели СИМ ( $p = 0,24$ ), ПАР ( $p = 0,19$ ), ИБ ( $p = 0,00$ ), SpO<sub>2</sub> ( $p = 0,02$ ) параметры спектра VLF ( $p = 0,00$ ), HF ( $p = 0,00$ ), LF ( $p = 0,04$ ), TOTAL ( $p = 0,00$ ) статистически значимо различаются ( $p < 0,05$ ) при сравнении значений параметров во 2-й группе (сравнения) с 3-й группой (контрольной). При сравнении показателей ВСП 1-й группы после лечения с показателями 3-й группы (контрольной) отсутствие статистически значимых отличий ( $p = 0,000$ ) при сравнении параметров ВСП после лечения в 1-й группе (основной) и 3-й группах подтверждает более эффективное лечебное действие после комплексного восстановительного лечения с применением гирудорефлексотерапии.

У пациентов в основной (после лечения) и контрольной группах интегрально-временные и спектральные показатели ВСП наиболее соответствуют друг другу в отличие от

группы сравнения, что доказывает саногенетическое действие применяемого нами комплексного метода восстановительного лечения ГБ.

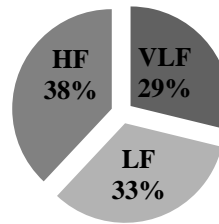
Для проведения БА показателей ВСР в трех группах были рассчитаны объемы КА ВСОЧ и общий показатель асимметрии по показателям: СИМ (усл. ед.), ПАР (усл. ед.), ИБ (усл. ед.), VLF, HF, LF(мс<sup>2</sup>/Гц).

При сравнении объемов КА интегрально-временных показателей в 3-мерном фазовом пространстве (СИМ, ПАР, ИНБ) в 1-й и 2-й группах после лечения выявлено увеличение объема КА во 2-й группе (с  $3.51 \cdot 10^{41}$  усл. ед. до  $5.56 \cdot 10^{42}$  усл. ед.) и уменьшение в 1-й группе (с  $3.5 \cdot 10^{41}$  усл. ед. до  $1.0 \cdot 10^{35}$  усл. ед.) у больных ГБ. Общий показатель асимметрии в 1-й группе значительно уменьшился (с 3 960.1 усл. ед. до 565.6), а во 2-й группе изменился незначительно (с 3 962.1 усл. ед. до 3 367.3) (рис. 6, 7, 8, 9).



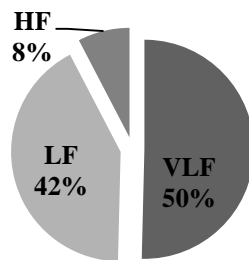
**Рис. 1. Спектральные характеристики 1-й группы до лечения:**

VLF (мс<sup>2</sup>/Гц) – очень низкий спектр;  
LF (мс<sup>2</sup>/Гц) – низкий спектр;  
HF (мс<sup>2</sup>/Гц) – высокий спектр



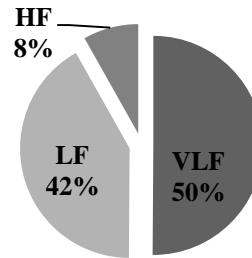
**Рис. 2. Спектральные характеристики 1-й группы после лечения**

VLF (мс<sup>2</sup>/Гц) – очень низкий спектр;  
LF (мс<sup>2</sup>/Гц) – низкий спектр;  
HF (мс<sup>2</sup>/Гц) – высокий спектр



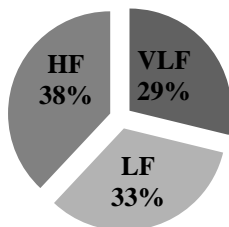
**Рис. 3. Спектральные характеристики 2-й группы до лечения:**

VLF (мс<sup>2</sup>/Гц) – очень низкий спектр;  
LF (мс<sup>2</sup>/Гц) – низкий спектр;  
HF (мс<sup>2</sup>/Гц) – высокий спектр



**Рис. 4. Спектральные характеристики 2-й группы после лечения**

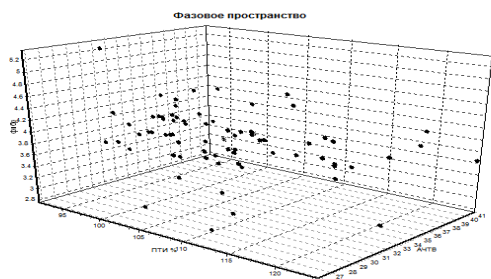
VLF (мс<sup>2</sup>/Гц) – очень низкий спектр;  
LF (мс<sup>2</sup>/Гц) – низкий спектр;  
HF (мс<sup>2</sup>/Гц) – высокий спектр



**Рис. 5. Сравнение спектральных показателей 1, 2-й групп после лечения и 3-й (контрольной) группы:**

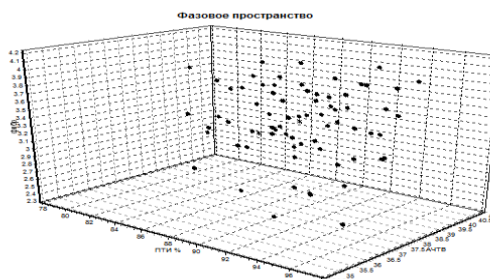
VLF (мс<sup>2</sup>/Гц) – очень низкий спектр; LF(мс<sup>2</sup>/Гц) – низкий спектр; HF(мс<sup>2</sup>/Гц) – высокий спектр

При сравнении объемов КА спектральных характеристик в 3-мерном фазовом пространстве (VLF, LF, HF) в 1–2-й группах пациентов с ГБ после лечения также выявлено увеличение общего объема КА во 2-й группе (с  $4.52 \cdot 10^{41}$  усл. ед. до  $5.89 \cdot 10^{42}$ ) и уменьшение в 1-й группе (с  $3.9 \cdot 10^{41}$  усл. ед. до  $1.7 \cdot 10^{35}$ ). Общий показатель асимметрии в 1-й группе значительно уменьшился (с 4 056.09 усл. ед. до 755.61), а во 2-й группе изменился незначительно (с 4 048.1 усл. ед. до 3 997.35) (рис. 10, 11, 12, 13).



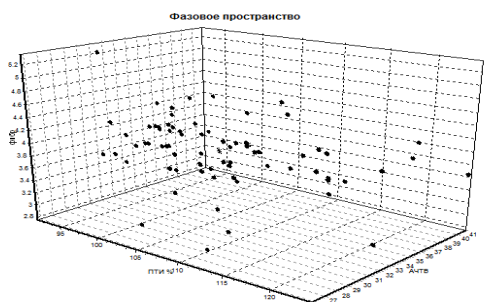
General asymmetry value  $rX = 3\,960.1$   
 General V value  $vX = 3.5E41$

**Рис. 6. 1-я группа до лечения (СИМ, ПАР, ИНБ)**



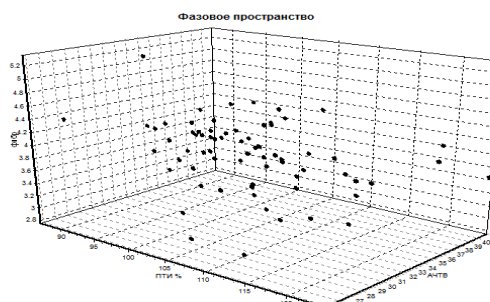
General asymmetry value  $rX = 565.6$   
 General V value  $vX = 1.0E35$

**Рис. 7. 1-я группа после лечения (СИМ, ПАР, ИНБ)**



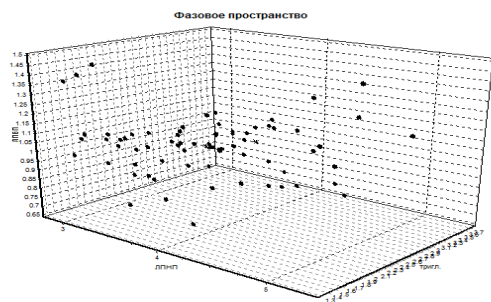
General asymmetry value  $rX = 3\,962.1$   
 General V value  $vX = 3.51E41$

**Рис. 8. 2-я группа до лечения (СИМ, ПАР, ИНБ)**



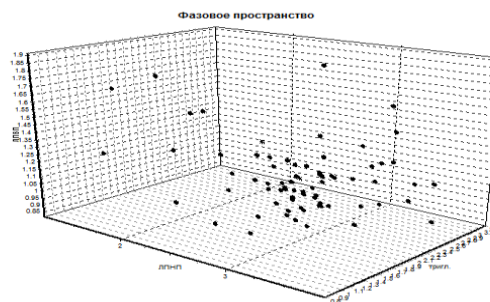
General asymmetry value  $rX = 3\,367.3$   
 General V value  $vX = 5.56E42$

**Рис. 9. 2-я группа после лечения (СИМ, ПАР, ИНБ)**



General asymmetry value  $rX = 4\,056.09$   
 General V value  $vX = 3.9E41$

**Рис. 10. 1-я группа до лечения (VLF, LF, HF)**



General asymmetry value  $rX = 755.61$   
 General V value  $vX = 1.7E35$

**Рис. 11. 1-я группа после лечения (VLF, LF, HF)**



General asymmetry value  $rX = 4\,048.1$   
General V value  $vX = 4.52E41$

Рис. 12. 2-я группа до лечения  
(VLF, LF, HF)



General asymmetry value  $rX = 3\,997.35$   
General V value  $vX = 5.89E42$

Рис. 13. 2-я группа после лечения  
(VLF, LF, HF)

Увеличение объемов КА, незначительное изменение общего показателя асимметрии у пациентов во 2-й группе после лечения свидетельствуют об увеличении хаотичности динамики изучаемых параметров у больных ГБ, что является реальной количественной мерой, оценивающей особенности протекания хронической сердечно-сосудистой патологии и показывает недостаточную эффективность проведения только фармакотерапии у пациентов с ГБ в гипокомфортных условиях Севера. Напротив, в 1-й группе отмечалось значительное уменьшение общего объема и общего показателя асимметрии, что говорит о высокой эффективности комплексного восстановительного лечения с применением методов биотерапии (гирудорефлексотерапии, фитотерапии).

При сравнении объемов КА 1-й и 2-й групп после лечения с показателями 3-й группы (здоровых) лиц было определено, что показатели объема КА и общей асимметрии 1-й группы наиболее соответствуют показателям 3-й группы и статистически значимо не различаются ( $p = 0,341$ ) в отличие от 2-й группы ( $p = 0,001$ ) [6].

Таким образом, после комплексного восстановительного лечения отмечается уменьшение общей асимметрии и общего объема у пациентов с ГБ, что говорит о благоприятной тенденции поведения вектора состояния организма человека, повышению адаптационных возможностей и стремлению КА патологии к самоорганизации и переходу в КА саногенеза (выздоровлению). Увеличение адаптационного потенциала имеет особую важность в экстремальных условиях проживания на севере РФ. Совместное применение биоинформационного анализа и статистических программ обработки информации позволило подтвердить возможности комплексного восстановительного лечения не только по стабилизации АД, но и по гармоничной регуляции гомеостаза [3–4].

**Заключение.** Хроническая сердечно-сосудистая патология, в частности гипертоническая болезнь, в условиях Севера порождает хаотическую динамику в системах регулирования, где требуются нестандартные методы изучения и лечения с управляющим воздействием на ВНС, ФСО и гомеостаз, чему в полной мере соответствует гирудотерапия и проведение биоинформационного анализа с персонализированным подходом к каждому конкретному пациенту. Биотерапия позволяет избежать проблему полипрагмазии при лечении хронической патологии. А также, устраняя патоморфологию тканей, способствует достижению выраженного терапевтического эффекта, самоорганизации, саморегуляции, приводя организм в состояние саногенеза. В рамках биоинформационного анализа изменение хаотической динамики показателей ВНС при комплексном восстановительном лечении ГБ в сторону негэнтропии позволило показать особенности функционирования ВНС и оценить высокую эффективность лечения, в основе которого лежит биотерапия [8–9].

## **Литература**

1. Деряпа Н. Р., Рябинин И. Ф. Адаптация человека в полярных районах Земли. СПб. : Медицина, 2001. 295 с.
2. Еськов В. М., Хадарцев А. А. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Ч. VII. Синергетический компартментно-кластерный анализ и синтез динамики поведения вектора состояния организма человека на Севере РФ в условиях саногенеза и патогенеза. Самара, 2012. 160 с.
3. Живогляд Р. Н. Биотерапия в условиях Среднего Приобья : моногр. Сургут: Дефис, 2015. 281 с.
4. Живогляд Р. Н., Данилов А. Г., Алексенко Я. Ю., Ураева Я. И. Негэнтропия при биотерапии на севере РФ : учеб.-метод. пособие. Сургут : Дефис, 2015. 212 с.
5. Куликов В. Ю., Сафронов И. Д., Ким Л. Б., Воронин А. Ю. Синдром полярного напряжения // Бюл. Сиб. Отд. Рос. АМН. Красноярск, 2010. С. 27–32.
6. Чазова И. Е., Ощепкова Е. В., Рогоза А. Н., Данилов Н. М., Чихладзе Н. М., Жернакова Ю. В. Диагностика и лечение артериальной гипертензии. Клинич. рекомендации. М., 2013.
7. Хаснулин В. И. Психонейрогуморальные взаимоотношения и артериальная гипертензия у людей, работающих на Севере вахтовым методом // Бюл. СО РАМН, 2011. № 3 (30). С. 78–85.
8. Eskov V. M., Kulaev S. V., Pashnin A. S. Identification of synergetic property of biological dynamic system (BDS) // Proceeding of international Biophysics Congress (Montpelier. France). 2011. P. 78–80.
9. Zhivoglyad R. N., Danilov A. G., Bondarenko O. A. The method of multidimensional phase space in assessing the health of patients with hypertensive disease in the north of Russia // Biology and Medicine. 2015. T. 7. № 3. P. 109.
10. Zhivoglyad R. N. III rd International Conference on Biotherapy // Maale Hachamisa congress center. Jerusalem, May 24–27. 2011. P. 83–84.

УДК 612.172.2-053.5:612.017.2(571.122)

*Ишбулатова М. С., Литовченко О. Г.  
Ishbulatova M. S., Litovchenko O. G.*

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ДЕТЕЙ 9–10 ЛЕТ, УРОЖЕНЦЕВ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ**

### **PARAMETERS CHARACTERISTICS OF CORDIAL RHYTHM IN CHILDREN OF 9–10 YEARS OLD, NATIVES OF MIDDLE OB**

Проведено исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы детей младшего школьного возраста, уроженцев Среднего Приобья. При анализе изменений временных и спектральных характеристик вариабельности сердечного ритма отмечено состояние умеренной симпатикотонии в группе 10-летних девочек, что может быть связано с началом пубертатного периода и активацией симпато-адреналовой системы. Во всех возрастных группах и у мальчиков, и у девочек основные характеристики вариабельности сердечного ритма свидетельствовали о повышении симпатических влияний на регуляцию сердечного ритма.

*Ключевые слова: адаптация, вариабельность сердечного ритма, дети младшего школьного возраста, уроженцы Среднего Приобья.*

Современный учебный образовательный процесс своей технологией, объемом информации, построением, спецификой занятий, условиями их проведения предъявляет к учащимся повышенные психофизиологические и физиологические требования, которые, как правило, превышают возрастные ментальные и физические возможности ребенка. Такое несоответствие приводит уже в младшем школьном возрасте к снижению функциональных резервов организма, его компенсаторных и адаптационных возможностей, нарушает своевременность созревания основных систем.

В условиях, в которых находятся современные школьники, необходимо осуществлять глубокий анализ влияния на организм детей педагогических технологий. Интенсификация учебного процесса без учета возрастных и индивидуальных физиологических особенностей организма ребенка негативно сказывается на состоянии здоровья школьников [2; 5].

При проживании в условиях Севера необходимо также учитывать воздействие на детский организм климатических факторов (биотропное действие климата), состоящих из влияния отдельных метеоклиматических факторов: температуры, циркуляции и влажности воздуха, атмосферного давления и др. Каждый из этих факторов в отдельности может оказывать влияние на различные функциональные системы ребенка. Часто интенсивность биотропного воздействия обусловлена не столько абсолютной величиной метеоэлементов, сколько скоростью их изменчивости: чем выше изменчивость того или иного фактора, тем меньше времени у организма для адаптации, и тем острее его ответная реакция [8].

Одним из индикаторов адаптационных реакций всего организма является оценка его функционального состояния по вариабельности сердечного ритма. Изменение ритма сердца – это универсальная реакция целостного организма в ответ на воздействие внешней среды, отражающая результат многочисленных регуляторных влияний на сердечно-сосудистую систему. Нервная и гуморальная регуляции работы сердца изменяются значительно раньше, чем начинают выявляться энергетические, метаболические и гемодинамические сдвиги [1; 7].

Анализ вариабельности сердечного ритма является методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме ребенка, в частности, общей активности регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы [3–4; 6; 9].

С целью выявления особенностей функционального состояния сердечно-сосудистой системы детей Среднего Приобья нами было проведено исследование параметров вариабельности сердечного ритма у учащихся младших классов г. Сургута. В исследовании приняли участие ученики младшего школьного возраста обоего пола в возрасте 9–10 лет, уроженцы Среднего Приобья. Возрастные границы определялись по дате рождения ребенка  $\pm$  6 месяцев.

Нами было исследовано 124 ребенка, относящихся к I и II группам здоровья. По возрастному составу группа была представлена следующим образом: мальчики 9 лет 30 (24,2 %) человек, девочки 9 лет – 33 (26,6 %) человека, мальчики 10 лет – 30 (24,2 %) человек, девочки 10 лет – 31 (25,0 %) человек. Исследования проводились в первой половине дня на базе различных образовательных учреждений г. Сургута.

Анализ вариабельности сердечного ритма (ВРС) у детей мы проводили с помощью кардиоанализатора «Анкар – 131», производитель фирма «Медиком МТД» (г. Таганрог).

Обязательным условием включения в обследование было добровольное письменное информированное согласие законных представителей ребенка.

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0. Результаты представлены в виде средней арифметической ( $M$ ), ошибки средней арифметической ( $m$ ). Анализ достоверности различий между группами осуществляли с использованием методов непараметрической статистики (U-тест Манна – Уитни). Для сравнения дисперсий двух вариационных рядов применялся критерий Фишера. За критический уровень значимости было принято значение  $p < 0,05$ .

Анализ вариабельности сердечного ритма является методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме ребенка, в частности, общей активности регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы.

Частота сердечных сокращений – один из самых лабильных показателей системы кровообращения. Величина ЧСС зависит от возрастных, половых и индивидуальных особенностей человека. В норме ЧСС в процессе онтогенеза с возрастом становится реже, что связано с повышением тонической активности центров блуждающего нерва [1]. По данным, полученным в результате наших исследований, у мальчиков данная закономерность соблюдалась, однако в группе девочек наблюдалась обратная динамика – у 10-летних девочек ЧСС было выше, чем у 9-летних детей. При сравнении ЧСС в группе 10-летних детей у девочек данный показатель был достоверно выше, чем у мальчиков ( $p = 0,033$ ). Сердечно-сосудистая система является чувствительным индикатором любых изменений окружающей среды (табл. 1). Одним из важнейших показателей вариационной пульсометрии является мода (Мо). В группе мальчиков с возрастом мы наблюдали увеличение моды, что свидетельствует о повышении роли парасимпатических влияний в регуляции сердечно-сосудистой системы и снижении степени влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы. Однако у девочек 9 и 10 лет данный показатель существенно не изменялся. При сравнении показателя Мо между мальчиками и девочками достоверно меньше данный показатель был у 10-летних девочек, чем у мальчиков данного возраста ( $p = 0,03$ ).

Таблица 1

**Показатели вариабельности сердечного ритма  
у детей 9–10 лет г. Сургута (М ± m)**

Показатели вариабельности сердечного ритма / ед. измерения	Пол/возраст (лет)			
	мальчики		девочки	
	9	10	9	10
ЧСС (уд/мин)	85,93 ± 2,1	82,84 ± 2,0 <sup>Δ</sup>	87,93 ± 1,71	90,03 ± 2,32 <sup>Δ</sup>
RR (мс)	741,67 ± 14,4	743,76 ± 16,13	715,48 ± 16,95	687,45 ± 20,15
Мода (Мо, мс)	688,33 ± 15,14	728,84 ± 19,39 <sup>Δ</sup>	678,03 ± 13,92	675,0 ± 18,60 <sup>Δ</sup>
Амплитуда моды (АМо, %)	38,0 ± 2,8	42,22 ± 3,32	39,12 ± 2,11	44,33 ± 3,04
Вариационный размах (ВР, с)	0,37 ± 0,04	0,26 ± 0,03*	0,32 ± 0,03	0,27 ± 0,03
Стандартное отклонение RR-интервалов (мс)	77,86 ± 8,93	54,14 ± 5,87*	61,81 ± 5,93	54,16 ± 5,95
Среднеквадратичное различие смежных RR (RMSSD, мс)	88,63 ± 13,48	55,89 ± 7,49	61,36 ± 7,46	52,68 ± 8,05
Индекс напряжения (ИН, %/с*с)	129,35 ± 21,65	191,03 ± 42,33	144,13 ± 20,1	259,56 ± 58,27
Индекс вегетативного равновесия (ИВР, %/с)	166,53 ± 24,9	254,99 ± 49,38	184,7 ± 23,1	308,11 ± 60,7
Вегетативный показатель ритма (ВПР, 1/с*с)	5,69 ± 0,61	7,44 ± 0,93	6,47 ± 0,61	9,19 ± 1,41
Показатель адекватности регуляции (ПАПР, %/с)	57,69 ± 5,26	60,63 ± 5,93	59,36 ± 3,92	69,87 ± 6,34
Триангулярный индекс (раз)	3,1 ± 0,23	2,76 ± 0,22	2,84 ± 0,17	2,66 ± 0,23

Примечание:

\* достоверные отличия по сравнению с предыдущим временным интервалом  $p < 0,05$ ;

<sup>Δ</sup> достоверные отличия в одной возрастной группе среди мальчиков и девочек  $p < 0,05$ .

Амплитуда моды (АМо) – число кардиоинтервалов, соответствующих значению (диапазону) моды. Этот показатель отражает стабилизирующий (мобилизующий) эффект централизации управления ритмом сердца. В основном этот эффект обусловлен влиянием симпатического отдела вегетативной нервной системы. Согласно данным Р. М. Баевского с соавт. [1]



значения АМо в пределах 31–49 % соответствуют вегетативному равновесию. В наших исследованиях и у мальчиков, и у девочек всех возрастных групп значения АМо укладывались в данных пределах.

Показатели вариационного размаха и СКО с возрастом уменьшались как в группах мальчиков, так и в группах девочек. Достоверные отличия нами были получены при сравнении мальчиков 9 и 10 лет ( $p = 0,04$ ). При проведении анализа изменения индекса вегетативного равновесия (ИВР) и вегетативного показателя ритма (ВПР) нами отмечено, что с возрастом значения данных показателей возрастали как в группе мальчиков, так и у девочек, т. е. возрастало влияние симпатического отдела вегетативной нервной системы на регуляцию сердечного ритма.

Значения индекса напряжения (ИН) по Р. М. Баевскому с соавт. [1] у детей 9 лет обоего пола и в группе мальчиков 10 лет свидетельствовали о состоянии вегетативного равновесия, а в группе 10-летних девочек данный показатель свидетельствовал о состоянии умеренной симпатикотонии и напряжении процесса регуляции. Данный факт, вероятно, являлся отражением раннего начала полового созревания у девочек и активацией симпато-адреналовой системы.

По данным спектрального анализа ВРС обследованные младшие школьники 9–10-летнего возраста характеризуется четко выраженными волнами высокой, низкой и очень низкой частот (табл. 2). При сравнении показателей ВРС между детьми разного пола нами отмечены достоверные отличия мощности сверхнизкочастотного спектра (VLF) в возрастных группах 9-летних детей в абсолютных единицах: у 9-летних мальчиков данный параметр был достоверно выше, чем у девочек этого возраста ( $p = 0,03$ ). В группе 9-летних девочек мы наблюдали более высокие показатели значения низкочастотного компонента (LF%), чем у мальчиков данного возраста ( $p = 0,011$ ).

Таблица 2

**Спектральные показатели variability сердечного ритма  
у детей 9–10 лет г. Сургута (M ± m)**

Показатели variability сердечного ритма /ед. измерения	Пол/возраст (лет)			
	мальчики		девочки	
	9	10	9	10
Спектральная мощность дыхательных волн (HF, мс <sup>2</sup> )	9 822,8 ± 2 680,2	3 477 ± 857,82*	4 341,2 ± 1 084,5	3 770,16 ± 1 168,6
Спектральная мощность медленных волн I порядка (LF, мс <sup>2</sup> )	4 360,3 ± 894,3	2 759,80 ± 631,48	3 826,8 ± 824,8	2 492,6 ± 522,98
Спектральная мощность медленных волн II порядка (VLF, мс <sup>2</sup> )	1 047,3 ± 161,9 <sup>Δ</sup>	578,88 ± 131,74*	676,2 ± 138,2 <sup>Δ</sup>	862,0 ± 213,45
Общая спектральная мощность (TP, мс <sup>2</sup> )	15 212,1 ± 3 429,2	6 815,5 ± 1 531,5*	9 365,0 ± 1 914,0	7 124,7 ± 1 831,9
% HF	48,8 ± 4,0	44,81 ± 3,38	44,87 ± 2,95	40,87 ± 3,71
% LF	35,07 ± 2,37 <sup>Δ</sup>	43,27 ± 2,75*	45,19 ± 2,76 <sup>Δ</sup>	41,9 ± 2,87
% VLF	16,13 ± 2,91	11,9 ± 1,56	10,21 ± 1,49	17,24 ± 2,59
LF/HF (усл.ед.)	1,05 ± 0,15	1,46 ± 0,35	1,41 ± 0,21	1,76 ± 0,3
Индекс дыхательных волн (HFnorm, %)	55,92 ± 3,43	50,24 ± 3,4	49,64 ± 3,11	47,57 ± 3,8
Индекс медленных волн I порядка (LFnorm, %)	44,08 ± 3,43	49,76 ± 3,4	50,36 ± 3,11	52,43 ± 3,8

Примечание:

\* достоверные отличия по сравнению с предыдущим временным интервалом  $p < 0,05$ ;

<sup>Δ</sup> достоверные отличия в одной возрастной группе среди мальчиков и девочек  $p < 0,05$ .

При анализе показателей ВРС мы отмечаем ряд возрастных особенностей изменения частотных компонентов спектра ВРС. С возрастом как в группах мальчиков, так и в группах девочек мы наблюдали снижение показателей общей спектральной мощности (TP), высокочастотного (HF) и низкочастотного (LF) компонентов в абсолютных единицах измерения. Однако достоверные отличия нами получены у 9- и 10-летних мальчиков: показатели TP и HF были достоверно выше у мальчиков в 9-летнем возрасте ( $p = 0,04$  и  $p = 0,03$  соответственно).

Показатель сверхнизкочастотного компонента (VLF %) у девочек с возрастом увеличивался, а у мальчиков он, наоборот, уменьшался, что может свидетельствовать об увеличении влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы на регуляцию сердечного ритма. Амплитуда VLF тесно связана с психоэмоциональным напряжением и функциональным состоянием коры головного мозга. Показано, что VLF отражает церебральные эрготропные влияния на нижележащие уровни и позволяет судить о функциональном состоянии мозга [1].

Соотношение активности различных уровней регуляции оценивали с помощью вагосимпатического индекса (LF/HF). Данный индекс с возрастом увеличивался как в группах мальчиков, так и в группах девочек, что может свидетельствовать о повышении симпатических влияний на регуляцию сердечного ритма.

Как известно, спектральный анализ ритма сердца интегрально отражает адаптацию организма к воздействию средовых факторов [1].

Таким образом, нарастание у младших школьников роли симпатической регуляции на сердечный ритм может свидетельствовать об относительном снижении адаптационных возможностей организма ребенка [9]. Младшие школьники с преобладанием симпатических нервных влияний на сердечный ритм характеризуются меньшей зрелостью механизмов регуляции вегетативной нервной системы по сравнению со сверстниками с другими типами нейровегетативной регуляции.

*Работа выполнена при поддержке гранта регионального конкурса проектов в области фундаментальных исследований, проводимого федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский фонд фундаментальных исследований» совместно с Департаментом образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры согласно Приказу Департамента образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры № 751 от 1 июня 2015 г. «О предоставлении в 2015 году грантов на реализацию научных проектов в области фундаментальных исследований».*

## Литература

1. Баевский Р. М., Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В., Гавридушкин А. П., Довгалецкий П. Я., Кукушкин Ю. А. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (метод. рекомендации) // Вестн. аритмологии. 2001. № 24. С. 65–87.
2. Безруких М. М. Сохранение здоровья детей как важное направление развития системы образования // Науч. исследования в образовании. 2011. № 7. С. 3–10.
3. Кашицина К. А., Горбачёва Ю. В. Спектральные характеристики ритма сердца детей с различным уровнем физических нагрузок // Вестн. Южно-Урал. гос. ун-та. Сер.: Образование, здравоохранение, физическая культура. 2012. № 28. С. 124–125.
4. Криволапчук И. А., Зайцева Г. А., Криволапчук И. И., Буслаков А. П., Носова Р. М., Бондарева С. А. Стрессовая реактивность сердечно-сосудистой системы у школьников в период второго детства // Новые исследования. 2014. № 3 (40). С. 20–30.

5. Кучма В. Р., Шубочкина Е. И., Сафонкина С. Г., Молдованов В. В. Санитарно-эпидемиологическое благополучие и риски здоровью детей и подростков при обучении в образовательных учреждениях // Анализ риска здоровью. 2014. № 1. С. 65–73.

6. Лукина С. Ф., Чуб И. С., Нефёдова К. О. Сердечный ритм в процессе когнитивной деятельности у детей 8–10 лет с разными соматотипами // Вестн. Север. (Арктич.) Федер. ун-та. Сер.: Медико-биолог. науки. 2015. № 1. С. 24–30.

7. Томилова Е. А. Индивидуально-типологическая характеристика сердечно-сосудистой системы у детей младшего школьного возраста // Здоровье и образование в XXI веке. 2011. № 9. Т. 13. С. 448–449.

8. Хаснуллин В. И., Хаснуллин П. В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 3–11.

9. Шарапов А. Н., Белобразова В. Н., Догадкина С. Б., Кмить Г. В., Рублева Л. В. Особенности нейро-эндокринной регуляции системы кровообращения в процессе адаптации к умственной и физической нагрузкам у школьников 9-летнего возраста // Новые исследования. 2014. № 1 (38). С. 5–67.

УДК 612.014.4:613.12(571.122)

*Коломиец С. В.  
Kolomiets S. V.*

## **ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

### **CLIMATIC CONDITIONS INFLUENCE ON HUMAN ORGANISM**

Изучение механизмов адаптации, резервных возможностей организма человека при действии экстремальных факторов в районах Севера является одной из важнейших биологических проблем, тесно сопряжённой с пониманием общих закономерностей поддержания и восстановления вегетативного гомеостаза организма.

*Ключевые слова: адаптация, сердечно-сосудистая система, Север, здоровье человека.*

Общеизвестно, что экологические и климатические факторы внешней среды составляют объективные и субъективные стороны качества жизни. Погодно-климатические условия и воздействие антропогенных экологических факторов продолжают оставаться среди параметров окружающей среды, во многом определяющих условия проживания, образ занятий и комфортность существования человека на протяжении всей его жизни [1].

В настоящее время учёные, политики, общественные деятели, работники здравоохранения и образования озабочены постоянно ухудшающимся здоровьем молодёжи Российской Федерации [3]. Одним из таких факторов является климат региона проживания.

Согласно современным представлениям о комплексном воздействии климата на организм человека ведущая роль отводится изменчивости погодных факторов, поскольку для организма человека опасны не вообще изменения погоды, к которым человек в силу адаптационных процессов приспособился, а колебания, резкие, нетипичные для данных климатических условий. Они вызывают существенные сдвиги в функциональных системах [5].

В условиях Севера одним из факторов, влияющих на адаптацию организма к внешним условиям, является климат. В одних случаях он создает предпосылки для патологических процессов, в других – развивает способность организма оптимально адаптироваться к условиям окружающей среды [1].

На Севере России выделяют три природные зоны: абсолютно дискомфортную для жизнедеятельности человека – 5,4 млн кв. км, включающую арктическую подзону – 0,8 млн кв. км; экстремально-дискомфортную – 3,5 млн кв. км; дискомфортную – 2,5 млн кв. км. Общая площадь которых составляет 11,4 млн кв. км, или 66,7 % территории России [2]. Ханты-Мансийский автономный округ – Югра относится к дискомфортно-экстремальным территориям с умеренно суровым климатом, с интенсивным природным и нарастающим техногенным прессингом на среду обитания и здоровье людей, с сильным напряжением адаптационных систем организма переселенцев, с затрудненной компенсацией [3].

При миграции человека на Север сердечно-сосудистая система одна из первых включается в реакцию адаптации и играет важную роль в поддержании гомеостаза организма в новых условиях. Выявляется мобилизация приспособительных реакций системы кровообращения, характеризующихся учащением ритма сердечных сокращений, повышением артериального давления, систолического объема, минутного объема кровообращения, периферического сосудистого сопротивления, объема циркулирующей крови, содержания гемоглобина в крови и ускорением кровотока в период кратковременного пребывания. Такая адаптивная реакция системы кровообращения направлена на нейтрализацию отрицательных воздействий комплекса неблагоприятных факторов среды, характерных для первых годов проживания [3].

При более длительном пребывании человека в этих условиях развиваются разнонаправленные изменения в функционировании системы кровообращения, которые выражаются, с одной стороны, умеренным урежением пульса, уменьшением систолического объема, минутного объема кровообращения, то есть снижением сократительной функции сердца, с другой, – умеренным повышением уровня артериального давления, периферического сосудистого соединения и гемоглобина в крови [1].

Необходимо подчеркнуть, что выявленные изменения в функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы более выражены и быстрее проявляются среди населения промышленного города Крайнего Севера, где помимо суровых климатогеографических условий на организм человека оказывают дополнительное воздействие факторы урбанизации и промышленного производства [3–4].

К факторам, влияющим на организм человека, проживающего в районах Крайнего Севера и приравненных к нему следует отнести:

1. Нарушение обычной для средних широт фотопериодичности, что сопровождается перестройкой суточной периодики физиологических функций организма и развитием явления десинхроноза [2].

2. Воздействие низких температур в сочетании с высокой скоростью ветра на открытые участки поверхности тела и область легких, что нередко приводит к развитию у человека патологических изменений в легких – «пневмонии» и «синдрома первичной северной артериальной гипертензии малого круга кровообращения». Развития этих патологических процессов отключает легкие от регуляции кровяного давления, что облегчает формирование артериальной гипертонии. Если говорить о тяжелых формах патологии, то они характеризуются быстро формирующейся легочно-сердечной недостаточностью [5].

3. Гипокинезия обусловлена длительным периодом неблагоприятных метеорологических факторов [4].

4. Неадекватное питание, гиповитаминоз (эндогенной и экзогенной природы). Среди пищевых факторов, имеющих особое значение для поддержания здоровья человека, важнейшая роль принадлежит микронутриентам – витаминам и жизненно важным минеральным веществам. Они относятся к незаменимым компонентам пищи человека, которые необходимы для протекания нормального обмена веществ, роста и развития, защиты от вредных воздействий окружающей среды, снижения риска заболеваемости, обеспечения всех жизненно важных функций, включая воспроизводство генома. Основные адаптационные возможности человека и поддержание высоких функциональных резервов организма являются следствием постоянства содержания и поступления витаминов и химических элементов в организм [4]. В

условиях же Севера полезные вещества плохо усваиваются в организме человека, даже если их в крови будет достаточно, до клеток они будут доходить очень плохо, либо в малых количествах [3].

5. Промышленное загрязнение внешней среды. Воздух загрязняют такие источники, как фабрики, транспорт и электростанции [4].

Таким образом, проблема сохранения здоровья молодёжи северных районов нашей страны, неравноценных по комфортности жизни с другими регионами, приобретает особую значимость. Сочетание климатических условий Севера с антропогенными факторами предъ-являет повышенные требования к деятельности функциональных систем организма [2; 5].

### **Литература**

1. Агаджанян Н. А., Игнатъев Л. И., Радыш И. В. Влияние природно-климатических факторов на сезонные ритмы системы крови у жителей Кисловодска // Экология человека. 2007. № 3. С. 3–8.
2. Волгина Н. А., Алексеева Ю. П. Российский Север: проблемы социального развития. М., 2004. С. 416.
3. Ефремов А. А., Макарова Л. Г. Минеральные вещества – основа снижения антропогенного воздействия окружающей среды на организм человека // Химия растительного сырья. 2002. № 3. С. 65–68.
4. Корчина Т. Я., Говорухина А. А. Обеспеченность витаминами А, Е, С и химическими элементами детей ханты, проживающих на Севере Тюменской области // Вестн. ТГУ. 2006. № 5. С. 144–150.
5. Нифонтова О. Л., Корчин В. И., Филатова О. Е. Особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы детей школьного возраста, проживающих в северном регионе (на примере Сургутского района ХМАО – Югры) // Сургут : РИО СурГПУ. 2009. С. 156.

УДК 614.88(571.122):614.25:612.39:613.2

*Корчина Т. Я.  
Korchina T. Ya.*

### **ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА У ВЫЕЗДНОГО ПЕРСОНАЛА СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ г. ХАНТЫ-МАНСЙСКА**

#### **ELEMENT STATUS FEATURES IN EMERGENCY FIELD PERSONNEL OF KHANTY-MANSIYSK**

Изучен элементный статус 54 медработников скорой помощи, имеющих рваный ритм профессиональной деятельности (10 и более ночных дежурств в месяц) и 56 поликлиник (работа в дневную смену) г. Ханты-Мансийска. Обнаружено достоверное снижение концентрации в волосах Mg ( $p = 0,005$ ), K ( $p = 0,0004$ ) и Li ( $p = 0,007$ ) у выездного персонала скорой медицинской помощи сравнительно с медработниками поликлиники. С целью повышения работоспособности трудящихся с рваным характером профессиональной деятельности необходима оптимизация режима труда и коррекция дисбаланса элементного статуса при помощи витаминно-минеральных комплексов и употребления в пищу обогащенных данными биоэлементами продуктов питания.

*Ключевые слова: выездной персонал скорой помощи, психоэмоциональное напряжение, магний, калий, литий, северный регион.*

В настоящее время получены научные данные, подтверждающие взаимосвязь между неадекватной обеспеченностью организма человека биоэлементами и возникновением различных заболеваний, в том числе связанных с психоэмоциональным напряжением [1]. Оценка состояния элементного баланса позволяет с высокой точностью судить об эффективности работы его морфофункциональных систем и риске развития тех или иных патологических состояний [6; 9]. В этой связи несомненный интерес представляло изучение обеспеченности биоэлементами, а именно магнием (Mg), калием (K) и литием (Li), отвечающими за психоэмоциональную сферу проживающих и работающих в северном регионе медработников выездных бригад скорой помощи (СМП) [8].

**Цель** – оценить обеспеченность биоэлементами, отвечающими за психоэмоциональное состояние, медработников выездных бригад скорой помощи, проживающих и работающих в северном регионе.

**Материал и методы.** Обследовано 110 медработников (врачи, фельдшера, медицинские сестры), постоянно проживающих и работающих более 5 лет в г. Ханты-Мансийске. Первая группа – 54 медработника городской станции скорой медицинской помощи (10 и более ночных дежурств в месяц): 14 (25,9 %) мужчин и 40 (74,1 %) женщин. Группа сравнения – 56 медработников поликлиники (работа только днем): 6 (10,7 %) мужчин и 50 (89,3 %) женщин. В волосах обследованных лиц определяли концентрацию магния (Mg), калия (K) и лития (Li) методами атомно-эмиссионной спектрометрии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (МС-ИСП) в Центре биотической медицины (Москва) [12]. Результаты сравнивали с референтными величинами [13].

Статистическая обработка данных проведена с использованием программ Excel и Statistica 8 методами непараметрической статистики, в качестве мер рассеивания использовали 25 и 75 перцентили. Для сравнения вариационных рядов использован критерий Манна – Уитни: за достоверные принимали различия при значениях  $p < 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** Оценка состояния обмена химических элементов в организме позволяет с достаточной точностью судить об эффективности работы его морфофизиологических систем и риске развития тех или иных патологических состояний. Определение содержания химических элементов в диагностических биосубстратах также позволяет проводить оценку уровня функциональных резервов индивида. Это особенно актуально для групп людей, подвергающихся повышенным психоэмоциональным нагрузкам, к числу которых относятся медработники скорой помощи. Концентрация биоэлементов в волосах медработников обеих групп находилась в диапазоне физиологически допустимых значений [13]. Однако было обнаружено достоверное уменьшение концентрации Mg ( $p = 0,005$ ), K ( $p = 0,0004$ ) и Li ( $p = 0,007$ ) в волосах медработников СМП, сравнительно с медработниками поликлиники (табл. 1).

Таблица 1

**Элементный состав волос медработников г. Ханты-Мансийска (мкг/г)**

Показатель	Медицинские работники г. Ханты-Мансийска (n = 110)					
	скорая помощь (n = 54)			поликлиника (n = 56)		
	Mg	K	Li	Mg	K	Li
M	77,81	50,33	0,034	135,42	91,43	0,042
$\sigma$	13,53	5,47	0,002	14,8	6,61	0,002
Me	61,43	35,61	0,019	118,35	52,41	0,04
25 пс	32,79	23,81	0,016	91,73	29,52	0,03
75 пс	127,63	88,62	0,042	273,32	122,14	0,06
<i>p</i>				$p = 0,005$	$p = 0,0004$	$p = 0,007$

Степень выраженности отклонений от оптимальных значений содержания биоэлементов в волосах представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Распределение медработников г. Ханты-Мансийска по степени обеспеченности магнием, калием и литием (%)**

Биоэлемент	Медицинские работники г. Ханты-Мансийска (n = 54/56)			
	норма	преддефицит	умеренный дефицит	тяжёлый дефицит
Mg	50/69,7	29,6/23,2	14,8/7,1	5,6/–
K	33,3/71,4	25,9/17,9	29,7/10,7	11,1/–
Li	75,9/100	24,1/–	–	–

Примечание: скорая помощь/поликлиника.

Для правильной диагностической интерпретации анализа волос необходимо глубокое понимание зависимости состояния элементного обмена от ряда естественных факторов. Все обследованные нами медработники проживали в г. Ханты-Мансийске 5 и более лет, т. е. с водой они получали также примерно одинаковое количество Mg и K. Важно отметить, что природные воды этого региона являются маломинерализованными: с низким содержанием ионов Mg [5].

Исследованиями установлено, что из всех катионов, определяющих жёсткость воды, максимальное значение придаётся именно Mg: физиологический гомеостаз Mg является обязательным условием здоровья человека, а его дефицит рассматривается в качестве первичного звена патогенеза [2]. При недостатке внутриклеточного Mg деблокируются кальциевые каналы клеточных мембран, что увеличивает поступление в клетку Ca; в то же время его выведение из клетки нарушает концентрацию внутриклеточного Mg и происходит потеря клеточного K в результате блокады магнийзависимой Na<sup>+</sup> K<sup>+</sup> – АТФ-азы. В ответ на выход K из клетки в неё начинает поступать натрий (Na), что вызывает снижение электрического потенциала плазматической мембраны миоцитов. В создавшихся условиях повышается чувствительность сосудов к вазоконстрикторным влияниям, особенно к катехоламинам и ангиотензину II. Вышеописанные механизмы приводят к повышению системного давления. Известно, что Li способствует высвобождению Mg из депо, а также играет немаловажную роль в регуляции активности некоторых ферментов, участвующих в переносе из межклеточной жидкости в клетки мозга ионов Na и K: от баланса Na и K зависит в значительной мере состояние больного: недостаток K в клетках характерен для депрессивных пациентов [10–11].

Напряженная работа, личные проблемы, недосыпание, чрезмерное употребление алкоголя и курение нарушают баланс минералов даже у молодого и здорового человека. Все эти факторы вызывают стресс, чтобы его преодолеть, организм работает «на повышенных оборотах», потребляя полезных веществ больше нормы: истощаются запасы Mg, K и др., ухудшается усвоение минералов. Нехватка Mg и K в организме способна провоцировать сердечно-сосудистые заболевания, повышает риск развития аритмий, а также заболеваний нервной системы [1–3; 7; 10–11]. Известно, что немалый вклад в недостаточную обеспеченность жизненно важными химическими элементами Mg и K вносят стрессы, наиболее ярко проявляющиеся у медработников выездных бригад скорой помощи [8; 15].

Рост эмоциональных проблем становится универсальной тенденцией нашего времени, что особенно важно, наибольшие количественные показатели приходятся на лиц трудоспособного возраста. Еще более остро обозначенная проблема выступает в условиях проживания в северном регионе [15]. Развитие производственных сил на Севере требует присутствия человека в самых отдалённых дискомфортных и даже экстремальных регионах, а поэтому уровень здоровья населения выступает одним из лимитирующих факторов роста производительности труда. Эта проблема неоднозначна и требует учёта множества факторов, воздействующих на организм человека, с целью сохранения здоровья. Жизнь в суровых условиях Севера сопровождается увеличением функциональных нагрузок на организм, создающим большой риск нарушения или утраты здоровья. Сегодня убедительно доказано, что на первом

месте среди северных патологий стоят сердечно-сосудистые заболевания как причина не столько временной нетрудоспособности, сколько настоящей и будущей смертности. Для Севера характерным является развитие атеросклероза в трудоспособном и молодом возрасте, что связано с изменением обмена веществ в ответ на действие холодового фактора. Тяжесть и степень выраженности атеросклероза возрастает пропорционально длительности северного стажа [6].

Установлена важность адекватной обеспеченности К и Mg для нормального функционирования сердечно-сосудистой системы и углеводно-липидного обмена [4; 7; 16]. Выявленный нами дефицит разной степени выраженности биоэлементами, отвечающими за психоэмоциональную сферу у значительной части медработников скорой помощи (табл. 2) особенно актуален для северного региона. На повышенное психоэмоциональное напряжение, свойственное выездному персоналу медработников скорой помощи, накладываются неблагоприятные климатогеографические особенности высоких широт, являющиеся предиктором развития сердечно-сосудистых заболеваний, в частности, ишемической болезни сердца и артериальной гипертензии [1; 15]. Общеизвестно, что донозологическая диагностика имеет главной целью исследовать и оценить состояние регуляторных механизмов, «срабатывающих» на самых ранних этапах процесса перехода от здоровья к болезни, когда в организме отсутствуют выраженные функциональные и тем более структурные изменения. Именно в этот период имеются наиболее благоприятные условия для принятия профилактических мер. Предпочтительность профилактических мер для предупреждения заболеваний по сравнению с их лечением несомненна, так как способствует не только укреплению здоровья работающих лиц, но и улучшению качества их жизни и увеличению её продолжительности, а кроме того, является значительно менее затратным.

**Заключение.** Доказано, что только коррекцией питания невозможно восполнить дефицит эссенциальных химических элементов в организме человека. В этой связи существует два пути решения проблемы: употребление продуктов, богатых жизненно важными биоэлементами и прием витаминно-минеральных комплексов (ВМК), в состав которых входят соответствующие микронутриенты [7; 11].

## Литература

1. Агаджанян Н. А., Нотова С. В. Стресс, физиологические и экологические аспекты адаптации, пути коррекции. Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2009. 274 с.
2. Громова О. А. Физиологическая роль и значение магния в терапии // Терапевт. архив. 2004. Т. 76. № 10. С. 58–62.
3. Громова О. А., Калачева А. Г., Торшин И. Ю., Гришина Т. Р., Семенов В. А. Диагностика дефицита магния. Концентрация магния в биосубстратах в норме и при различной патологии // Кардиология. 2014. № 10. С. 63–71.
4. Кириллова А. В., Доршакова Н. В., Дуданов И. П. К вопросу о патогенезе гипертонической болезни и ишемической болезни сердца при дефиците потребления магния в условиях Севера // Экология человека. 2006. № 1. С. 3–8.
5. Корчина Т. Я. Корреляционные связи между концентрацией химических элементов в волосах аборигенов Тюменского Севера и их содержанием в природных водах региона // Вестн. восстановит. медицины. 2008. № 5а (28). С. 38–42.
6. Корчина Т. Я. Донозологическая диагностика заболеваний сердечно-сосудистой системы у населения северного региона // Экология человека. 2013. № 5. С. 8–13.
7. Корчина Т. Я., Корчин В. И. Витамины и микроэлементы: особенности северного региона. Ханты-Мансийск : Новости Югры, 2014. 516 с.
8. Кузьменко А. П. Корреляционные связи между показателями психофизиологического состояния, стресса и обеспеченности химическими элементами у работников скорой медицинской помощи // Экология человека. 2014. № 10. С. 12–18.



9. Мирошников С. В., Нотова С. В., Алиджанова И. Э., Кияева Е. В. Вариабельность сердечного ритма и элементного статуса у юношей студентов // Вестник восстановит. медицины. 2013. № 2. С. 44–47.
10. Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб.: Наука, 2008. 544 с.
11. Ребров В. Г., Громова О. А. Витамины, макро- и микроэлементы: обучающие программы РСЦ института микроэлементов ЮНЕСКО. М. : ГЭОТАР – Медиа, 2008. 954 с.
12. Подунова Л. Г., Скачков В. Б, Скальный А. В. и др. Методика определения микроэлементов в диагностируемых субстратах атомной спектрометрией с индуктивно связанной аргоновой плазмой: метод. рекомендации. М. : Мысль 2007. 17 с.
13. Спасов А. А., Иежица И. Н., Харитоновна М. В., Желтова А. А. Нарушение обмена магния и калия и его фармакологическая коррекция // Вестн. ОГУ. № 15 (134). 2011. С. 131–135.
14. Скальный А. В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученных методом ИСП-АЭС (АНО ЦБМ) // Микроэлементы в медицине. 2003. Т. 4. Вып. 1. С. 55–56.
15. Хаснулин В. И., Хаснулин П. В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 3–11.
16. Kirii K., Iso H., Date C. Magnesium intake risk of self-reported type 2 diabetes among Lapanese // J Am Coll Nutr. 2010. Vol. 29. № 2. P. 99–106.

УДК 616.248.06:616.12-008.331.1(1-17)

*Кушникова И. П.  
Kushnikova I. P.*

## **КЛИНИЧЕСКОЕ ТЕЧЕНИЕ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ В СОЧЕТАНИИ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА**

### **BRONCHIAL ASTHMA CLINICAL PROGRESSION ALONG WITH ARTERIAL HYPERTENSION IN THE NORTH**

На протяжении 10 лет оценивались клинические проявления и динамика показателей спирометрии и у больных бронхиальной астмой в сочетании с артериальной гипертензией. У приезжих жителей Севера сочетание бронхиальной астмы с артериальной гипертензией отмечено у 72 % женщин и 28 % мужчин, присоединение артериальной гипертензии у них происходит через 5–9 лет. Сочетанная патология приводит к утяжелению течения обоих заболеваний. Через 10 лет заболевания было выявлено прогрессирующее увеличение степени бронхиальной обструкции у пациентов.

*Ключевые слова: бронхиальная астма, артериальная гипертензия, спирометрия, бронхиальная обструкция.*

Заболевания органов дыхания довольно широко распространены во всем мире. По данным Европейского респираторного общества они обнаруживаются более чем у 25 % больных, обращающихся за медицинской помощью. Одно из ведущих мест среди болезней органов дыхания отводится бронхиальной астме (БА) и она относится к числу главных проблем здравоохранения развитых стран [2]. В России БА болеют около 7 млн человек. При этом у 39–52 % больных наблюдается сочетание БА и артериальной гипертензии (АГ) [1]. Сочетание БА и АГ ведет к синдрому взаимного отягощения и ускоренному прогрессирующему

нию осложнений БА, сердечной недостаточности, дыхательной недостаточности, развитию безболевого форм ИБС [1].

При длительном течении БА у больных развивается ремоделирование дыхательных путей, происходит поражение мелких бронхов, развитие структурных изменений в паренхиме, приводящих к гиперинфляции органов дыхания при воздействии холода вследствие снижения температуры слизистых оболочек воздухоносных путей, высушивающего эффекта холодного воздуха, холодового бронхоспазма. Подтверждением прямого охлаждения воздухоносных путей на Севере является гиперваскуляризация трахеобронхиального дерева, повышение секреции желез и бокаловидных клеток, деструкция и атрофия мукоциллиарного, эластического и мышечного аппаратов. Все эти патофизиологические процессы в дыхательной системе провоцируют еще более быстрое развитие ремоделирования дыхательных путей и в последующем присоединение необратимой бронхиальной обструкции [5].

Особенности течения БА на Севере по сравнению с ее течением у лиц, проживающих в средних широтах, выражаются в относительно быстром формировании бронхообструктивного синдрома, хронической дыхательной недостаточности, хронического легочного сердца (ХЛС), легочной гипертензии, легочно-сердечной недостаточности, склеротических изменений в легких и слизистой бронхов, нарушений мукоциллиарного аппарата, в появлении синдрома механической обструкции дистальных бронхов, более частом образовании слизистых «пробок» в бронхах, частом сочетании БА с артериальной гипертензией [5].

**Целью** нашего исследования было изучение особенностей клинического течения у больных с бронхиальной астмой с артериальной гипертензией в условиях Севера.

**Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ 534 историй болезни больных БА, находившихся на лечении в пульмонологическом отделении Сургутской окружной клинической больницы. В дальнейшем в исследовании участвовали 97 пациентов с БА с неконтролируемым течением в сочетании с артериальной гипертензией. До включения в исследование пациенты подписывали информированное согласие установленной формы, одобренное Этическим комитетом Сургутского государственного университета.

Все больные БА проходили обследование и наблюдение на протяжении длительного времени на базе консультативно-диагностической поликлиники Сургутской окружной клинической больницы и лечение в поликлинике по месту жительства.

Критерии включения: возраст от 40 до 70 лет, мужской и женский пол, наличие у больных бронхиальной астмы длительностью более 6 лет, среднетяжелое или тяжелое персистирующее течение БА, документированная артериальная гипертензия I–II степени.

Критерии исключения: курение в настоящем либо в прошлом, сопутствующая ХОБЛ, снижение фракции выброса ЛЖ менее 40 %, хроническая сердечная недостаточность III–IV ФК, тяжелые заболевания печени, сопутствующие онкологические и гематологические заболевания, терминальная почечная и печеночная недостаточность.

Средний возраст больных составил  $51,6 \pm 6,4$  лет, длительность заболеванием БА была  $9,6 \pm 3,3$  лет, а длительность заболеванием АГ составила  $4,9 \pm 3,3$  лет. Все больные БА с АГ мигранты и стаж проживания в условиях высоких широт у них в среднем был  $19,9 \pm 10,3$  лет. По степени тяжести АГ больные БА основной группы распределились следующим образом: с I степенью АГ было 57,4 %, со II степенью АГ – 42,6 % больных. При оценке уровня АД средние показатели были следующие: систолическое АД  $154,4 \pm 3,2$  мм рт. ст. и диастолическое АД  $94,3 \pm 3,5$  мм рт. ст.

В качестве базисной терапии использовали будесонид/формотерол (симбикорт®) в дозе 320–640 мкг/9–18 мкг в сутки с гибким дозированием при обострении (в пересчете на беклометазон 400–800 мкг), фенотерол/ипратропия бромид (беродуал®) 80 мкг/200 мкг в сутки при необходимости для купирования симптомов.

Для коррекции АД применяли лизиноприл 20 мг в сутки или телмисартан 40–80 мг в сутки. Использовали антиоксиданты (аскорбиновая кислота 500 мг в сутки и  $\alpha$ -токоферол 400 мг в сутки) курсом один месяц в сезон.

Оценивали показатели функции внешнего дыхания с использованием программ спирометрии и диагностического комплекса «Jager MasterLab» (Германия). Определяли максимальную объемную скорость выдоха на уровне 25, 50 и 75 % от форсированной жизненной емкости легких –  $МОС_{25}$ ,  $МОС_{50}$  и  $МОС_{75}$ . По рекомендациям Европейского респираторного общества динамику степени обструкции оценивали по объему форсированного выдоха за 1 секунду ( $ОФВ_1$ ). Внутрилегочные объемы и специфическое сопротивление оценивали методом бодиплетизмографии «Jager MasterLab» (Германия).

Систематизация материала статистические расчеты выполнены с применением пакета программ «Statistica 6.0». Для оценки межгрупповых различий использован ранговый однофакторный анализ Крускала – Уоллиса ( $H$ ). При анализе таблиц сопряженности – критерий  $\chi^2$ . Достоверными считали различия со статистически значимой границей  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования и их обсуждение.** При ретроспективном анализе историй болезни выявили следующие особенности клинического течения БА в сочетании с АГ. Чаще повышение АД отмечено у женщин (72 %) по сравнению с мужчинами (28 %).

Анализ длительности АГ у больных БА с учетом гендерных различий показал, что присоединение АГ к БА происходит через 5,8 лет у женщин, у мужчин только через 8,2 лет ( $p < 0,05$ ).

В структуре сопутствующей патологии чаще у больных БА и АГ выявлена ИБС (11 %), сахарный диабет 2-го типа (12,1 %), в сравнении с больными БА, у которых ИБС отмечена у 4,3 % и сахарный диабет 2-го типа у 3,9 % ( $p < 0,05$ ).

Отмечено, что доля больных с III степенью артериальной гипертензии возрастала с увеличением продолжительности заболевания бронхиальной астмой. У больных со стажем бронхиальной астмы менее 10 лет III степень артериальной гипертензии выявлена у 15,7 %, при длительности бронхиальной астмы от 10 до 20 лет доля больных с высокой степенью артериальной гипертензии увеличилась до 25,7 %, и достигла 45,3 % у больных с продолжительностью бронхиальной астмы более 20 лет ( $p < 0,05$ ).

Абдоминальное ожирение достоверно чаще отмечено у больных БА с АГ (58,3 %) в сравнении с больными БА без сопутствующей АГ (27,1 %) ( $p < 0,05$ ).

При проспективном анализе динамики спирографических показателей (ЖЕЛ,  $ОФВ_1$ ,  $МОС_{25}$ ,  $МОС_{50}$  и  $МОС_{75}$ ) процентов от должных величин в процессе десятилетнего наблюдения больных бронхиальной астмой в сочетании с артериальной гипертензией установлено, что показатели  $ОФВ_1$ ,  $МОС_{25}$ ,  $МОС_{50}$ ,  $МОС_{75}$  достоверно снизились ( $p < 0,05$ ). При этом в большей степени произошло снижение  $МОС_{25}$ ,  $МОС_{50}$ ,  $МОС_{75}$  – почти в 3 раза. В меньшей степени уменьшился ЖЕЛ на момент 2011 г. в сравнении с 2002 г. (25 %), несмотря на то, что в этот период времени больные регулярно посещали врача пульмонолога и получали высокоэффективные противоастматические препараты (табл. 1). Такое снижение показателей функции внешнего дыхания можно объяснить длительным холодовым воздействием, приводящим к механической обструкции дистальных бронхов, активацией перекисного окисления липидов и присоединением элемента необратимой бронхиальной обструкции [3].

Таблица 1

**Динамика спирографических показателей у больных бронхиальной астмой и артериальной гипертензией на протяжении десятилетнего наблюдения**

Показатели	2002 г. (I) М ± m	2005 г. (II) М ± m, (p I–II)	2007 г. (III) М ± m, (p II–III)	2011 г. (IV) М ± m, (p III–IV)
ЖЕЛ, %	95,2 ± 0,8	80,8 ± 1,8*	70,6 ± 2,9*	60,7 ± 3,4*
$ОФВ_1$ , %	73,9 ± 1,0	61,3 ± 2,7*	57,1 ± 3,3*	47,6 ± 2,7*
$МОС_{75}$ , %	57,4 ± 1,0	40,2 ± 2,1*	38,2 ± 2,7*	20,3 ± 1,3*
$МОС_{50}$ , %	65,4 ± 1,0	38,3 ± 2,3*	39,3 ± 2,6*	21,3 ± 1,5*
$МОС_{25}$ , %	65,2 ± 1,1	46,6 ± 2,5*	35,2 ± 2,0*	27,1 ± 2,0*

Примечание: \* –  $p < 0,05$  (достоверность различий показателей по критерию Крускала – Уоллиса ( $H$ )).

У больных БА с АГ на протяжении 2005–2011 гг. методом бодиплетизмографии проведено исследование специфического сопротивления в бронхах на выдохе и объемов легких: остаточного объема легких (ООЛ), общей емкости легких (ОЕЛ).

У пациентов выявлено увеличение внутрибронхиального сопротивления на выдохе в 2007 г. по сравнению с 2005 г., и в дальнейшем специфическое сопротивление продолжало расти и в 2011 г. значительно превышало нормальные показатели. ООЛ постепенно увеличилась с 2005 г. по 2011 г. (табл. 2).

Таблица 2

**Динамика показателей бодиплетизмографии у больных бронхиальной астмой с артериальной гипертензией**

Показатель	2005 г. (I) M ± m	2007 г. (II) M ± m, (p I–II)	2011 г. (III) M ± m, (p II–III)
Внутрибронхиальное сопротивление, кПас/с	178,6 ± 18,4	176,8 ± 18,1	190,3 ± 21,9*
ООЛ, %	137,7 ± 6,1	149,1 ± 8,9*	163,4 ± 10,4*
ОЕЛ, %	109,5 ± 2,5	114,8 ± 3,1*	124,9 ± 3,5*

Примечание: \* –  $p < 0,05$  достоверность различий показателей по критерию Крускала – Уоллиса (H).

Таким образом, изменения дыхательных объемов свидетельствуют о перестройке ОЕЛ по обструктивному типу за счет повышения ООЛ и увеличения ООЛ/ОЕЛ, отмечается возрастание внутрибронхиального сопротивления. Вышеописанные изменения являются признаком развития гиперинфляции и эмфиземы легких.

У наблюдаемых больных БА с АГ отмечалось прогрессирующее достоверное снижение функциональных показателей внешнего дыхания. Прогрессирующее уменьшение скоростных спирографических показателей связано с процессами ремоделирования дыхательных путей, нарастанием бронхобструктивного синдрома. В итоге происходит развитие гиперинфляции легкого и снижение ЖЕЛ. Даже при регулярном приеме противоастматических препаратов в условиях воздействия экстремальных климатических факторов развивается ухудшение вентиляционной функции бронхов с постепенным прогрессированием заболевания и присоединением осложнений, в том числе сердечно-сосудистых. Учитывая данные исследования, видим необходимость в поиске новых подходов к лечению и реабилитации больных бронхиальной астмой в сочетании с артериальной гипертензией в условиях Севера.

**Выводы:**

1. У приезжих жителей Севера сочетание БА с АГ отмечено у 72 % женщин и 28 % мужчин, присоединение АГ у них происходит через 5–9 лет. Сочетание БА и АГ приводит к утяжелению течения обоих заболеваний.

2. В условиях воздействия неблагоприятных климатических факторов у больных БА с АГ при длительном течении заболеваний развивается необратимая бронхиальная обструкция.

**Литература**

1. Зарипова Т. Н., Антипова И. И., Смирнова И. Н., Ляпунова И. Ю. Клинико-функциональные особенности течения бронхиальной астмы в сочетании с гипертонической болезнью // Бюл. Сибир. медицины. 2009. Т. 8. № 4. С. 33–36.
2. Клинические рекомендации. Бронхиальная астма / под ред. А. Г. Чучалина. М. : Атмосфера, 2008. 224 с.
3. Рудницкая И. П. Динамика морфофункциональных показателей легких и сердца у больных бронхиальной астмой с артериальной гипертензией при длительном наблюдении // В мире научных открытий. 2012. № 5. С. 27–39.
4. Ушаков В. Ф., Рудницкая И. П., Рыбалка О. О., Ильина Э. А., Конрат О. Н. Результаты длительного диспансерного наблюдения и реабилитации больных бронхиальной астмой в сочетании с артериальной гипертензией на Севере // Естеств. и тех. науки. 2012. № 1. С. 125–130.
5. Ушаков В. Ф. Холодовая бронхиальная астма. Сургут : Дефис, 2010. 120 с.

УДК 612.015-054(571.122)

*Лапенко И. В.  
Lapenko I. V.*

## ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭТНИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

### ELEMENT STATUS FEATURES OF ADULT POPULATION KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG DEPENDING ON ETHNIC BELONGING

Комбинацией методов АЭС-ИСП и МС-ИСП проведено исследование концентрации селена (Se), йода (I), кальция (Ca), магния (Mg), хрома (Cr), свинца (Pb) и кадмия (Cd) в волосах 170 взрослых жителей ХМАО. Из них 88 (51,8 %) некоренных жителей и 82 (48,2 %) ханты. Установлено достоверное уменьшение концентрации Se и Cr ( $p < 0,001$ ) в волосах у взрослых некоренных жителей Югры и достоверное снижение Ca ( $p < 0,001$ ) и Mg ( $p = 0,003$ ) в волосах у ханты. Выявлено превышение концентрации йода в волосах пришлых жителей более чем в 1,3 раза и Zn более чем в 1,2 раза сравнительно с аборигенным население ХМАО и превышение содержания Pb в 1, 2 раза, а Cd более чем в 1,3 раза в волосах ханты по сравнению с группой некоренных жителей Югры. С целью профилактики заболеваний, связанных с дефицитом эссенциальных и избытком токсикантов, необходима коррекция элементного статуса с помощью биологически активных добавок к пище и обогащенных биоэлементами продуктов питания.

*Ключевые слова:* Север, ханты, элементный статус, некоренное население.

Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО) является исконным местом проживания коренных малочисленных народов Севера: ханты, манси, ненцев. Освоение малонаселённого Тюменского Севера ведётся с привлечением производительных сил из других регионов России [7]. Биоэлементы являются важнейшими катализаторами различных биохимических реакций, непременными и независимыми участниками процессов роста и развития организма, обмена веществ, адаптации к меняющимся условиям окружающей среды [5]. Стабильность химического состава организма является одним из важнейших и обязательных условий его нормального функционирования, а отклонения в содержании химических элементов, вызванные экологическими, профессиональными, климатогеографическими факторами или заболеваниями приводят к широкому спектру нарушений в состоянии здоровья [9]. Доказано, что элементный состав волос наиболее объективно отражает элементный статус организма в целом [11; 14]. Существуют огромные различия в образе жизни, характере питания и трудовой деятельности между представителями коренного и некоренного населения ХМАО.

**Цель исследования:** изучить элементный состав волос взрослого коренного и некоренного населения северного региона.

**Материал и методы.** Изучен элементный состав волос 170 взрослых жителей ХМАО, проживающих в г. Когалыме, г. Ханты-Мансийске и Сургутском районе. Среди них 88 (51,8 %) некоренных жителей ХМАО, более 5 лет проживающих в северном регионе, и 82 (48,2 %) представителей коренного населения. Среди пришлого населения: мужчин 33 (37,5 %), женщин 55 (62,0 %); аборигенное население: мужчин 30 (36,6 %), женщин 52 (63,4 %). Средний возраст –  $39,6 \pm 11,2$  г.

В волосах обследованных лиц было проведено определение содержания селена (Se), йода (I), кальция (Ca), магния (Mg), хрома (Cr), цинка (Zn), свинца (Pb) и кадмия (Cd) мето-

дами атомно-эмиссионной спектрометрии и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой (АЭС-ИСП, МС-ИСП) (ЦБМ, г. Москва) [12]. Средние значения концентраций элементов сравнивали с референтными величинами [13]. Вычисляли среднюю величину ( $M$ ), ее ошибку ( $m$ ), 25 и 75 перцентили. Достоверность различий анализировали с помощью критерия Манна-Уитни: за достоверные принимали различия при  $p < 0,05$ . Обработывали материал с использованием программы MS Excel и Statistica 8.0.

**Результаты и обсуждение.** При сравнении концентрации в волосах химических элементов у взрослого населения Югры были получены следующие результаты (таблица 1).

Таблица 1

Элементный состав волос у взрослых жителей ХМАО (мкг/г)

Показатель	взрослые жители ХМАО – Югры ( $n = 170$ )						$p$
	некоренное население ( $n = 88$ )			ханты ( $n = 82$ )			
	$M \pm m$	Me	25↔75	$M \pm m$	Me	25↔75	
Se	$0,35 \pm 0,014$	0,34	0,17↔0,48	$0,58 \pm 0,021$	0,61	0,42↔0,69	< 0,001
I	$1,15 \pm 0,09$	1,26	0,49↔1,36	$0,86 \pm 0,14$	0,82	0,41↔1,15	0,079
Ca	$1\ 181 \pm 84,7$	856	394↔1656	$539 \pm 39,8$	476	241↔685	< 0,001
Mg	$186 \pm 13,9$	168,8	128↔281	$124,7 \pm 14,7$	68,4	34,6↔179	0,003
Cr	$0,54 \pm 0,03$	0,45	0,32↔0,61	$0,73 \pm 0,04$	0,62	0,35↔0,97	< 0,001
Zn	$214,5 \pm 15,1$	208,2	173↔254	$177,6 \pm 14,9$	186,4	145↔196	0,084
Pb	$1,03 \pm 0,12$	0,57	0,29↔1,18	$1,22 \pm 0,27$	0,64	0,36↔1,38	0,531
Cd	$0,06 \pm 0,015$	0,032	0,014↔0,08	$0,08 \pm 0,037$	0,07	0,021↔0,11	0,590

Установлено достоверное уменьшение концентрации Se и Cr в волосах у взрослых жителей Югры сравнительно с аналогичным показателем у ханты ( $p < 0,001$ ). На этом фоне аборигены Севера оказались достоверно хуже обеспечены Ca ( $p < 0,001$ ) и Mg ( $p = 0,003$ ). Установлено превышение концентрации йода в волосах пришлых жителей более чем в 1,3 раза и Zn – более чем в 1,2 раза сравнительно с аборигенным население ХМАО, хотя статистически значимых различий не выявлено. Кроме того, обнаружено превышение содержания токсичных химических элементов в волосах ханты: Pb в 1, 2 раза, а Cd более чем в 1,3 раза по сравнению с группой некоренных жителей Югры (табл. 1).

Распределение обследованных лиц по степени обеспеченности изучаемыми химическими элементами представлено в таблице 2. Средние величины концентрации Se в волосах у пришлого населения ХМАО было в 2 раза ниже физиологически оптимальных значений [3; 13], и подавляющее их большинство имели дефицит этого жизненно важного химического элемента разной степени выраженности. При этом в группе ханты более половины обследованных лиц оказались адекватно обеспечены Se и только у 29 (35,4 %) обнаружен неглубокий его дефицит (табл. 2). Важнейшей биохимической функцией селена является участие в построении и функционировании глутатионпероксидазы – одного из ключевых антиоксидантных ферментов. Активизация процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) лежит в основе патогенеза более чем 100 заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых, онкологических, сахарного диабета и др.

Для Севера характерным является развитие атеросклероза в трудоспособном и молодом возрасте, что связано с изменением обмена веществ в ответ на действие холодового фактора, особенно у лиц, работающих на открытом воздухе [2; 9].

Таблица 2

**Распределение взрослых жителей ХМАО по степени обеспеченности  
жизненно важными и токсичными химическими элементами (%)**

Показатель	Взрослые жители ХМАО: некоренное население / ханты (n = 88/82)				
	Норма	Дефицит		Избыток	
		1–2 ст.	3–4 ст.	1–2 ст.	3–4 ст.
Se	18,2/64,6	62,5/35,4	19,3/–	–/–	–/–
I	72,7/59,8	15,9/18,3	11,4/21,9	–/–	–/–
Ca	68,2/32,9	17,0/31,7	10,2/29,3	4,5/6,1	–/–
Mg	87,5/51,2	3,4/29,3	–/19,5	5,6/–	–/–
Cr	80,6/80,5	13,6/2,4	–/–	5,7/17,1	–/–
Zn	70,5/69,5	9,1/30,5	–/–	17,0/–	3,4/–
Pb	81,7/76,1	–/–	–/–	12,2/19,3	4,5/6,1
Cd	85,2/79,3	–/–	–/–	13,6/18,3	1,1/2,4

Средние величины концентрации йода в волосах находились в диапазоне физиологически оптимальных величин в обеих группах обследованных лиц Севера [17].

**Йод** входит в состав тиреоидных гормонов, которые влияют на транспорт Ca и Mg, синтез более 100 различных ферментов, необходимых для нормального развития нервной системы. Даже при наличии незначительного йодного дефицита показатель интеллекта всего населения снижается на 10–15 позиций [1; 16]. ХМАО относится к территориям с выраженным дефицитом йода в почвах, воде и в местных продуктах питания. Нарушения, связанные с дефицитом йода, особо остро проявляются в условиях Севера, где происходит наложение многих факторов. Щитовидная железа в этих условиях испытывает тройной пресс со стороны неблагоприятных климатических условий (холодовой фактор, нарушение светового режима), негативного влияния антропогенной среды и природного дефицита йода, что приводит к перенапряжению тиреоидной функции и развитию устойчивого изменения щитовидной железы [1; 4].

**Кальций** входит в состав костей скелета и дентина зубов: (99 %) содержится в костях, около 0,5 % – в зубах, остальное количество – в мягких тканях и биологических жидкостях. Кроме того, Ca обеспечивает сокращение мышц, клеточное деление и клеточную агрегацию, придает стабильность клеточным мембранам, обеспечивает уменьшение проницаемости стенок сосудов, принимает участие в осуществлении межклеточных связей, играет важную роль в проведении нервных импульсов, обладает антиаллергическим и антистрессовым эффектом [18]. Установлено, что Ca способствует выведению из организма солей тяжелых металлов и радионуклидов, препятствует накоплению Pb в костной ткани [10, 14].

**Магний** «запускает работу» множества ферментов, участвующих в энергетическом, белковом, углеводном и жировом обмене. 60 % магния входит в состав костей, а оставшиеся 40 % играют важную роль в биохимических процессах организма: реакции трикарбоновых кислот, синтез АТФ, обмена лактата, окисления жирных кислот, обеспечивает нормальную физиологию нервной системы организма человека. Наряду с Zn и Se Mg стабилизирует аппарат клеточного скелета нейронов [15].

Важнейшая биологическая роль **хрома** состоит в регуляции углеводного обмена и уровня глюкозы в крови, поскольку хром является компонентом низкомолекулярного органического комплекса – «фактора толерантности к глюкозе». Хром влияет на липидный профиль сыворотки крови, на массу тела и количество жира в организме. Кроме того, Cr обладает антиоксидантной активностью, являясь составной частью антиоксидантного фермента хромзависимой оксиддисмутазы [9].

**Цинк** является необходимым микроэлементом для нормального функционирования практически всех клеток организма. Он обнаружен в составе более 80 ферментов и участвует в регуляции активности более 200 ферментных систем, которые определяют течение различных метаболических процессов, эмбриогенез, регенерацию тканей, репродукцию, иммуногенез, развитие мозга, поведенческих реакций и др. [9; 11; 14].

Для всех регионов России **свинец** – это основной антропогенный поллютант из группы тяжелых металлов, что связано с высоким промышленным загрязнением и выбросами автомобильного транспорта [11]. Токсическое действие Pb обусловлено его способностью образовывать связи с SH-группами [4].

**Кадмий** – один из наиболее опасных ядов, он накапливается внутриклеточно, связываясь с цитоплазматическим и ядерным материалом. Биологический эффект основывается на блокаде SH-групп белков и вытеснении Zn, Cu, Se, Ca и Fe из их соединений. Отмечены тератогенный, мутагенный и канцерогенный эффекты Cd [6; 14].

Оценка состояния обмена химических элементов в организме позволяет с достаточной точностью судить об эффективности работы его морфофизиологических систем и риске развития тех или иных патологических состояний, что дает возможность использовать такую оценку в качестве средств донозологической диагностики [8]. Распространенный дефицит микроэлементов антиоксидантной системы защиты Se и Cr (характерный в большей степени для некоренного населения) в сочетании с избыточным накоплением токсичных химических элементов Pb и Cd, обладающих прооксидантным действием (характерно в большей степени для ханты) свидетельствует о возможной активации процессов ПОЛ. Это может служить предиктором развития заболеваний, в основе патогенеза которых лежит окислительный стресс. Наряду с этим, недостаточность Ca, Mg и I у значительной части ханты может служить патогенетической основой заболеваний костно-суставной системы и снижения интеллектуальной функции головного мозга у взрослых и нарушений роста, развития и способности к обучению у их потомства.

Таким образом, с целью профилактики заболеваний, связанных с дефицитом эссенциальных и избытком токсичных химических элементов, необходима коррекция элементного статуса с помощью биологически активных добавок к пище и обогащенных данными биоэлементами продуктов питания.

## Литература

1. Велданова М. В., Скальный А. В. Йод знакомый и незнакомый. М. : КМК, 2001. 111 с.
2. Голубкина Н. А., Скальный А. В., Соколов Я. А., Щелкунов Л. Ф. Селен в медицине и экологии. М. : КМК. 2002. 136 с.
3. Голубкина Н. А., Папазян Т. Г. Селен в питании: растения, животные, человек. М. : Печатный город, 2006. 254 с.
4. Горбачев А. Л., Луговая Е. А., Бульбан А. П. Основы биоэлементологии : учеб. пособие. Магадан : Изд. СВГУ, 2007. 73 с.
5. Демидов В. А., Лакарова Е. В., Скальная М. Г., Скальный А. В. Элементный состав волос и заболеваемость взрослого населения // Вестн. ОГУ. 2011. № 15 (134). С. 45–48.
6. Дударев А. А., Чупахин В. С., Мизернюк В. Н. и др. Тяжелые металлы в крови женщин коренных национальностей Крайнего Севера // Гигиена и санитария. 2010. № 4. С. 31–34.
7. Здоровье населения Ямало-Ненецкого автономного округа: состояние и перспективы / под ред. чл.-корр., проф. А. А. Буганова. Омск ; Надым, 2006. 809 с.
8. Корчина Т. Я. Донозологическая диагностика заболеваний сердечно-сосудистой системы у населения северного региона // Экология человека. 2013. № 5. С. 8–13.
9. Корчина Т. Я., Корчин В. И. Витамины и микроэлементы: особенности северного региона. Ханты-Мансийск : Новости Югры, 2014. 516 с.



10. Кудрин А. В., Громова О. А. Микроэлементы в иммунологии и онкологии. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2007. 544с.
11. Оберлиз Д., Харланд В., Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб. : Наука, 2008. 544 с.
12. Подунова Л. Г., Скачков В. Б, Скальный А. В. и др. Методика определения микроэлементов в диагностируемых субстратах атомной спектрометрией с индуктивно связанной аргонной плазмой : метод. рекомендации. М., 2007. 17с.
13. Скальный А. В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученных методом ИСП-АЭС (АНО ЦБМ). Микроэлементы в медицине. 2003. Т. 4. № 1. С. 55–56.
14. Скальный А. В., Рудаков И. А. Биоэлементы в медицине. М. : ОНИКС ; Мир, 2004. 271с.
15. Старостин И. В. Место магния в терапии сердечно-сосудистых заболеваний // Кардиология. 2012. Т. 52. № 8. С. 83–88.
16. Щеплягина Л.А. Йодный дефицит и интеллект // Рус. мед. журн. 2006. № 14 (19). С. 1380–1383.
17. Iyengar V., Woittiez J. Trance elements in human clinical specimens evaluation of literature of data to identy references values // Clin Chem. 1988. Vol. 34. P. 474–481.
18. Lech T., Garlicka A. Value of magnesium and calcium in serum and hair of children and adolescents with neurologic diseases // Przegł Lek. 2000. Vol. 57 (7–8). P. 378–381.

УДК 612.1

*Литовченко О. Г., Нифонтова О. Л.,  
Собакаръ В. Н., Шипилова Г. Н., Ишбулатова М. С.  
Litovchenko O. G., Nifontova O. L.,  
Sobakar V. N., Shipilova G. N., Ishbulatova M. S.*

#### **ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ШКОЛЬНИКОВ г. СУРГУТА**

#### **CARDIAC RHYTHM VEGETATIVE REGULATION CHARACTERISTICS IN SCHOOLCHILDREN IN SURGUT**

Универсальной реакцией организма на воздействие внешней и внутренней среды является изменение сердечного ритма. Особенности хронотропной функции сердца, а также оценка состояния вегетативной регуляции сердечного ритма изучались у школьников различных образовательных учреждений г. Сургута в возрасте от 7 до 17 лет. Полученные данные вариационной пульсометрии дают основание предполагать о реакции организма школьников г. Сургута на комплексное воздействие как факторов учебной деятельности, так и климатических условий, в которых они проживают.

*Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, школьники Сургута.*

Северные территории представляют собой стратегически важный регион России, который оказывает существенное влияние на социально-экономическое состояние страны. В настоящее время уделяется пристальное внимание вопросам сохранения и закрепления на данной территории России населения, которое в большей своей части пришлое. Для растущего организма условия Севера являются нагрузкой, к которой необходимо адаптироваться. Механизмы адаптации в период роста и развития у детей, родившихся и постоянно прожи-

вающих в условиях Севера, остается на сегодняшний день недостаточно изученной научной проблемой.

Основным индикатором адаптационных реакций организма человека является характеристика сердечного ритма. Изменение ритма сердца – это универсальная реакция целостного организма в ответ на воздействие внешней и внутренней среды. В особых природно-климатических условиях данные показатели являются универсальными для функционального состояния и демонстрируют ответ на многочисленные воздействия внешней и внутренней среды [1–2; 4].

В наших исследованиях приняли участие школьники различных образовательных учреждений г. Сургута в возрасте от 7 до 17 лет. Всего нами было обследовано 322 человека. Все обследованные нами учащиеся относились к первой или второй медицинской группе здоровья, не имели хронических заболеваний со стороны сердечно-сосудистой системы, являлись уроженцами Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Для изучения особенностей хронотропной функции сердца, а также оценки состояния вегетативной регуляции сердечного ритма учащихся Среднего Приобья мы использовали метод вариационной пульсометрии. Мы определяли показатели variability сердечного ритма с помощью аппаратно-программного комплекса «Анкар», а также рассчитывали показатели вегетативного индекса Кердо.

Анализируя показатели кардиоинтервалометрии, мы отмечали следующее (табл. 1). Как в группе мальчиков, так и в группе девочек к 15–17 годам прослеживалось стабильное увеличение моды ( $M_0$ ), данный показатель отражает результирующий эффект регуляторных воздействий и наиболее устойчивый уровень функционирования сердечно-сосудистой системы. К 11–14 годам в группе мальчиков данный показатель достоверно увеличивался на 61,88 мс, а к 15–17 годам еще на 29,48 мс.

Степень активации симпатического отдела вегетативной нервной системы отражает изменение амплитуды  $M_0$ . У мальчиков к 11–14 годам мы отмечали незначительное снижение этого параметра до  $39,15 \pm 1,67$  %, а к 15–17 годам – увеличение до  $42,75 \pm 2,00$  %. У девочек динамика этого показателя была аналогичной.

Вариационный размах как парасимпатический показатель отражает колебания значений кардиоинтервалов и дыхательные модуляции в структуре variability сердечного ритма. В наших исследованиях на дисбаланс симпатических и парасимпатических влияний на сердечный ритм в обеих половых группах указывает разнонаправленная тенденция возрастных изменений данного показателя. Данный показатель в изучаемых нами группах находился в границах от  $232,55 \pm 14,58$  мс до  $272,14 \pm 15,72$  мс.

Показатель среднеквадратического отклонения (СКО) variability сердечного ритма выявляет индивидуальную активность вегетативных воздействий различных отделов вегетативной нервной системы. У мальчиков наблюдали незначительное снижение данного показателя от  $64,94 \pm 5,82$  мс до  $55,08 \pm 4,04$  мс, что может свидетельствовать о повышении симпатических влияний. У девочек изучаемой группы прослеживалась аналогичная тенденция изменения данного параметра. Нами не было отмечено достоверных отличий данного показателя в зависимости от пола.

Вариационный размах (ВР) увеличивался с возрастом, демонстрируя нарастание роли парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Индекс напряжения (ИН), как один из ведущих показателей, отражающих симпатическую активность [3], в нашем исследовании свидетельствовал о среднем уровне активности симпатического отдела вегетативной нервной системы. Максимальные значения данного показателя наблюдали в возрасте 7–10 лет. У мальчиков в этой возрастной группе данный показатель составлял  $195,27 \pm 31,97$  %/с, у девочек  $223,24 \pm 38,62$  %/с.

В целом показатели variability сердечного ритма отражали известную тенденцию повышения парасимпатической активности вегетативной нервной системы с возрастом, что отражает закономерности роста и развития детского организма. Уровень симпатических

влияний на хронотропную функцию сердца у девочек был выше, чем у мальчиков в возрасте 11–14 лет, а в возрасте 15–17 лет наблюдали большее напряжение механизмов регуляции сердечного ритма у мальчиков.

Таблица

**Показатели вариабельности сердечного ритма у школьников – уроженцев  
Среднего Приобья в зависимости от возраста и пола (M ± m)**

Показатель	Группа	
	Мальчики	Девочки
7–10 лет (мальчики – n = 49; n = 52)		
Mo, мс	713,54 ± 14,49	713,04 ± 19,56
AMo, %	42,19 ± 2,42	41,31 ± 2,27
СКО, мс	64,94 ± 5,82	60,71 ± 4,22
BP, мс	267,63 ± 20,93	263,61 ± 18,16
ИН, %/с	195,27 ± 31,97	177,32 ± 31,52
ИВР, %/с	264,00 ± 40,08	242,03 ± 38,86
11–14 лет (мальчики – n = 59; n = 59)		
Mo, мс	775,42 ± 12,53*^	717,24 ± 16,92
AMo, %	39,15 ± 1,67	42,72 ± 2,04
СКО, мс	62,02 ± 4,17	52,79 ± 3,49
BP, мс	272,14 ± 15,72	232,55 ± 14,28
ИН, %/с	152,10 ± 35,22	223,24 ± 38,62
ИВР, %/с	180,83 ± 16,90^	279,39 ± 38,28
15–17 лет (мальчики – n = 51; n = 52)		
Mo, мс	804,90 ± 22,50	760,29 ± 20,66
AMo, %	42,75 ± 2,00	39,65 ± 1,93
СКО, мс	55,08 ± 4,04	59,04 ± 4,34
BP, мс	243,92 ± 16,86	246,62 ± 15,13
ИН, %/с	170,35 ± 21,67	155,00 ± 23,14
ИВР, %/с	251,40 ± 28,53*	219,35 ± 26,46

Примечание: \* – достоверные отличия показателей по сравнению с предыдущей возрастной группой, ^ – достоверные отличия показателей в группах мальчиков и девочек, p < 0,05.

Возрастные особенности ритма сердца у детей 11–14 лет в значительной мере определялись началом пубертатного периода. Пубертатное ускорение роста у девочек начиналось уже в 9–10 лет, и в 10–12 лет происходила перестройка деятельности сердца на новый уровень, что связано с преобладанием адренергических механизмов регуляции ритма сердца при наличии отчетливо выраженной централизации управления ритмом сердца.

Исходя из того, что наиболее вероятный уровень функционирования синусового узла сердца показывает величина моды, а показатели амплитуды моды, вариационного размаха и индекса напряжения отражают воздействие симпатического или парасимпатического, а также центрального звена регуляции на синусовый ритм сердца, можно предполагать, что на хронотропную функцию сердца обследованных школьников выраженное влияние оказывает симпатическое звено регуляции при значительном участии центрального контура регулирования сердечного ритма. Это свидетельствует о снижении резервных возможностей растущего организма в условиях Среднего Приобья.

Во всех изучаемых нами возрастных группах среднее значение вегетативного индекса Кердо (ВИК) были положительными. Следует отметить, как у мальчиков, так и у девочек с возрастом уменьшалось значение ВИК, что свидетельствовало об усилении парасимпатической активности. У девочек, уроженок Среднего Приобья, значения ВИК в возрасте 15–17 лет (7,45 ± 2,16 усл. ед.) был достоверно ниже по сравнению с группой 11–14 лет (18,71 ± 2,14 усл. ед.). У мальчиков показатели ВИК всех обследованных нами возрастных групп имели достовер-

ные различия. Так, у мальчиков в возрасте 7–10 лет значение ВИК составляло  $26,23 \pm 2,39$  усл. ед., 11–14 лет  $15,72 \pm 2,17$  усл. ед., 15–17 лет  $8,32 \pm 2,45$  усл. ед.

Индивидуальная оценка параметра ВИК показала, что доминирование симпатического тонуса выявлено в 81 % случае в каждой половой группе обследованных школьников, ваготонический тонус был у 17,18 % девочек и у 17,61 % мальчиков, равновесие отделов вегетативной нервной системы отмечено у 1,22 % девочек и 1,26 % мальков. В группе детей 7–10 лет признаков эйтонии не выявлено. Среди школьников этого возраста как у мальчиков, так и у девочек явно преобладала симпатикотония. Ваготония встречалась в 10,20 % случаев у мальчиков и в 9,61 % случаев у девочек.

В соответствии с концепцией В. В. Парина и Р. М. Баевского, изменение ритма сердца является целостной реакцией организма на различные раздражители внешней и внутренней среды, в том числе и специфичных эколого-климатических условий Севера.

Можно предположить, что полученные данные вариационной пульсометрии свидетельствуют о реакции организма школьников г. Сургута на комплексное воздействие как факторов учебной деятельности, так и климатических условий, в которых они проживают.

### **Литература**

1. Агаджанян Н. А., Баевский Р. М., Берсенева А. П. Проблемы адаптации и учение о здоровье. М. : РУДН, 2006. 284 с.
2. Ильина С. С., Чернеев А. С., Ефимова И. П., Уманская Н. Е., Запара В. В. Значение различных методов анализа вариабельности сердечного ритма в кардиологии // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2003. С. 115–120.
3. Ноздрачев А. Д., Щербатых Ю. В. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы // Физиология человека. 2001. Т. 27. № 6. С. 95–101.
4. Ревина Н. Е. Вариабельность сердечного ритма как вегетативный показатель конфликт-индуцированного поведения человека при эмоциональных нагрузках // Физиология человека. 2006. Т. 32. № 2. С. 67–71.

УДК 612.015.3:612.392:616-008.9 (1-17)

*Лубяко Е. А.  
Lubyako E. A.*

### **ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УГЛЕВОДНО-ЛИПИДНОГО ОБМЕНА С ОБЕСПЕЧЕННОСТЬЮ ОРГАНИЗМА ХРОМОМ, ЦИНКОМ И МАГНИЕМ У ПАЦИЕНТОВ С МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ, ПРОЖИВАЮЩИХ В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ**

### **INDICATORS INTERRELATION OF CARBOHYDRATE-LIPID EXCHANGE WITH ORGANISM SUPPLY WITH CHROME, ZINC AND MAGNESIUM IN PATIENTS WITH METABOLIC SYNDROME LIVING IN NORTHERN REGION**

Обследовано 72 пациента (г. Ханты-Мансийск), страдающих метаболическим синдромом (МС). В крови определяли глюкозу, HbA1C, ОХС, ТГ, ЛПНП, ЛПВП. В волосах выявляли содержание Cr, Zn и Mg. В результате обнаружены нарушения углеводно-липидного обмена, имеющие атерогенную направленность, обнаружена недостаточная обеспеченность Cr, Zn и Mg, которые принимают участие в регуляции углеводно-липидного обмена, что является свидетельством тесной взаимосвязи данных видов обменов.

*Ключевые слова:* Север, углеводно-липидный обмен, волосы, биоэлементы.

Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО) может быть отнесен к дискомфортным зонам с элементами выраженной экстремальности по ряду показателей, которые предъявляют повышенные требования к функциональным системам организма человека [1]. Доказано, что длительное проживание на Севере приводит к формированию «северного» метаболизма в виде изменения углеводно-липидного обмена [19], что усиливает риск развития МС. Это состояние является обратимым [5]. Получены многочисленные научные данные, подтверждающие взаимосвязь между неадекватной обеспеченностью организма человека биоэлементами и возникновением различных заболеваний [8–10].

**Цель исследования:** установить взаимосвязи между концентрацией в крови глюкозы, гликозилированного гемоглобина, липидов и содержанием в волосах хрома, цинка и магния у пациентов с МС, проживающих в северном регионе.

**Материал и методы.** Проведено исследование биосубстратов (кровь, волосы) 72 пациентов с МС [13] ОКБ г. Ханты-Мансийска: 30 (41,7 %) мужчин и 42 (58,3 %) женщины. Средний возраст –  $40,8 \pm 4,2$  г. Концентрацию глюкозы определяли в плазме крови гексоки-назным методом. В крови определяли: гликозилированный гемоглобин (HbA1C, %) фотометрическим методом, липиды ОХС, ТГ, ЛПНП, ЛПВП колориметрическими методами. Индекс атерогенности (ИА) вычисляли по формуле:  $(ОХС - ЛПВП) : ЛПВП$ . Результаты сравнивали с референтными величинами [2].

В волосах обследованных лиц определяли биоэлементы, играющие ключевую роль в регуляции обмена углеводов и жиров: хрома (Cr), цинка (Zn) и магния (Mg) методами АЭС-ИСП, МС-ИСП [11]. Полученные результаты сопоставлялись с референтными значениями [15].

Статистическую обработку проводили при помощи программ MS Excel и STATISTI-CA 8.0. Вычисляли среднюю величину (M), ошибку средней (m), min и max значения, а в случае ненормального распределения – 25 и 75 перцентили. Взаимосвязь изучаемых параметров анализировали при помощи корреляционного анализа по Спирмену (rs) [4].

**Результаты и обсуждение.** В результате проведенного исследования установлено, что у больных МС средние величины содержания в крови глюкозы, HbA1C, ОХС, ЛПНП, ТГ и ИА превышали физиологически оптимальные значения (табл. 1).

Таблица 1

**Показатели концентрации глюкозы, гликозилированного гемоглобина и липидов в крови у пациентов с МС**

Показатель	Физиологически оптимальные значения	Пациенты с метаболическим синдромом (n = 72)	
		M ± m	min↔max
глюкоза (ммоль/л)	3,5–6,1	$7,18 \pm 0,49$	4,09↔13,4
HbA1C (%)	4,0–6,0	$6,38 \pm 0,07$	4,9↔7,6
ОХС (ммоль/л)	3,1–5,2	$6,21 \pm 0,16$	4,27↔9,62
ТГ (ммоль/л)	0,6–1,7	$2,37 \pm 0,21$	0,51↔10,72
ЛПНП (ммоль/л)	2,0–3,0	$3,25 \pm 0,14$	1,6↔5,73
ЛПВП (ммоль/л)	m > 1,0	$1,3 \pm 0,07$	0,64↔2,4
	ж > 1,2	$1,5 \pm 0,07$	0,76↔2,5
ИА (ед.)	< 3	$3,12 \pm 0,17$	1,2↔7,8

Это согласуется с результатами научных исследований, где установлено, что для МС характерны гипергликемия и дислипидотеинемия [3].

Внутригрупповые различия в биохимических показателях углеводно-липидного обмена обследованных пациентов с МС представлены в табл. 2.

Итак, у большинства обследованных лиц с МС выявлены нарушения углеводно-липидного обмена, имеющие атерогенную направленность, что является предиктором развития атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний. Это особенно важно для жителей северных высоких широт, т. к. в условиях Севера увеличиваются функциональные нагрузки на организм, создавая большой риск нарушения или утраты здоровья. Работами В. И. Хаснулина и др. ученых [20] доказано, что на первом месте среди северной патологии стоят сердечно-сосудистые заболевания не столько как причина временной нетрудоспособности, сколько как причина настоящей и будущей смертности. Для Севера характерным является развитие атеросклероза в трудоспособном и молодом возрасте, что связано с изменением обмена веществ в ответ на действие холодового фактора [7].

Таблица 2

**Распределение пациентов с МС по показателям углеводно-липидного обмена  
(абс. / %)**

Показатель	Взрослое некоренное население ХМАО (n = 72)			
	оптимальный	повышенный	высокий	пониженный
Глюкоза	19/26,4	23/31,7	30/41,7	–
НЬА1С	18/25,0	30/41,7	24/33,3	–
ОХС	23/31,9	49/68,1	9/12,5	–
ТГ	29/40,3	30/41,6	13/18,1	–
ЛПНП	32/44,4	40/55,6	–	–
ЛПВП – ж (n = 42)	27/64,3	–	–	15/35,7
ЛПВП – м (n = 30)	20/66,7	–	–	10/33,3
ИА	20/27,8	38/52,8	14/19,4	–

Оценка состояния обмена химических элементов в организме человека позволяет судить об эффективности работы его функциональных систем и риске развития тех или иных патологических состояний, что дает возможность использовать такую оценку в качестве средств донозологической диагностики [6]. В этой связи несомненный интерес представляло изучение обеспеченности организма биоэлементами, принимающими участие в регуляции углеводно-липидного обмена, а именно Cr, Zn и Mg (табл. 3).

Таблица 3

**Содержание в волосах хрома, цинка и магния у проживающих на Севере  
пациентов с метаболическим синдромом (мкг/г)**

Показатель	Физиологически оптимальные значения	Пациенты с метаболическим синдромом (n = 72)	
		M ± m	25↔75
Cr	0,32–0,96	0,35 ± 0,03	0,22↔0,58
Zn	155–206	162,3 ± 10,6	63,4↔213,5
Mg	39–137	78,7 ± 13,5	32,6↔128,7

Анализ полученных результатов позволил выявить средние величины концентрации изучаемых биоэлементов, находящихся в диапазоне физиологически оптимальных значений [15]. Однако были установлены выраженные индивидуальные различия (табл. 4).

Обращает на себя внимание нарушение обеспеченности жизненно важными химическими элементами, принимающими участие в регуляции углеводно-липидного обмена, у здоровых лиц северного региона особенно выраженными в отношении Mg. При этом, по мнению А. В. Скального, избыточное накопление последнего свидетельствует о нарушении обмена Mg и ускоренном выведении его из организма [17].

Таким образом, у значительной части пациентов с МС, проживающих на Севере, обнаружена недостаточная обеспеченность биоэлементами, принимающими участие в регуляции углеводно-липидного обмена.

Таблица 4

**Распределение пациентов с метаболическим синдромом, проживающих на Севере, по степени обеспеченности хромом, цинком и магнием (абс./%)**

Показатель	Пациенты с метаболическим синдромом (n = 72)				
	норма	дефицит		избыток	
		1–2 ст.	3–4 ст.	1–2 ст.	3–4 ст.
Cr	55/76,4	14/19,4	–	3/4,2	–
Zn	40/55,6	22/30,6	5/6,9	5/6,9	–
Mg	31/43,1	19/26,4	16/22,2	6/8,3	–

В табл. 5 представлены корреляционные связи между показателями углеводно-липидного обмена и биоэлементами, принимающими участие в его регуляции. Сильная обратная корреляционная связь между концентрацией глюкозы в крови и содержанием Cr в волосах ( $r = -0,703$ ) и значительная обратная взаимосвязь между гликозилированным гемоглобином и Cr ( $r = -0,564$ ) наглядно демонстрируют значимость влияния Cr на углеводный обмен (табл. 5). Участвуя в регуляции липидного обмена, Cr не даёт накапливаться в крови ЛПНП: он способствует их расщеплению и выведению, а ЛПВП, напротив, в присутствии Cr – накапливаются [8; 18].

Таблица 5

**Корреляционные связи между показателями углеводно-липидного обмена и содержанием в волосах Cr, Zn и Mg у пациентов с метаболическим синдромом, проживающих на Севере**

Показатель	ЛПНП	ЛПВП	ТГ	глюкоза	HbA1C	Cr	Zn	Mg
ЛПНП	1							
ЛПВП	<b>-0,721</b>	1						
ТГ	<b>0,692</b>	<b>-0,712</b>	1					
глюкоза	<b>0,572</b>	-0,421	<b>0,751</b>	1				
HbA1C	<b>0,424</b>	-0,276	<b>0,524</b>	<b>0,861</b>	1			
Cr	<b>-0,532</b>	<b>0,421</b>	<b>-0,639</b>	<b>-0,703</b>	<b>-0,564</b>	1		
Zn	<b>-0,364</b>	<b>0,328</b>	<b>-0,479</b>	-0,537	<b>-0,623</b>	<b>0,427</b>	1	
Mg	<b>-0,293</b>	<b>0,398</b>	-0,449	-0,078	-0,103	0,113	0,096	1

В этой связи значимость адекватной обеспеченности Cr для липидного обмена подтверждается наличием значительных обратных взаимосвязей между концентрацией в крови ЛПНП ( $r = -0,532$ ), ТГ ( $r = -0,639$ ) и прямой умеренной корреляционной связью ЛПВП и Cr ( $r = +0,421$ ) (табл. 5). Синергизм влияния двух эссенциальных микроэлементов на углеводный обмен наглядно демонстрирует прямая взаимосвязь Zn и Cr ( $r = + 0,427$ ), что также подтверждается исследованиями некоторых авторов [10, 17].

Известно, что Zn присутствует в активном центре металлоферментов, входит в состав антиоксиданта – цинк-зависимой супероксиддисмутазы, повышает уровень энергетического обмена и стимулирует интенсивность распада жиров [16–17]. Это наглядно показано выявленными нами умеренными обратными корреляционными связями между содержанием Zn в волосах у обследованных лиц и концентрацией в крови ЛПНП ( $r = -0,364$ ) и ТГ ( $r = -0,479$ ) и, соответственно, прямой умеренной взаимосвязью между Zn и ЛПВП ( $r = +0,328$ ) (табл. 5).

Чрезвычайно важна роль Zn в биосинтезе и депонировании инсулина в островковых  $\beta$ -клетках. Установлено, что при хроническом дефиците этого микроэлемента создаются пред-

посылки риска развития сахарного диабета [16–17]. При значительном поступлении глюкозы в клетки наблюдается значительный «расход» Zn на её утилизацию, о чем свидетельствуют обнаруженные нами значительные обратные взаимосвязи между концентрацией в крови глюкозы ( $r = -0,537$ ) и HbA1C ( $r = -0,623$ ) и содержанием Zn в волосах у пациентов с МС.

Известно, что Mg является эссенциальным кофактором более 40 ферментов, необходимых для физиологического обмена углеводов, и более 30 ферментов липидного метаболизма. Магний также необходим для химических реакций, позволяющих инсулину обеспечивать проникновение глюкозы в клетки. Кроме того, Mg участвует в выведении из организма избытка холестерина [12; 14]. Нами была обнаружена прямая умеренная взаимосвязь между концентрацией ЛПВП в крови и содержанием Mg в волосах у взрослых некоренных жителей ХМАО ( $r = +0,398$ ). Также была выявлена достоверная обратная взаимосвязь между концентрацией ЛПНП и Mg ( $r = -0,293$ ) и ТГ и Mg ( $r = -0,449$ ). Вместе с тем следует отметить, что взаимосвязи обеспеченности Mg организма и концентрации в крови других показателей углеводного обмена и содержания волосах Zn и Сг не достигают статистической значимости (табл. 5). При дефиците Mg в крови ряд авторов отмечают повышение содержания ТГ, хиломикронов, ЛПОНП и ЛПНП и, наоборот, снижение уровня ЛПВП [9–10; 17].

**Заключение.** Обнаруженные нами достоверные корреляционные связи между показателями углеводно-липидного обмена с одной стороны и обеспеченностью эссенциальными химическими элементами с другой свидетельствуют о тесной взаимосвязи между вышеназванными видами обменов. В этой связи профилактика и лечение МС как обратимого состояния должна включать в себя помимо рационализации питания, увеличения физической активности и медикаментозного лечения, коррекцию элементного статуса при помощи биологически активных добавок к пище и обогащенных жизненно важными химическими элементами продуктов питания.

## Литература

1. Аверьянова И. В., Маскимов А. Л., Вдовенко С. И. Морфофункциональные перестройки при длительных периодах адаптации у постоянных жителей внутриконтинентальной зоны Северо-Востока России // Экология человека. 2015. № 2. С. 12–19.
2. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом // Сахарный диабет. 2011. № 3. С. 2–72.
3. Ахметжанов Н. М., Бутрова С. А., Дедов И. И. Консенсус российских экспертов по проблеме метаболического синдрома в Российской Федерации: определение, диагностические критерии, первичная профилактика, лечение // Consilium medicum кардиология. 2010. № 12 (5). С. 5–12.
4. Боровиков В. Statistika. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. СПб. : Питер, 2003. 688 с.
5. Дедов И. И., Мельниченко Г. А., Петеркова В. А., Ремизов О. В. Ожирение. М. : МИА, 2004. 456 с.
6. Демидов В. А., Лакарова Е. В., Скальная М. Г., Скальный А. В. Элементный состав волос и заболеваемость взрослого населения // Вестн. ОГУ. 2011. № 15 (134). С. 45–48.
7. Корчина Т. Я. Донозологическая диагностика заболеваний сердечно-сосудистой системы у населения северного региона // Экология человека. 2013. № 5. С. 8–13.
8. Корчина Т. Я., Корчин В. И. Витамины и микроэлементы: особенности северного региона. Ханты-Мансийск : Новости Югры, 2014. 516 с.
9. Нотова С. В. Мирошников С. В., Барабаш А. А. Особенности элементного статуса у лиц с различным уровнем липидного обмена // Технология живых систем. 2010. № 7 (37). С. 31–34.
10. Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб. : Наука, 2008. 544 с.



11. Подунова Л. Г., Скачков В. Б., Скальный А. В., Демидов В. А., Скальная М. Г., Серебрянский Е. П., Грабеклис А. Р., Кузнецов В. В., Маймулов В. Г., Лимин Б. В. Методика определения микроэлементов в диагностируемых субстратах атомной спектрометрией с индуктивно связанной аргоновой плазмой : метод. рек. М. : Мысль 2007. 17 с.
12. Ребров В. Г., Громова О. А. Витамины, макро- и микроэлементы. Обучающие программы РСЦ института микроэлементов. М. : ЮНЕСКО : ГЭОТАР-Медиа, 2008. 954 с.
13. Рекомендации экспертов ВНОК по диагностике и лечению метаболического синдрома // Кардиоваскуляр. терапия и профилактика. 2009. № 6. С. 47–52.
14. Скальный А. В. Магний: энергия жизни, уверенность, сила. М. : МедЭкспертПресс, 2004. 60 с.
15. Скальный А. В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученных методом ИСП-АЭС (АНО ЦБМ) // Микроэлементы в медицине. 2003. № 4 (1). С. 55–56.
16. Скальный А. В. Цинк и здоровье человека. Оренбург : РИК ГОУ ОГУ, 2003. 80 с.
17. Скальный А. В., Рудаков И. А. Биоэлементы в медицине. М. : ОНИКС : Мир, 2004. 271 с.
18. Скальный А. В., Тармаева Н. Ю., Скальная М. Г., Решетник А. А. Питание и элементный статус детского населения Восточной Сибири. Иркутск : РИК ИВВАИУ, 2008. 293 с.
19. Соломатина Л. В., Буганов А. А. Здоровье трудоспособного населения Ямало- Ненецкого автономного округа // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. 2007. № 5. С. 34–35.
20. Хаснулин В. И., Хаснулина А. В. Северный стресс и формирование артериальной гипертензии на Севере // Науч. мед. вестн. Югры, Ханты-Мансийск : ХМГМА. 2012. № 1–2. С. 283–289.

УДК 616-008.9:612.015: 612.017.2:504.75(571.122)

*Макаева Ю. С., Шагина Е. А.  
Makaeva Yu. S., Shagina E. A.*

### **ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА И ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА У ЖИТЕЛЕЙ ХМАО – ЮГРЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **ECOLOGO-PHIZIOLOGICAL FEATURES OF INDEXES OF OXIDATIVE STRESS AND ELEMENT STATUS IN INHABITANTS OF KHMАО-UGRA IN DEPENDENCE TO THEIR LABOUR ACTIVITY**

Надежность живой системы определяется механизмами адаптации к действию факторов окружающей среды и условиям жизнедеятельности. В ходе проведенного исследования установлено наличие ранних метаболических сдвигов в состоянии системы свободно-радикального окисления – антиоксидантной защиты и дисбаланса элементного статуса у жителей ХМАО – Югры, чья трудовая деятельность наиболее подвержена комбинированному влиянию различных источников техногенного загрязнения (автомобильный транспорт, предприятия нефте- и газодобывающей промышленности).

*Ключевые слова: адаптация, окислительный стресс, свободные радикалы, химические элементы, антиоксидантная система.*

Уровень здоровья популяции имеет региональную специфику, обусловленную своеобразием взаимоотношений человека и среды. Региональный подход необходим для решения вопросов диагностики происходящих в организме изменений, оценки степени опасности факторов окружающей среды и установления их пороговых уровней воздействия. Поэтому региональным аспектам в решении вопросов медико-экологических проблем в настоящее время придаётся первостепенное значение [1].

На сегодняшний день большинством исследователей признаётся существование донозологических состояний, отличных как от здоровья, так и от болезни. По современным представлениям организм здорового человека обладает эффективными регуляторными механизмами, препятствующими переходу от здоровья к болезни. К ним относятся иммунологическая реактивность, а также способность организма адаптироваться к абиотическим, стремящимся нарушить гомеостаз факторам различной природы, интенсивности воздействия [7; 9]. Полноценное функционирование этих механизмов позволяет человеку сохранять здоровье в весьма широком диапазоне влияния абиотических факторов. Однако поддержание гомеостаза достигается ценой напряжения регуляторных механизмов, от степени которых зависят характер и выраженность донозологических состояний [10].

Донозологическая диагностика имеет главной целью исследовать и оценить состояние регуляторных механизмов, «срабатывающих» на самых ранних этапах процесса перехода от здоровья к болезни, когда в организме отсутствуют выраженные функциональные и, тем более, структурные изменения. Именно в этот период имеются наиболее благоприятные условия для принятия профилактических мер.

В последние годы в работах отечественных и зарубежных учёных показано, что исследование биосред при скрининговой оценке микроэлементного статуса и метаболического профиля на индивидуальном и особенно на популяционном уровнях вполне обеспечивает получение необходимой информации для изучения функционального состояния организма человека в связи с действием внешних факторов.

Известно, что объективной оценкой загрязнения окружающей среды являются показатели здоровья человека, так как при этом учитывается влияние всех поллютантов, их действие в комплексе на организм человека [4]. Так, по данным управления природных ресурсов по ХМАО наиболее опасными загрязнителями региона являются тяжелые металлы (ТМ), а чрезмерное накопление их в объектах окружающей среды может вносить значительный вклад в развитие заболеваемости и смертности населения различных возрастных групп. Выраженные нарушения микроэлементного фона снижают не только физиологические резервы организма, приводя к хроническому напряжению функциональных систем, но и развитию целого ряда хронических заболеваний [2, 6, 8]. Кроме того, этому способствует «окислительный стресс», который вызывает истощение резервных возможностей организма и последующее развитие каскада дизадаптивных расстройств и возникновение патологических состояний. Данный специфический стресс (синдром полярного напряжения) обусловлен активацией свободнорадикальных реакций в ответ на действие экстремальных климатогеофизических факторов и сопровождается развитием мембранных дефектов в клетках и субклеточных структурах различных тканей на фоне истощения всех звеньев антиоксидантной защиты [6; 10].

Поэтому выявление и оценка отклонений в обмене макро- и микроэлементов, изменений показателей метаболического профиля, а также адекватная их коррекция являются перспективным направлением современной медицины, позволяющей подойти к решению ряда теоретических и особенно практических вопросов, существенно влияющих на показатели здоровья населения регионов России, резко отличающихся по уровню экономического и социального развития, климатогеографическими и биогеохимическими условиями.

Имеются сведения о том, что активация свободно-радикального окисления (СРО) является наиболее ранней реакцией на дефицит в организме витаминов и микроэлементов, обладающих антиоксидантными свойствами. Соотношение интенсивности СРО и антиоксидантной защиты (АОЗ) определяет антиоксидантный статус клетки, ткани и организма в це-

лом. На стабильность механизмов АОЗ организма влияют питание, сезонные и экологические факторы, процессы старения, различные заболевания, воздействие токсических веществ и др. [3; 5; 9]. Вместе с тем, отсутствие единых методов выявления экологически обусловленных расстройств здоровья, полной информации о содержании вредных веществ в воздухе, воде и почве не позволяют своевременно и в полном объеме обеспечить охрану здоровья и организовать необходимую медико-социальную помощь населению в условиях развивающегося нефтегазового комплекса ХМАО. Более того, недостаточное внедрение комплексных исследований для определения уровня интегрального взаимодействия населения промышленных территорий и районов геохимических эндемий не дает возможности правильно определять приоритетные направления региональной политики в области охраны здоровья от техногенного влияния и микроэлементного дисбаланса. Следует также отметить отсутствие исследований на донологическом уровне (состояние предболезни), что крайне важно при оценке влияния токсических веществ на мобилизацию адаптивных реакций организма человека, проживающего на территории с выраженным техногенным загрязнением от мобильных и стационарных источников.

Обозначенный перечень нерешенных вопросов, а также необходимость разработки практических рекомендаций определяет актуальность и своевременность проведения медико-экологического исследования.

**Цель работы** – выявить эколого-физиологические особенности состояния метаболического профиля и элементного статуса населения северного региона, проживающего в условиях техногенного загрязнения, и обосновать возможные пути их коррекции.

**Материалы и методы исследования.** Исследование метаболического профиля проведено у 170 взрослых лиц обоего пола, постоянно проживающих на территории ХМАО (г. Ханты-Мансийск, Когалым, Белоярский). I группу (контроль) составили 88 практически здоровых донора (средний возраст  $30,5 \pm 8,4$  года), являющихся в основном служащими (медицинские работники, педагоги, юристы, экономисты и др.), а также студентами вузов и колледжей; II группу (сравнения) – 82 человека (средний возраст  $32,6 \pm 6,2$ ), являющихся работниками автозаправочных станций (АЗС) и предприятий нефтегазовой отрасли, находящихся в условиях техногенного воздействия на организм продуктов переработки от мобильных (автотранспорт) или стационарных источников загрязнения.

В сыворотке крови исследовали продукты перекисного окисления липидов (ПОЛ): гидроперекись липидов (ГПл), ТБК-активные продукты (ТБК-АП); показатели состояния антиоксидантной системы защиты: общая антиоксидантная активность (ОАА), тиоловый статус (ТС) – система глутатиона с помощью коммерческих наборов на биохимическом анализаторе Konelab 60i (Финляндия), а также на Form Plus 3000 фирмы «Callegari» (Италия). Для определения элементов в волосах были использованы два метода анализа: атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (МС-ИСП). Средние значения концентраций изученных элементов сравнивали с референтными величинами (биологически допустимыми уровнями – БДУ), приняв во внимание, что выход за пределы БДУ следует рассматривать как показатель срыва адаптационных возможностей функциональных систем организма и риска развития экологически обусловленных заболеваний [8]. Полученные данные были подвергнуты математической обработке методом вариационной статистики с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0. (Stat Soft Inc – США) и Microsoft Excel с вычислением среднего арифметического ( $M$ ) и его стандартной ошибки ( $m$ ). После проверки распределения на нормальность значимость различий между группами оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Различия считались значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования.** В ходе исследования нами было установлено, что у 88 лиц контрольной (I-й группы) были выявлены следующие показатели состояния процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ): уровень гидроперекисей липидов (ГПл) –  $402,4 \pm \pm 28,1$  мкмоль/л; ТБК-активные продукты (ТБК-АП) –  $3,1 \pm 0,46$  мкмоль/л (табл. 1). Содер-

жание тяжелых металлов в образцах волос у представителей данной группы не претерпевало существенных изменений и находилось в пределах физиологических значений, а именно: Fe – 11,0–24,0 мкг/г; Cd – 0,02–0,12 мкг/г; Pb – 0,38–1,40 мкг/г. Показатели активности антиоксидантной системы защиты соответствовали физиологическим значениям и составляли: общая антиоксидантная активность (ОАА) –  $1,32 \pm 0,11$  ммоль/л; тиоловый статус (ТС) – система глутатиона –  $410,9 \pm 34,5$  мкмоль/л. Содержание химических элементов (эссенциальные микроэлементы) в образцах волос находилось в пределах допустимых величин, в частности: Se – 0,69–2,20 мкг/г; Zn – 155,0–206,0 мкг/г; Ca – 494,0–1619,0 мкг/г (табл. 1).

При обследовании 82 лиц группы сравнения, подвергающихся в процессе трудовой деятельности влиянию различных экотоксикантов, были выявлены изменения следующих показателей: уровень ГПл –  $498,6 \pm 32,4$  мкмоль/л; ТБК-АП –  $5,3 \pm 0,58$  мкмоль/л. При анализе содержания в образцах волос концентрации тяжелых металлов отмечали превышение допустимого уровня среди следующих микроэлементов: Fe – 18,0–32,0 мкг/г; Cd – 0,09–0,19 мкг/г; Pb – 1,15–1,94 мкг/г.

Уровень активности системы антиоксидантной защиты значимо снижался и составил: ОАА –  $0,34 \pm 0,06$  мкмоль/л; ТС –  $264,5 \pm 32,2$  мкмоль/л. Одновременно с этим наблюдали и снижение концентрации эссенциальных микроэлементов, особенно со стороны Se (более чем в 1,4 раза) в среднем  $0,47 \pm 0,04$  мкг/г; Zn –  $142,30 \pm 11,6$  мкг/г и Ca –  $425,4 \pm 56,8$  мкг/г.

Совокупность полученных данных свидетельствует о формировании функционально-метаболического ответа организма человека на меняющиеся факторы внешней среды (особенно в условиях техногенного загрязнения) как реализации определенных компенсаторных возможностей гомеостатических систем.

Таблица 1

**Содержание химических элементов в образцах волос  
взрослого населения ХМАО – Югры**

Показатель	Физиологически оптимальные значения	Взрослое население ХМАО – Югры (n = 170)				p
		Не подверженное влиянию токсикантов (n = 88)		Подверженное влиянию токсикантов (n = 82)		
		Показатели перекисного окисления липидов (ПОЛ), мкмоль/л				
		M ± m	min↔max	M ± m	min↔max	
ГПл,	225–450	402,4 ± 28,1	216↔468	498,6 ± 32,4	466↔530	p = 0,026
ТБК-АП	2,2–4,8	3,1 ± 0,46	3,26↔5,62	5,3 ± 0,58	4,70↔5,91	p = 0,003
Показатели антиоксидантной системы защиты (АОС)						
ОАА, ммоль/л	0,5–2,0	1,32 ± 0,11	0,44↔1,97	0,34 ± 0,06	0,25↔0,42	p < 0,001
ТС, мкмоль/л	430–660	410,9 ± 34,5	289↔595	264,5 ± 32,2	232↔296	p = 0,002
Жизненно важные химические элементы, мкг/г						
Se	0,69–2,2	M ± m	25↔75	M ± m	25↔75	
		0,66 ± 0,05	0,48↔0,75	0,47 ± 0,04	0,26↔0,62	p = 0,004
Ca	494–1 619	648 ± 61,5	246↔629	425,4 ± 56,8	219↔584	p = 0,009
Zn	155–206	196,4 ± 13,2	172↔241	142,3 ± 11,6	134↔178	p = 0,003
Химические элементы, обладающие прооксидантной активностью, мкг/г						
Pb	0,38–1,40	0,85 ± 0,17	0,25↔1,03	2,2 ± 0,28	0,46↔2,6	p < 0,001
Cd	0,02–0,12	0,084 ± 0,016	0,015↔0,10	0,295 ± 0,075	0,03↔0,32	p = 0,005
Fe	11,0–24,0	21,8 ± 7,4	12,3↔38,9	32,6 ± 9,8	15,8↔43,9	p = 0,359

Таким образом, используемый нами комплексный подход к оценке состояния адаптивных возможностей функциональных систем организма позволит создать базу для по-

следующих научных исследований, отбора перспективных средств, с помощью которых можно будет проводить адекватную коррекцию донозологических состояний жителей урбанизированных территорий.

### **Литература**

1. Агаджанян Н. А., Саламатина Л. В., Леханов Е. Н. Уровень здоровья и адаптации у населения на Крайнем Севере. Надым : 2002. 160 с.
2. Боев В. М. Среда обитания и экологически обусловленный дисбаланс микроэлементом у населения урбанизированных и сельских территорий // Гигиена и санитария. 2002. № 5. С. 3–8.
3. Буюк М. А., Буганов А. А. Развитие окислительного стресса у жителей высоких широт при воздействии факторов Крайнего Севера // Гигиена и санитария. 2009. № 1. С. 15–17.
4. Гичев Ю. П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. Новосибирск : СО РАМН. 2002. 230 с.
5. Егорова Н. Н. Состояние свободнорадикального окисления как критерий гигиенической оценки опасности атмосферных загрязнений : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 1999. 49 с.
6. Корчина Т. Я., Корчин В. И. Витамины и микроэлементы: особенности северного региона. Ханты-Мансийск : Новости Югры. 2014. 514 с.
7. Рахманин Ю. А., Ревазова Ю. А. Донозологическая диагностика в проблеме окружающей среда – здоровье населения // Гигиена и санитария. 2004. № 6. С. 3–5.
8. Скальный А. В., Рудаков И. А. Биоэлементы в медицине. М. : ОНИКС : Мир, 2004. 271 с.
9. Тимашева Г. В., Бакиров А. Б., Валеева Э. Т. Лабораторные биомаркеры в диагностике состояния здоровья работников, подвергающихся воздействию химических факторов // Здоровье населения и среда обитания. 2016. № 1. С. 14–17.
10. Хаснулин В. И., Хаснулин П. В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 3–11.

УДК 616.12-008.331.1-06:616.89-008.44/.46-07-08-053.9

*Попова М. А., Иванова А. Н.  
Popova M. A, Ivanova A. N.*

### **ПРОБЛЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ В СОЧЕТАНИИ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ У ПОЖИЛЫХ ПАЦИЕНТОВ**

### **TREATMENT PROBLEMS AND DIAGNOSTICS OF COGNITIVE IMPAIRMENT ALONG WITH ARTERIAL HYPERTENSION IN ELDERLY PATIENTS**

В статье предложен обзор литературы о когнитивных нарушениях у пожилых больных в сочетании с артериальной гипертонией, особенности течения и лечения данного сочетания.

*Ключевые слова:* артериальная гипертензия, когнитивные нарушения, пожилой возраст.

**Введение.** Когнитивные нарушения являются одной из основных проблем, связанных со старением населения. Основным фактором риска нарушения когнитивных функций являются заболевания сердечно-сосудистой системы, а именно артериальная гипертензия (АГ),

особенно неконтролируемая. АГ поражает подкорковые и базальные ганглии и глубинные отделы белого вещества головного мозга, что приводит к ухудшению памяти, снижению скорости реакций, концентрации внимания, что проявляется замедленностью психических процессов, интеллектуальной ригидностью и повышенной утомляемостью [4].

В последние годы актуальность проблемы когнитивных нарушений возрастает в связи с возрастным составом населения. Увеличение средней продолжительности жизни привело к увеличению числа лиц пожилого возраста. Ожидается, что к 2030 году относительное большинство населения экономически наиболее развитых стран составят пожилые лица. Возраст является самым сильным и независимым фактором риска когнитивных расстройств и деменции, число пациентов с этими расстройствами нарастает одновременно с увеличением числа лиц пожилого возраста [3].

**Цель.** Изучить имеющиеся в научных работах данные о возможности проведения эффективной антигипертензивной терапии в сочетании с улучшением когнитивной функции пациентов.

**Основная часть.** В последнее время проблеме додементных (лёгких и умеренных) когнитивных нарушений уделяется всё большее внимание врачей и исследователей. Хотя лёгкие и умеренные когнитивные нарушения не являются столь тяжким социально-экономическим и эмоциональным бременем, как деменция, тем не менее, наличие даже лёгких когнитивных расстройств существенным образом снижает качество жизни пациента. Кроме того, риск развития деменции среди пациентов с умеренными когнитивными нарушениями весьма велик и составляет до 10–15 % в год. Поэтому чрезвычайно важной является диагностика когнитивных нарушений на додементных стадиях с целью как можно более раннего назначения терапии для предотвращения или задержки наступления деменции [3]. Когнитивные расстройства при АГ превышают таковую в популяции в 10 раз [7]. По данным российских исследований, не леченная в течение 5 лет АГ приводит к возникновению когнитивных нарушений у 68 % пациентов. Следовательно, АГ рассматривается как самый значимый фактор риска не только острых нарушений мозгового кровообращения, но и синдрома умеренных КН [7].

Ведущую роль в формировании когнитивной недостаточности при АГ играет поражение глубинных отделов белого вещества ГМ и базальных ганглиев, что приводит к нарушению связи лобных структур ГМ с подкорковыми (феномен корково-подкоркового разобщения). Как считают, хроническая неконтролируемая АГ – причина вторичных изменений сосудистой стенки, или липогиалиноза, которые развиваются преимущественно в сосудах микроциркуляторного русла. Формирующийся вследствие этого артериолосклероз ведет к изменению физиологической реактивности сосудов. В таких условиях снижение АД в результате, например, присоединения сердечной недостаточности со снижением сердечного выброса, или избыточной гипотензивной терапии, или циркадных изменений АД способствует возникновению гипоперфузии в зонах терминального кровообращения, к которым относятся указанные выше глубинные церебральные структуры [6].

В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы рационального выбора антигипертензивной терапии с учетом потенциального влияния препаратов на состояние когнитивных функций [9]. На сегодняшний день не существует общепринятого протокола ведения пациентов с недементными (легкими и умеренными) когнитивными нарушениями [7]. Однако на практике нейропротективный эффект того или иного препарата доказать очень трудно, поскольку это требует многолетнего сравнительного наблюдения за параллельными группами пациентов с плацебо-контролем. Проведение таких исследований не всегда оправдано с экономической и этической точек зрения. Эмпирически при легких и умеренных когнитивных нарушениях различной этиологии чаще всего назначают препараты с вазоактивным и/или метаболическим эффектом.

В исследовании SCOPE, спланированном для оценки когнитивных функций, оценивалось влияние кандесартана на когнитивную функцию у пожилых больных с АГ и индексом деменции по шкале MMSE (Mini Mental State Examination) менее 24. Было выявлено сниже-

ние риска инсульта на 23,6 % ( $p = 0,056$ ) и нефатального инсульта на 27,8 % в группе кандесартана на фоне отсутствия достоверных различий по изменению теста MMSE, что было объяснено тем, что этот тест малоинформативен, особенно при относительно небольшом (2,5 года) сроке наблюдения за пациентами. В то же время ряд показателей, характеризующих уровень внимания и эпизодическую память, достоверно улучшился на фоне терапии кандесартаном [5].

В исследовании MOSES (Morbidity and mortality after Stroke Eprosartan compared with nitrendipin for Secondary prevention), продолжавшемся 4 года, принимали участие 1 500 пациентов с АГ, перенесших инсульт. В нем сравнивали эпросартан и производное дигидропиридина (нитрендипин), ранее продемонстрировавший положительное влияние на когнитивную функцию в исследовании Syst-Eur (Systolic Hypertension in Europe). Первичными конечными точками в MOSES были сердечно-сосудистая смертность и число цереброваскулярных эпизодов; оценка КН была вторичной точкой. При одинаковом снижении АД в обеих группах эпросартан оказался эффективнее в плане жесткой конечной точки (снижение общей смертности, всех сердечно-сосудистых и цереброваскулярных осложнений) на 21 %. Преимущество эпросартана отмечено и в 25 %-м снижении повторных инсультов при сопоставимой частоте деменции в обеих группах. В исследовании OSCAR (Observational Study on Cognitive function And SBP Reduction) выявлено положительное влияние терапии эпросартаном на большинство показателей когнитивных функций у почти 50 тыс. пациентов с АГ [5].

Улучшение когнитивной функции было выявлено и в исследовании PROGRESS (Perindopril protection against Recurrent Stroke Study), в котором комбинирование ИАПФ (периндоприла) с метаболически нейтральным диуретиком индапамидом снижало риск прогрессирования КН на 19 %, в т. ч. на фоне повторного инсульта – на 45 %, а без инсульта – на 9 %. Причем эта закономерность имела место как у пациентов, которые ранее имели сохраненную когнитивную функцию, так и у больных с исходным ее снижением. Риск развития деменции, связанной с повторным инсультом, также достоверно снизился на 34 % и на 1 % – у больных без инсульта. Снижение риска развития повторного инсульта у пациентов, получавших комбинированную терапию периндоприлом и индапамидом, было более выраженным по сравнению с монотерапией периндоприлом (соответственно 43 и 5 %). Однако аналогичной закономерности в отношении снижения риска развития деменции и КН на фоне этих двух различных режимов терапии выявлено не было, хотя все же комбинированная терапия оказывала несколько более выраженный благоприятный эффект [11; 12].

Очень важными представляются результаты исследования HYVET-COG (Hypertension in the Very Elderly Trial cognitive function assessment), в котором участвовали пациенты с АГ (преимущественно ИСАГ) старше 80 лет. У них при средней длительности терапии индапамидом ретард около 2,5 лет было выявлено снижение риска развития деменции на 14 % (статистически недостоверно; исследование было остановлено досрочно). Но при добавлении результатов HYVET-COG к таковым других исследований по деменции при АГ выявлено на 13 % снижение риска развития КН ( $p = 0,045$ ) [13].

**Заключение.** Целью любой антигипертензивной терапии является не только продление жизни пациентов, но и улучшение ее качества, напрямую связанное с когнитивной функцией. Для пациента улучшение способности запоминать, воспроизводить информацию (куда нужно пойти, что купить, номера телефонов, имен, даты) и стабильный фон настроения являются значительно более важным и явным критерием успешного лечения, чем снижение АД. Поэтому можно полностью согласиться с мнением о том, что «эффективный контроль артериального давления покажет свое профилактическое действие в отношении сердечно-сосудистой системы только через несколько лет, в то время как интеллектуальный успех у пациентов можно увидеть уже через полгода» [5].

## Литература

1. Вахнина Н. В. Ведение пациентов с когнитивными нарушениями // Справочник поликлинич. врача. 2013. № 3. С. 40–45.

2. Деревнина Е. С., Персашвили Д. Г., Шварц Ю. Г. Когнитивная дисфункция у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями // *Сердце*. 2013. № 1. С. 13–20.
3. Захаров В. В., Яхно Н. Н. Когнитивные расстройства в пожилом и старческом возрасте : метод. пособие для врачей. М., 2005. 26 с.
4. Ларина В. Н., Барт Б. Я., Гарданова Ж. Р., Рунихина Н. К. Изменения когнитивного статуса у женщин в период постменопаузы при артериальной гипертензии // *Кардиология*. 2015. № 1. С. 33–36.
5. Недогода С. В., Стаценко М. Е. Возможности терапевта в коррекции когнитивных нарушений при артериальной гипертензии // *Фарматека*. 2010. № 10. С. 21–27.
6. Остроумова О. Д. Артериальная гипертензия и когнитивные нарушения: возможности коррекции // *Фарматека*. 2012. № 14. С. 28–33.
7. Смулевич А. Б., Волель Б. А., Терновая Е. С., Никитина Ю. М. Применение препарата пантогам (D-, L-гопантенная кислота) в терапии когнитивных и тревожных расстройств у пациентов с артериальной гипертензией // *Журн. неврологии и психиатрии*. 2015. № 12. С. 40–48.
8. Angelo Scuteri, Roberta Coluccia, Lorenzo Castello, Edoardo Nevola, Anna Maria Brancati. Left ventricular mass increase is associated with cognitive decline and dementia in the elderly independently of blood pressure // *European Heart Journal*. 2009. № 30. P. 1525–1529.
9. Giuseppe Zuccala, Graziano Onder, Emanuele Marzetti, Maria R. Lo Monaco, Matteo Cesari, Alberto Cocchi, Pierugo Carbonin and Roberto Bernabei for the GIFA Study Group. Use of angiotensin-converting enzyme inhibitors and variations in cognitive performance among patients with heart failure // *European Heart Journal*. 2005. № 26. P. 226–233.
10. Lena Kilander, Håkan Nyman, Merike Boberg, Lennart Hansson, Hans Lithell. Hypertension Is Related to Cognitive Impairment A 20-Year Follow-up of 999 Men // *Hypertension*. 1998. № 31. P. 780–786.
11. Progress Collaborative Group. Effects of blood pressure lowering with perindopril and indapamide therapy on dementia and cognitive decline in patients with cerebrovascular disease // *Arch Int Med*. 2003. № 163. P. 1069–1075.
12. PROGRESS Collaborative Group. Randomized trial of a perindopril-based blood-pressure-lowering regimen among 6105 individuals with previous stroke or transient ischaemic attack // *Lancet*. 2001. № 358. P. 1033–1041.
13. William B. White, Ravi Marfatia, Julia Schmidt, Dorothy B. Wakefield, Richard F. Kaplan, Richard W. Bohannon, Charles B. Hall, Charles R. Guttman. Intensive versus Standard Ambulatory Blood Pressure Lowering to Prevent Functional Decline In The Elderly (INFINITY) // *American Heart Journal*. 2009. Vol. 165 Issue 3. P. 258–265.

УДК 614.88(571.122):613.13(571.122):612.014.4

*Рагозина Э. Р., Рагозина О. В.  
Ragozina E. R., Ragozina O. V.*

### **ЦИРКАСЕПТАННЫЙ КОМПОНЕНТ ВРЕМЕННЫХ ВАРИАЦИЙ ВЫЗОВОВ СКОРОЙ ПОМОЩИ В г. ХАНТЫ-МАНСИЙСКЕ**

### **CIRCASEPTAN COMPONENT TIME VARIATIONS OF AMBULANCE CALLS IN THE KHANTY-MANSIYSK**

Цель работы – выявление циркасептанной ритмической активности в спектре ритмов вызовов скорой помощи в г. Ханты-Мансийске за период с 2001 по 2014 годы. Обращения в службу скорой медицинской помощи выкопировывались из базы данных вызовов за период с



2001 по 2014 годы в среднем за сутки, продолжительность временного ряда – 5 114 измерений. Для проверки гипотезы о наличии множества циклическостей применена программа, использующая вейвлет-анализ для определения ритмической структуры отдельных параметров и оценивающая синхронизацию и когерентность описываемых параметров. Результаты исследования не позволяют говорить об облигатном эндогенном циркасептанном ритме, но демонстрируют вставочную околонедельную активность, имеющую, скорее всего, социальную природу.

*Ключевые слова:* многолетние и внутригодовые ритмы, циркасептанная составляющая, вейвлет-анализ.

В системе естественных датчиков времени биологические ритмы человека выполняют функцию адаптации к внешним условиям [1]. Подстройка биоритмов человека к смене естественных датчиков времени осуществляется по закону резонанса, в этом случае ведущее место принадлежит элементам синфазности и когерентности колебаний [2–3]. Изменения объектов и их совокупностей проявляется по-разному, отличаясь скоростью процесса, его контрастом, амплитудами, ансамблями частот, уровнем шумов [4]. В условиях местности, приравненной к районам Крайнего Севера, к которым относится Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, существует совокупность факторов, определяющих климатогеографические и социально-бытовые особенности региона: преобладание холодного дискомфортного климата, отсутствие специфической для человека фотопериодичности, тяжелый аэродинамический режим, повышенная активность космических излучений, магнитного поля Земли и большая частота их апериодичных возмущений [5–10], в результате чего наблюдается значительная десинхронизация ритмов физиологических параметров у здоровых и больных людей, связанных с сезонами года, спонтанными инфекциями с социальными причинами и пандемиями вирусных инфекций.

Околонедельные ритмы, которые по существующей классификации носят название циркасептаных, характеризуют такие разнообразные проявления, как продукция гормонов, скорость метаболических процессов, смертность от инфекционных и неинфекционных заболеваний, отторжение трансплантированных органов, продолжительность ишемических эпизодов при стенокардии и т. д. [11–17]. Обнаружена когерентность пиков данных ритмов с компонентом вектора индукции межпланетарного магнитного поля, индексом геомагнитных возмущений и солнечной активностью [18–19]. По мнению G. Hildebrandt (1993) их периодичность не связана с календарной неделей, циклически повторяемой, и может наблюдаться в многочисленных адаптивных и компенсаторных процессах [20]. Результаты других исследователей говорят о переходе циркасептаных ритмов в циркадисептаные в экстремальной ситуации [21]. Исследования В. А. Черешнева, А. Г. Гамбурцева и А. В. Сигачева [22] свидетельствуют о присутствии недельного цикла во всех обработанных временных рядах вызовов скорой помощи с акцентом на социальный генезис этого цикла.

**Цель работы** – выявление циркасептанной (околонедельной) ритмической активности в спектре ритмов вызовов скорой помощи в г. Ханты-Мансийске за период с 2001 по 2014 гг.

**Объект и методы исследования.** Обращения в службу скорой медицинской помощи выкопировывались из базы данных вызовов за период с 2001 по 2014 гг. в среднем за сутки, продолжительность временного ряда – 5 114 измерений. Для проверки гипотезы о наличии множества циклическостей применена программа, использующая вейвлет-анализ для определения ритмической структуры отдельных параметров и оценивающая синхронизацию и когерентность описываемых параметров [23]. Вейвлет – это математическая функция, позволяющая анализировать различные частотные компоненты данных. Анализ сигналов производится в плоскости wavelet-коэффициентов (масштаб-время-уровень) (Scale-Time-Amplitude) [24–26]. По результатам вейвлетного преобразования можно судить о том, как меняется

спектральный состав рассматриваемого временного ряда [27]. Статистическая значимость ритмов оценивалась путем многократной (5 000) случайной перестановки уровней исходного временного ряда. Приведенная в статье  $p$  показывает долю случаев, когда энергия выделенной частотной составляющей в исходном ряду превышала соответствующую энергию в случайной перестановке.

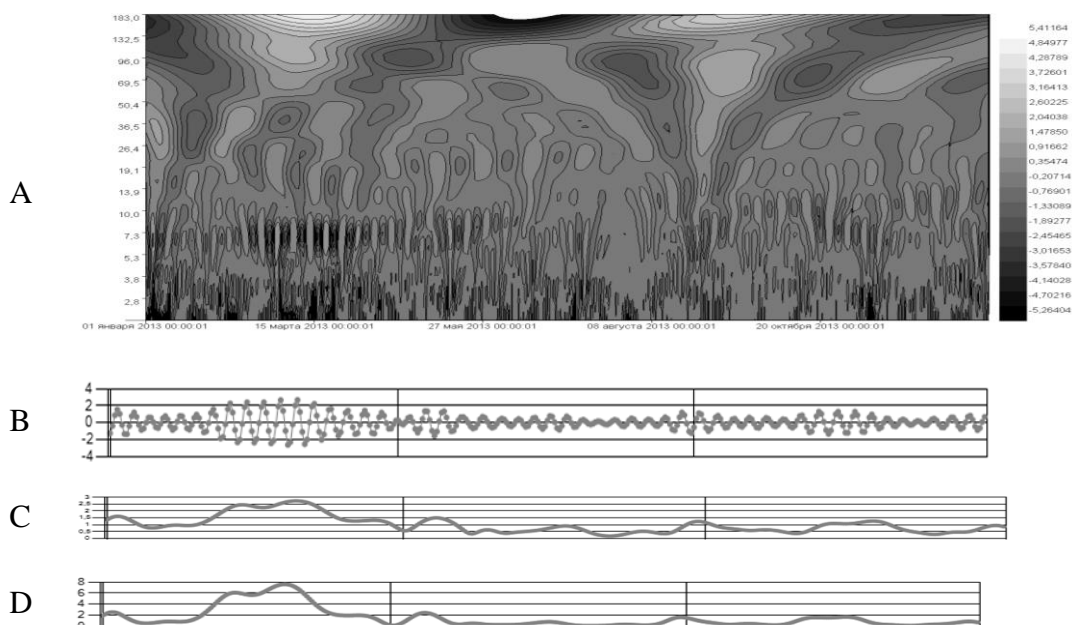
**Результаты исследования и обсуждение.** При вейвлет-анализе временных вариаций общего количества вызовов за период 2001 по 2014 гг. обнаруживаются следующие ритмы. Наиболее мощным (32,209 усл. ед.) является окологодовой ритм с периодом 338,6 суток/0,92 года ( $p = 0,001$ ). Следующим в спектре ритмов идет ритм с периодом, близким к двум годам (1 005,8 суток/2,75 г.), мощность – 10,730 усл. ед. ( $p = 0,001$ ), после этого следует значимый ( $p = 0,001$ ) ритм (1 873,5 суток/5,13 г.) с энергией 5,038 усл. ед. Внутригодовые колебания показывают ритмическую активность с периодами 6, 3 и 2 месяца: 181,8/3,827/0,019; 97,6/1,882/0,038; 61,2/2,102/0,045. Сочетание цифр обозначают период ритма/энергия/значимость. В спектре ритмов определяется незначимая ( $p = 0,476$ ) низкоэнергетическая (0,443 усл. ед.) ритмичность с периодом 6,9 суток. При обсчете годовых блоков (табл. 1) обнаруживается внутригодовая ритмическая картина с размахом периодов ритмов от 150,4 до 42,0 суток, причем в 2010 и 2012 гг. нет ни одного значимого ритма. Циркасеπτанная составляющая присутствует в спектре ритмов всех анализируемых годовых циклов, но значима только в 2013 г. (период – 7,2 суток/ энергия – 0,786/значимость – 0,048).

Таблица 1

**Внутригодовые ритмы обращений в службу «Скорая помощь»  
г. Ханты-Мансийска за период с 2001 по 2014 гг.**

Год	Период (сутки)	Энергия (усл. ед.)	$P$	Год	Период (сутки)	Энергия (усл. ед.)	$p$
2001	92,0	1,263	0,043	2008	56,3	1,746	0,002
2002	68,6	2,058	0,002	2009	83,4	6,308	0,001
	112,0	1,851	0,020		62,1	5,532	0,001
2003	112,0	3,075	0,001	2010	123,6	5,182	0,001
	75,6	2,080	0,001		-----	-----	----
2004	42,0	1,508	0,001	2011	136,3	3,952	0,001
	150,4	2,307	0,002		51,1	1,186	0,034
2005	62,1	1,879	0,003	2012	----	----	----
	68,6	1,623	0,041		2013	92,0	2,322
2006	83,4	1,545	0,006	7,2		0,786	0,048
2007	62,1	1,908	0,001	2014	92,0	2,634	0,001
	42,0	1,797	0,001		56,3	1,907	0,001
	123,6	1,089	0,042				

Для анализа достоверной циркусеπτанной составляющей в 2013 г. построена вейвлет-спектрограмма (А), реконструкция ритма (В), его амплитуда (С) и мощность (D) (рис. 1). Вариация количества вызовов в 2013 г. с периодом 7,2 суток не является постоянной в течение годового цикла, наблюдается аperiодическая ритмическая активность с максимумом мощности и амплитуды ритма в зимне-весенний период.



**Рис. 1.** Вейвлет-спектрограмма (А), реконструкция ритма (В), амплитуда (С) и мощность ритма (D) циркасептанной составляющей вызовов скорой помощи в г. Ханты-Мансийске в 2013 г.

Может быть, околонеделные ритмы имеют сезонную привязанность? Для проверки этого предположения построены реконструкции ритмов по всем анализируемым годам (табл. 2).

При оценке реконструированных ритмов не наблюдается закономерностей всплесков ритмической активности по мощности, количеству и расположению по временной оси.

**Заключение.** При изучении феноменологии ритмов вызовов скорой помощи, включающих соматическую патологию, психиатрию, акушерскую помощь и травматизм, наблюдаются многолетние устойчивые ритмы с периодами, близкими к одному, трём и пяти годам. Внутригодовая ритмическая картина характеризуется размахом периодов от 150,4 до 42,0 суток, причем в 2010 и 2012 гг. нет ни одного значимого ритма. Низкоамплитудная циркасептанная составляющая присутствует в спектре ритмов всех анализируемых годовых циклов (но значима только в 2013 г.) и не является постоянной в течение года. Наблюдается нерегулярная ритмическая активность с максимумом в зимне-весенний период. При межгодовой оценке не наблюдается закономерностей всплесков ритмической активности по мощности, количеству и расположению по временной оси.

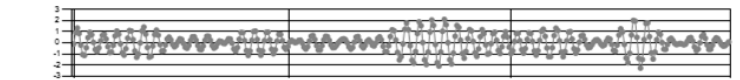


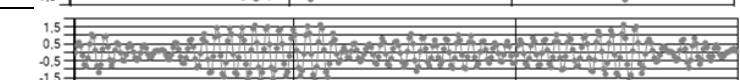
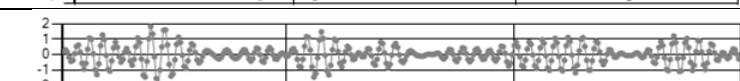


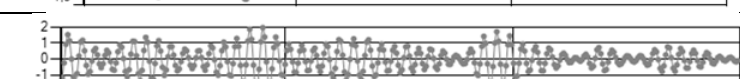
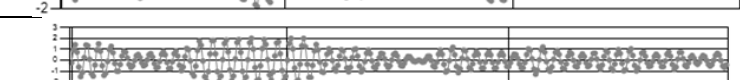
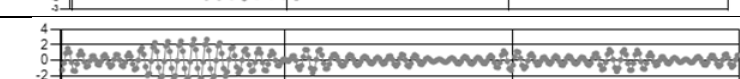

Результаты исследования не позволяют говорить об облигатном эндогенном циркасептанном ритме, но демонстрируют вставочную околонеделную активность, имеющую, скорее всего, социальную природу.

Таблица 2

**Реконструкция циркасептанной ритмической активности вызовов скорой помощи в г. Ханты-Мансийске за период с 2001 по 2014 гг.**

Год	Годовая динамика циркасептанного ритма (~ 7,2 суток)	Энергия (усл. ед.)	<i>p</i>
2001		0,706	0,089
2002		0,557	0,126
2003		0,580	0,415

Окончание табл. 2

Год	Годовая динамика циркасеptанного ритма (~ 7,2 суток)	Энергия (усл. ед.)	<i>p</i>
2004		0,611	0,220
2005		0,813	0,445
2006		0,531	0,808
2007		0,563	0,629
2008		0,350	0,603
2009		0,319	0,711
2010		0,478	0,783
2011		0,479	0,546
2012		0,700	0,441
2013		0,786	<b>0,048</b>
2014		0,673	0,214

### Литература

1. Агаджанян Н. А., Игнатъев Л. И., Радъш И. В. Влияние природно-климатических факторов на сезонные ритмы системы крови у жителей Кисловодска // Экология человека. 2007. № 3. С. 3–8.
2. Алексеев В. И. Анализ и прогнозирование циклических временных рядов с использованием вейвлетов и нейросетевых нечетких правил вывода // Вестн. Югор. гос. ун-та. 2013. Вып. 3 (30). С. 3–10.
3. Башкирева Т. В., Северин А. Е., Чибисов С. М., Башкирева А. В. Гендерные различия циркасеptанного ритма у спортсменов-парашютистов в экстремальных условиях // Современ. проблемы науки и образования. 2012. № 2. URL: [www.science-education.ru/102-5822](http://www.science-education.ru/102-5822) (дата обращения: 12.12.2015).
4. Бреус Т. К., Конрадов А. А. Эффекты ритмов солнечной активности. Атлас «Временные вариации природных антропогенных и социальных процессов» / под ред. Н. П. Лаверова. 2003. Т. 3. С. 516.
5. Бреус Т. К., Рапопорт С. И., Гамбурцев А. Г. Особенности спектрально-временной структуры количества вызовов скорой помощи в Москве по поводу различных заболеваний и уличных происшествий // Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 2. Циклическая динамика в природе и в обществе. М. : Науч. мир, 1998. С. 323–334.
6. Гамбурцев А. Г. Человек и три окружающие его среды. О готовящемся пятом томе атлас временных вариаций // Здоровье и образование в XXI веке. 2011. Т. 13. № 1. С. 54–55.

7. Губин Д. Г. Околонедельные (циркасептанные) ритмы в физиологии (обзор) // Успехи современ. естествознания. 2015. № 1 (8). С. 1268–1272. URL: [www.rae.ru/use/? section=content&op=show\\_article&article\\_id=10004218](http://www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=10004218) (дата обращения: 12.12.2015).
8. Дудин С. А. Инфрадианные ритмы в выездах бригад скорой медицинской помощи // Геофизич. процессы и биосфера. 2012. Т. 11. № 1. С. 56–68.
9. Дьяконов В. П. Вейвлеты. От теории к практике. М. : СОЛОН-Пресс, 2004. 440 с.
10. Малла С. Вэйвлеты в обработке сигналов. М. : Мир, 2005. 672 с.
11. Метеоданные для Ханты-Мансийского автономного округа. URL: [www.hmao-meteo.ru](http://www.hmao-meteo.ru).
12. Монин А. С., Вакуленко Н. В. О спектрах колебаний климата // Док. Акад. наук. 2001. Т. 378. № 6. С. 806–808.
13. Мусийчук Ю. И. Ломов О. П., Кудрявцев В. М. Проблемы регионального социально-гигиенического мониторинга состояния здоровья населения // Гигиена и санитария. 2007. № 4. С. 87–88.
14. Нагорнов О. В., Никитаев В. Г., Простокишин В. М. и др. Вейвлет-анализ в примерах : учеб. пособие. М. : НИЯУ МИФИ, 2010. 120 с.
15. Новокщенова И. Е. Некоторые социально-гигиенические аспекты современной соматической патологии человека на территории ХМАО – Югры // Науч. вестн. ХМГМИ. 2009. № 3–4. С. 28–30.
16. Обридко В. Н., Рагульская М. В. Влияние космической погоды на организм человека и данные медицинской статистики // Солнечная активность как фактор космической погоды : IX междунар. конф. Пулково, июль 2005. СПб., 2005. С. 25–26.
17. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации: общее резюме. М. : Росгидромет, 2008.
18. Рагозин О. Н., Бочкарев М. В., Косарев А. Н. и др. Программа исследования биологических ритмов методом вейвлет-анализа : свидетельство о гос. рег. программы для ЭВМ № 2014611398 : дата гос. рег. в Реестре программ для ЭВМ. 2014. 3 февр. г.
19. Рагульская М. В. Связь периодических процессов в организме человека, обусловленных ритмикой внешней среды, с вариациями магнитного поля Солнца // Биомед. технологии и радиоэлектроника. 2004. № 1–2. С. 1–6.
20. Сюткина Е. В. Яцык Г. В., Масалов А. В. и др. Созревание ритмической структуры показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений у новорожденных детей и вариации геомагнитного поля. Атлас «Временные вариации природных антропогенных и социальных процессов» / под ред. Н. П. Лаверова. 2003. Т. 3. С. 549.
21. Черешнев В. А., Гамбурцев А. Г., Сигачев А. В. Динамика вызовов скорой помощи Москвы (2006–2011 гг.) // Пространство и время. 2013. № 2. С. 219–227. URL: <http://elibrary.ru/download/77937753.pdf> (дата обращения: 17.01.14).
22. Чибисов С. М., Катинас Г. С. Циркадианные ритмы сердца до и после электрической кардиоверсии // Современ. наукоемкие технологии. 2008. № 6. С. 40–41.
23. Чибисов С. М., Катинас Г. С., Рагульская М. В. Биоритмы и космос: мониторинг космобиосферных связей. М., 2013. 442 с.
24. Cornelissen G., Halberg F., Breus T. Non-photoc solar associations of heart rate variability and myocardial infarction // J Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. 2002. Vol. 64. P. 707–720.
25. DeVecchi A., Halberg F., Sothern R. B., Cantaluppi A., Ponticelli C. Circaseptan rhythmic aspects of rejection in treated patients with kidney transplant // Walker C. A., Winget C. M., Soliman K. F. A. (Eds.) Chronopharmacology and Chronotherapeutics. Tallahassee, Florida : Florida A & M University Foundation, 1981. P. 339–353.
26. Halberg F., Cornélissen G., Wrbsky P. et al. About 3.5-day (circasemiseptan) and about 7-day (circaseptan) blood pressure features in human prematurity // Chronobiologia. 1994. V. 21. P. 146–151.
27. Hildebrandt G. Reactive modifications of the autonomous time structure of biological functions in man // Ann 1st Super Sanita. 1993. Vol. 29. № 4. P. 545–557.

УДК 340.6:614.25

**Столяров В. В., Тягунов Д. В., Усынин А. Ф., Новоселов А. С., Шаймухаметова И. Ф.  
Stolyarov V. V., Tyagunov D. V., Usynin A. F., Novoselov A. S., Shaimukhametova I. F.**

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКИХ ЭКСПЕРТИЗ ПО «ВРАЧЕБНЫМ ДЕЛАМ» В ГОРОДЕ СУРГУТЕ**

### **MANAGEMENT OF FORENSIC EXAMINATION ON "MEDICAL CASES" IN SURGUT**

В статье представлены основные проблемы производства судебно-медицинских экспертиз по материалам уголовных и гражданских дел, связанных с оценкой дефектов оказания медицинской помощи, а также характер разрешаемых вопросов.

*Ключевые слова:* судебно-медицинская экспертиза, врачебные дела, дефекты оказания медицинской помощи, претензии пациентов.

Проблема анализа качества оказания медицинской помощи и выявления дефектов в оказании медицинских услуг в настоящее время продолжает оставаться актуальной, т. к. нормативно-правовая база оценки неблагоприятных исходов оказания медицинской помощи находится на этапе формирования [5].

Экспертная интерпретация инцидентов с участием медицинских работников по поводу ненадлежащего выполнения ими профессиональных обязанностей представляет довольно сложную задачу ввиду того, что отсутствует комплексный подход к проведению различных видов экспертиз, единая общепринятая терминология в отношении наименований дефектов, существует различная трактовка экспертами идентичных действий медицинского персонала.

Значение судебно-медицинской экспертизы неблагоприятных исходов оказания медицинской помощи важно еще и потому, что в настоящее время имеются определенные сложности в правовой оценке тех или иных дефектов в медицинской практике, изложенных в экспертных заключениях [6].

При назначении судебно-медицинской комиссионной экспертизы по делам о дефектах, возникших при оказании медицинской помощи, органы следствия и суда нередко задают вопросы о степени тяжести вреда здоровью, причиненного в результате некачественного оказания медицинской помощи. Характер таких вопросов по своему содержанию встречается разный [3].

Вопросы могут носить прямолинейный характер, как например: «Какова степень тяжести вреда здоровью, причиненного дефектным лечением?». Встречаются вопросы и более сложного содержания. Например, «Причинен ли вред здоровью неправильными действиями и бездействием медицинских работников и какой степени тяжести?» или «Что было основной причиной в нанесении вреда здоровью: тяжесть заболевания или ошибки в диагностике и лечении?».

Таким образом, в экспертной практике, в частности при производстве комиссионных судебно-медицинских экспертиз по материалам дела о дефектах в медицинской деятельности, возникают достаточно сложные ситуации при ответе на указанные вопросы.

Нами была поставлена задача: провести изучение материалов экспертных заключений, связанных с неблагоприятными исходами оказания медицинской помощи, проводившихся в отделе особо сложных экспертиз в городе Сургуте КУ ХМАО – Югры «Бюро судебно-медицинской экспертизы» в течение одного года его работы.

В общей сложности в отделе за 2015 г. было произведено 66 экспертиз по делам о профессиональных правонарушениях медицинских работников, при этом доля подобных экспертиз составила 37 % от всего объема (178).

Доля назначения экспертиз правоохранительными органами ХМАО – Югры представлена в табл. 1.

Таблица 1

**Количественная характеристика экспертиз, выполненных для судебно-следственных органов ХМАО – Югры и других регионов РФ за 2015 г.**

Заказчики	Итого
Всего выполнено экспертиз	66
в том числе: для судебно-следственных органов ХМАО – Югры	58 (81,2 %)
для судебно-следственных органов (следственный комитет) других регионов	8 (18,8 %)

Чаще всего проводилась предварительная проверка медицинской деятельности 53,0 % (35 экспертиз), по уголовным делам экспертизы проводились в 39,4 % случаев (26 экспертиз). В целом удельный вес экспертиз, проводившихся по гражданским делам, составил 7,6 % (5 экспертиз).

Чаще всего расследованием таких случаев занимался следственный комитет 50 % (33 экспертизы).

Участковые уполномоченные МВД назначали проведение экспертиз в 10,6 % случаев (7 экспертиз); суд направлял определение в 7,6 % случаев (5 экспертиз); следственное управление МВД – в 31,8 % случаев (21 экспертиза).

В структуре подобных экспертиз преобладали первичные – 53; повторные имели место в 7 случаях, дополнительные – в 6.

Экспертизы, связанные с оказанием медицинской помощи и наступившим затем смертельным исходом, были проведены в 47 % случаев (31). Экспертизы по живым лицам были проведены в 53 % (35).

Уголовные дела были возбуждены по статьям УК: неоказание помощи больному (ст. 124 УК РФ), наступлении смерти по неосторожности вследствие ненадлежащего исполнения лицом своих профессиональных обязанностей (ч. 2 ст. 109 УК РФ), причинение тяжкого вреда здоровью по неосторожности, совершенного вследствие ненадлежащего исполнения лицом своих профессиональных обязанностей (ч. 2 ст. 118 УК РФ).

В ходе производства экспертиз устанавливалось наличие/отсутствие связи между дефектами оказания медицинской помощи и наступившими последствиями: в 83,4 % (55 случаев) связи установлено не было; в 12,1 % (8 случаев) установлено наличие прямой связи; в 4,5 % (3 случая) установлено наличие косвенной связи.

Вред здоровью в ходе производства указанных экспертиз комиссией установлен не был, так как отсутствовал данный вопрос. По собственной инициативе членов экспертной комиссии ни в одной экспертизе этот вопрос не решался.

Распределение экспертиз по характеру претензий в соответствии со специальностями оказалось следующим (табл. 2). В ряде случаев претензии предъявлялись к нескольким врачам, поэтому общее число здесь превышает общее количество проведенных экспертиз.

Изучением распределения дефектов по этапам оказания медицинской помощи установлено, что наибольшее количество отмеченных экспертными комиссиями дефектов было допущено на этапе оказания помощи в стационарах. Максимальное число дефектов было у акушеров-гинекологов, хирургов. В амбулаторно-поликлинических условиях ошибочные действия врачей были отмечены реже. Специалисты, которые наиболее часто допускали дефекты на данном этапе: терапевты, врачи скорой медицинской помощи, педиатры.

Таблица 2

**Перечень и частота врачебных специальностей, послуживших поводами  
назначения экспертиз**

Специальность	Количество экспертиз
врачи-акушеры-гинекологи	14
врачи-терапевты	8
врачи-хирурги	7
врачи-анестезиологи-реаниматологи	5
врачи-рентгенологи	5
врачи-онкологи	3
врачи-педиатры	3
врачи-фтизиатры	3
врачи-инфекционисты	3
врачи-неврологи	2
врачи-стоматологи	19

Из дефектов диагностики наиболее часто были отмечены недостаточное и несвоевременное функциональное обследование пациента, неправильная интерпретация клинических данных, несвоевременный диагноз, неправильная оценка результатов дополнительных исследований.

Из тактических дефектов наибольшее количество зафиксировано в виде неправильной оценки статуса и неправильного прогноза течения заболевания или патологического состояния.

Указанные дефекты явились следствием недостаточной организации дежурств, отсутствия преемственности при оказании медицинской помощи на догоспитальном и госпитальном этапах, недостатков ведения медицинской документации.

Сложной остается проблема о соблюдении отраслевых стандартов, нарушениях должностных инструкций и применении на практике методических рекомендаций. Следственные и судебные органы довольно часто ставили перед экспертной комиссией вопросы, касающиеся соблюдения врачами отраслевых стандартов, ведомственных инструкций и применения методических рекомендаций. По материалам комиссионных экспертиз в значительном числе случаев не соблюдались отраслевые стандарты и нарушались должностные инструкции, что может считаться серьезными недостатками медицинской деятельности. Однако в настоящее время в клинической медицине не по всем видам диагностики и лечения существуют инструкции, методические рекомендации, правила. Отсюда возникает проблема, проявляющаяся в невозможности экспертных комиссий отвечать на вопросы следствия и суда о нарушениях, связанных с их невыполнением.

Дефектами, которые способствовали наступлению смерти и привели к длительному расстройству здоровья, чаще были следующие: запоздалая диагностика, неадекватная терапия (как по объему, так и по составу вводимых препаратов), поздняя госпитализация больных, ранний перевод больных из отделения интенсивной терапии, а также недостаточный контроль и наблюдение за больными, приведшие к несвоевременному (запоздалому) оказанию медицинской помощи. Как правило, вышеперечисленные дефекты допускались у беременных с осложненным течением беременности и родов (поздние токсикозы беременности, преждевременная отслойка плаценты и т. д.), сочетание беременности и других заболеваний. К длительному расстройству здоровья в основном приводили дефекты оперативных вмешательств и манипуляций, в результате которых повреждались органы: матка, яичники (например, при производстве кесарева сечения).

В подавляющем большинстве случаев – 72,7 % (48) в состав экспертной комиссии привлекался 1 врач клиницист; в 12,1 % (8) – 2 врача клинициста; в 15,2 % случаев (10) экспертизы проводились без врача клинициста, как правило, это дополнительные судебно-медицинские экспертизы.



Существенным условием, способствующим повышению доказательной ценности экспертиз, является тот факт, что при формулировке выводов членами судебно-медицинских экспертных комиссий за основу берутся положения приказов Министерства здравоохранения, медицинские стандарты диагностики и лечения заболеваний, нормативные акты и законы. Кроме того, повышению достоверности экспертиз способствует включение в текст выводов ссылок на литературные данные из опубликованных случаев медицинской практики или научных исследований о встречаемости, особенностях диагностики, течения, исходах заболеваний, патологических процессов.

В специальной судебно-медицинской литературе в последнее время появились публикации, касающиеся стандартизации терминов и понятий, фигурирующих в выводах как оценочные критерии определения качества оказания медицинской помощи [4].

Конкретизация и четкость толкования терминов и понятий в выводах комиссионной экспертизы дает возможность более объективно оценить различные дефекты, нарушения, недочеты и погрешности в процессе оказания медицинской помощи.

Особые сложности возникают при оценке экспертного заключения работниками следствия и суда. Нередко они попадают в весьма затруднительное положение при толковании конкретного названия того или иного дефекта медицинской деятельности, установленного экспертизой.

Поэтому нами проанализирована терминология, встречающаяся в выводах комиссионных экспертиз, и предпринята попытка объективного толкования терминов в соответствии с толковыми словарями русского языка.

Понятие «дефект» – недостаток, изъян, недочет. Значит, дефект оказания медицинской помощи может трактоваться как недостаток, изъян, недочет при различных методах и способах оказания медицинской помощи. Это недостатки, недочеты диагностического, тактического и лечебного характера, недостатки, изъяны, недочеты в диагностике заболевания (не использование всех необходимых диагностических методов и приемов), при хирургическом вмешательстве, в тактике ведения больного и др.

Понятие «недостатки» включает в себя понятие «дефект», несовершенство, неправильность в чем-либо.

Понятие «погрешность» – это ошибка, неправильность, неточность, промах. Технические погрешности при производстве медицинских манипуляций или оперативных вмешательств означают неправильные, неточные и ошибочные действия медицинских работников.

Понятие «нарушения» – это неполадки, изменения в каком-либо устройстве, органе и т. п., мешающие нормальному функционированию, прекращение нормального хода, развития, состояния чего-нибудь. Нарушения встречаются в технике производства операции, при составлении медицинской документации в виде невнесения необходимых записей в медицинскую карту и др.

Понятие «некачественность» означает несоответствующее по качеству существующим требованиям, снижающее особенности, свойства явления или предмета. Некачественное проведение операции означает, что при оперативном вмешательстве выполнены не все необходимые требования как по технике исполнения, так и по предупреждению осложнений.

Понятие «неполноценность» – это необладание всеми необходимыми качествами, несоответствие существующим нормам, требованиям. Указанное понятие весьма близко по своему смыслу понятию «некачественность». Например, неполноценное лечение, неполноценный уход за больным.

Понятие «недооценка» – это свойство недостаточной оценки кого-либо, чего-либо, ошибочное мнение об уровне и значении чего-нибудь. Например, недооценка анамнестических данных, состояния больного, наследственных признаков.

Понятия «неосторожность», «неосторожные действия» – действия, выполненные невнимательно, без должного внимания, без старания, опрометчиво, не предусматривая возможную опасность. Ближе к этому понятию стоит понятие «небрежность» – то есть, меди-

цинские манипуляции, выполненные пренебрежительно, неряшливо, без должного внимания, без чувства обязанности.

Нам представляется, что, не зная общепринятой однозначной трактовки указанных терминов и понятий, сложно представить объективную и субъективную сторону такого явления, как дефекты оказания медицинской помощи на всех ее этапах. Это означает, что представители следственных органов и суда могут по-разному истолковывать их.

Таким образом, в расследовании дел о неблагоприятных исходах оказания медицинской помощи чрезвычайно важно взаимодействие правоохранительных органов и экспертных служб в деле объективной юридической квалификации дефектов. Конкретность толкования терминов и понятий, представленных в выводах экспертных комиссий, расширяет возможности для следствия и суда более объективно и конкретно оценивать те или иные негативные действия или бездействия медицинского персонала.

В соответствии с УПК РФ «эксперт – лицо, обладающее специальными знаниями ... и назначенное для производства судебной экспертизы и дачи заключения» [4, ст. 57].

Врачи-клиницисты, являющиеся членами экспертной комиссии как лица, обладающие специальными знаниями, по смыслу указанной статьи являются экспертами. В ст. 57 также сказано о пределах компетенции: «эксперт вправе ... давать заключение в пределах своей компетенции...» [4].

Таким образом, судебно-медицинский эксперт – это лицо, обладающее специальными знаниями в области судебно-медицинской экспертизы, а врач-клиницист – лицо, обладающее специальными знаниями в соответствующей клинической медицинской науке.

Согласно определению «компетентность – это обладание основательными знаниями, в какой-либо области». Значит, компетентность председателя и членов комиссии будет очерчена границами судебной медицины, клинической медицинской науки и клинической практики.

Если эксперты, излагая в своем заключении ответы на вопросы следствия или суда, выходят за пределы своих профессиональных знаний, то есть отвечают на вопросы немедицинского содержания, то их заключение теряет доказательную силу. Это объясняется тем, что подобное доказательство получено с нарушением требований УПК РФ (ст. 57) и является, таким образом, недопустимым.

Недопустимые доказательства по существу закона не имеют юридической силы и не могут быть положены в основу обвинения, а также использоваться для доказывания любого события.

Поэтому члены экспертной комиссии не могут и не решают вопросы о наличии/отсутствии вины конкретного медицинского работника, так как это является прерогативой суда.

То же самое касается и понятия «ответственность», которое так же, на наш взгляд, не может оцениваться экспертами, так как нет и не может быть медицинских критериев, характеризующих это понятие. В Большом толковом словаре русского языка понятие «ответственность» трактуется, как необходимость давать отчет в своих действиях, поступках, обязанность отвечать за их возможные последствия.

Таким образом, в ряде случаев под понятием «ответственность» подразумевается понятие «обязанность», включающее в себя исполнение должностных инструкций, приказов и др.

Из сказанного следует заключить, что при формулировании выводов члены экспертной комиссии в пределах профессиональной компетенции отвечают только на вопросы медицинского характера и не отвечают на вопросы немедицинского характера, иногда задаваемые следствием и судом.

Таким образом, анализ и накопление информации о наиболее часто встречающихся случаях возникновения претензий к медицинским работникам, о причинах и последствиях неблагоприятных исходов будет способствовать унификации, полноте экспертных заключений, разработке критериев оценки действий медицинских работников и правильной их юридической оценке.

Выявление объективных факторов (тяжесть травмы или заболевания, неясная клиническая картина течения заболевания или травмы, хронические инфекции, редкость заболевания, кратковременность пребывания пациента в лечебном учреждении) и субъективных препятствий оказанию медицинской помощи (агравация, отказ от лечения, тяжелая фоновая патология) с последующей их экспертной оценкой имеет большое значение при квалификации судом действий медицинских работников.

### **Литература**

1. Большой толковый словарь русского языка / гл. ред. С. А. Кузнецов ; 1-е изд. СПб. : Норинт, 1998.
2. Порядок проведения судебно-медицинской экспертизы и установления причинно-следственных связей по факту неоказания или ненадлежащего оказания медицинской помощи: методические рекомендации / А. В. Ковалев. М. : РЦСМЭ, 2015. 26 с.
3. Об утверждении порядка организации и производства судебно-медицинских экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях Российской Федерации : приказ МЗиСР РФ от 12.05.2010. № 346н.
4. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от : федер. закон 18.12.2001 № 174-ФЗ (ред. от 06.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2016).
5. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации : федер. закон от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ (ред. от 13.07.2015).
6. О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации : федер. закон от 31.05.2001 г. № 73-ФЗ.

УДК 612.11:616-07(571.122-21Сургут)

*Саляева Л. А., Гуз Д. Г., Шалабодов А. Д.  
Salyaeva L. A., Guz D. G., Shalabodov A. D.*

### **НЕКОТОРЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ЖИТЕЛЕЙ г. СУРГУТА**

### **SOME DIAGNOSTIC PARAMETERS OF SURGUT INHABITANTS BLOOD**

В статье представлены результаты иммунно-ферментного анализа крови жителей г. Сургута, применяющийся для ранней диагностики патологических процессов в организме человека.

*Ключевые слова: иммунно-ферментный анализ крови, г. Сургут, диагностика.*

Для ранней диагностики патологических процессов в организме человека используются информативные тесты лабораторной диагностики, одним из которых является иммунно-ферментный анализ.

В 2015 г. с использованием данного метода было проведено обследование жителей г. Сургута, обратившихся с жалобами на здоровье в Сургутскую городскую клиническую поликлинику № 3 (табл. 1). В результате обследования жителей г. Сургута был выявлен гепатит В в 173 (3,2 %) случаях, из них беременных – 15, детей – 0, взрослых – 141. Гепатит С был отмечен в 1 116 (16,8 %) случаях, из них беременных женщин – 70, детей – 1, взрослых – 1 045. В сравнении с 2014 г. в 2015 г. отмечено увеличение количества выявленных гепатитов С в группе беременных женщин и детей и снижение количества выявленных гепатитов В во всех группах пациентов.

Таблица 1

Результаты ИФА-диагностики жителей г. Сургута

Наименование исследования		Гепатит В (ИФА)			Гепатит С (ИФА)		
		общее кол-во	патология	% патологии	общее кол-во	патология	% патологии
Всего исследований	2013	4 826	42	0,9	4 998	164	3,3
	2014	3 316	156	4,7	3 316	442	13,3
	2015	5 446	173	3,2	6 643	1 116	16,8
Беременные	2013	982	17	1,7	984	56	5,7
	2014	1 180	37	3,1	1 179	64	5,4
	2015	1 041	15	1,4	1 041	70	6,7
Дети	2013	275	2	0,7	274	3	1,1
	2014	227	1	0,4	227	3	1,3
	2015	153	0	0	153	1	1,7
Прочие взрослые	2013	3 569	23	0,6	3 740	105	2,8
	2014	1 909	118	6,2	1 910	375	19,0
	2015	4 252	141	3,3	5 449	1 045	19,2

В современной медицине для ранней диагностики рака большое значение имеют тесты на выявление опухолевых маркеров путем многоэтапного скринингового обследования пациентов групп высокого риска с определенной симптоматикой, т. е. групп с более высокой частотой данного заболевания с целью установления факторов риска, способствующих возникновению онкологических заболеваний. Повышенная концентрация двух или более онкомаркеров в сыворотке крови пациента с большой вероятностью свидетельствует о наличии онкологического заболевания. Как правило, определяют такие онкомаркеры как СА-15-3 (муциноподобный гликопротеин), СА-19-9 (неспецифический онкомаркер), СА-242, альфа-фетопротеин (АФП), карциноэмбриональный антиген (РЭА), ХГЧ (хорионический гонадотропин человека). Наиболее востребованы определения онкомаркера яичников (СА-125) и простат-специфического антигена (ПСА). По сравнению с 2014 г. в 2015 г. в нашей поликлинике общее количество исследований на онкомаркеры по этим показателям увеличилось на 51 % (табл. 2).

Таблица 2

Результаты исследований на выявление онкомаркеров в сыворотке крови жителей г. Сургута

Наименование	2013 год		2014 год		2015 год		Динамика %: общ. кол./пат.
	Кол-во исследований	Положительный результат	Кол-во исследований	Положительный результат	Кол-во исследований	Положительный результат	
PSA	2 367	257 (10,9 %)	2 462	203 (8,2 %)	2 786	275 (9,9 %)	+18/-9,2
СА-125	2427	56 (2,3 %)	3 277	119 (3,6 %)	4 235	154 (3,6 %)	+74/+57
СА-19-9	58	3 (5,2 %)	71	3 (4,2 %)	128	20 (1,6 %)	+22/-20
СА-15-3	23	0	44	0	57	0	+30/0
СА-242	33	2 (6,1 %)	31	2 (6,5 %)	61	7 (11,5 %)	+в 2 раза/+в 2 раза
ХГЧ	–	–	5	0	7	2 (28,6 %)	+40/+

Окончание табл. 2

Наименование	2013 год		2014 год		2015 год		Динамика %: общ. кол./пат.
	Кол-во исследований	Положительный результат	Кол-во исследований	Положительный результат	Кол-во исследований	Положительный результат	
РЭА	–	–	5	0	48	11 (22,9 %)	+в 10 раз/+
АФП	–	–	5	0	88	12 (13,6 %)	+в 18 раз/+
<b>Всего</b>	<b>4 145</b>	<b>161</b>	<b>4 908</b>	<b>318</b>	<b>7 410</b>	<b>481</b>	<b>+51/+51</b>

Было обнаружено, что повышенный уровень общего ПСА в сыворотке крови встречается в 275 случаях, что соответствует 9,9 % от общего количества обследованных. В сравнении с показателями 2013 г. количество положительных результатов общего ПСА снизилось на 9,2 %, а количество положительных результатов СА-125 увеличилось на 57 %. Кроме того, снизилось количество положительных результатов СА-19-9 на 20 %. В 2015 г. количество положительных результатов онкомаркеров – СА-242, ХГЧ, РЭА, АФП значительно увеличилось.

УДК 613.2-053.5(571.122)

*Ткачева С. В.*  
*Tkacheva S. V.*

## АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ШКОЛЬНИКАМИ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

### CONSUMPTION FREQUENCY ANALYSIS OF FOODSTUFFS BY SCHOOLCHILDREN OF KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG-UGRA

В статье проанализирована частота употребления продуктов 119 школьников (11–17 лет), проживающих в ХМАО. Установлено, что в пищевых рационах школьников некоренного населения в большем количестве представлены свежие фрукты, овощи, соки и кисломолочные продукты. Однако чаще встречаются продукты с высоким гликемическим индексом и насыщенными жирами. В пищевых рационах ханты с большей частотой представлены мясо и мясопродукты, рыба и крупы, кроме того, очень редко встречается употребление вредных продуктов питания, а также значительно более редко потребление продуктов с высоким гликемическим индексом. У школьников пришлое население ХМАО частое употребление продуктов с высоким гликемическим индексом, богатой насыщенными жирами может служить нутрициологическим предиктором развития заболеваний сердечно-сосудистой системы, сахарного диабета, ожирения и пр.

*Ключевые слова:* продукты питания, школьники, некоренное население Севера, ханты.

Питание является определяющим фактором в обеспечении здоровья человека, его трудоспособности и адаптации к внешней среде, в том числе к экстремальным климатическим условиям. В комплексной системе мероприятий, направленных на повышение устойчивости организма к воздействию экстремальных климатических факторов, действующих в районах Севера, ведущая роль принадлежит организации полноценного питания населения [3]. По данным официальной статистики за последние 15 лет распространенность неинфекционных заболеваний, которые в значительной степени связаны с нарушениями питания, увеличилась в целом по России в 1,5–2 раза, а в федеральных округах – в 1,7–2,5 раза [1].

Особенно важно оптимальное питание для подрастающего поколения. Одним из главных условий формирования здоровья подрастающего поколения является адекватное, сбалансированное питание, обеспечивающее оптимальный рост и развитие [2]. Питание детей в школе – одна из важнейших проблем, определяющих их здоровье. Именно изменения здоровья школьников, в последнее время часто носящие негативный характер, вызывают наибольшие опасения. Это, прежде всего, рост числа хронических заболеваний, психических отклонений и пограничных состояний, нарушения физического развития. Так, у 2/3 детей к 14 годам развивается различная хроническая патология, из-за этого до 80 % выпускников школ ограничены в выборе профессии. По данным Центральной военно-врачебной комиссии Минобороны России ежегодно от военной службы по состоянию здоровья из-за недостаточного питания освобождаются более 90 тысяч 17-летних юношей. Нарушения питания у детской группы населения являются одной из причин высокой частоты заболеваемости ЖКТ, занимающих первое место (10–12 %) в структуре заболеваемости у школьников, а также в возникновении анемии и болезней обмена веществ, распространенность которых значительно увеличилась за последние годы (у 10–15 % детей школьного возраста).

Одновременно в мире около 177 млн детей угрожают заболевания, связанные с ожирением. Как предсказывают эксперты ВОЗ, к 2025 г. 2,3 млрд детей старше 15 лет будут испытывать проблемы, связанные с лишней массой тела. Согласно этим же прогнозам в ближайшие 20 лет удвоится количество смертных случаев, связанных с ожирением. Британское агентство по продовольственным стандартам предупреждает, что плохое питание и недостаток физической нагрузки могут привести к сокращению ожидаемой продолжительности жизни сегодняшней молодежи [4].

Особенно важно оптимальное питание для подрастающего поколения. Пищевой статус складывается из баланса между поступлением в организм пищевых веществ, процессами ассимиляции и потерей (экскрецией) части пищевых субстратов, метаболитов и энергии. Усвояемость пищевых веществ во многом зависит от состава рациона, состояния пищеварительной функции, пищевого статуса и других факторов. Статус питания (фактическое питание, структура питания, расчетное питание) определяется расчетными методами исходя из оценки количества потребленной пищи и её химического состава.

**Цель исследования** – оценка частоты потребления различных продуктов питания школьниками Ханты-Мансийского автономного округа в зависимости от этнической принадлежности.

**Материалы и методы.** Проведено обследование 119 школьников, проживающих на территории Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО): городах Ханты-Мансийск и Сургут, в деревне Русскинская и поселке Лямино. Из обследованных 119 школьников 54 (45,4 %) – некоренной национальности и 65 (54,6 %) – ханты. Гендерный состав: мальчики – 55 (46,2 %), девочки – 64 (53,8 %). Из всех мальчиков пришлого населения Севера обследовано 24 (43,6 %), а аборигенов ХМАО – 31 (57,4 %). Обследовано девочек пришлого населения Севера 30 (46,9 %), а девочек ханты – 34 (53,1 %). Средний возраст составил  $14,8 \pm 0,9$  лет. Все школьники ханты являлись учащимися школ-интернатов Сургутского района и в течение учебного года проживали в школах-интернатах, а во время каникул они возвращались домой в таёжные поселения.

В соответствии со ст. 30–34, 61 «Основ законодательства РФ об охране здоровья граждан» от 22.07. 1993 г. № 5487-1, ст.18, 20–22, 28, 41 Конституции Российской Федерации все обследуемые пациенты и их родители давали информационное добровольное согласие на выполнение диагностических исследований, а в соответствии с требованиями ст. 9 Федерального закона от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» – на обработку персональных данных.

С целью оценки фактических рационов питания использовали метод ретроградной регистрации с оценкой самим испытуемым количества пищи, потребленной в течение 3 суток (с обязательным включением одного выходного дня в группе школьников некоренного насе-

ления Севера и одного дня пребывания в родовых лесных поселениях в группе учащихся-аборигенов Югры). В анкете каждый обследуемый записывал, какие пищевые продукты он употреблял, оценивал ее количество в стандартных мерах веса или объема. Отмечалась периодичность употребления пищи, подробно описывался состав блюд и способ термической обработки.

Для анализа частоты потребления различных продуктов детьми и подростками с различной массой тела нами условно было принято деление потребленных продуктов на порции [5, с. 138].

Одна порция это:

- 1 яблоко, 1 апельсин, 1 персик, 1 банан, 1 груша, 2 мандарина, 2 киви, 200,0 г фруктов;
- 1 стакан фруктового или овощного сока;
- 1 стакан кисломолочного продукта, 1 упаковка йогурта;
- 1 стакан сладкого газированного напитка («Фанта», «Кока-кола», «Спрайт», лимонад);
- 50 г шоколада или шоколадного батончика («Сникерс», «Марс», «Натс» и др.);
- 100 г торта (1 пирожное, 1 кекс, 2 пряника, 100 г печенья);
- 1 пирожок (1 булочка, 100 г блинов, 100 г пиццы);
- 1 тарелка нарезанного салата из свежих овощей;
- 1 порция гарнира из тушеных или жареных овощей;
- 1 порция гарнира из круп (рис, гречка, перловка);
- 1 порция гарнира из макаронных изделий (вермишель, макароны, спагетти и др.);
- 1 порция тушеного мяса (печени), 1 котлета, 1 отбивная, 1 кусочек рыбы или курицы;
- 1 сарделька, 1 шпикачка, 2 сосиски, 100 г колбасы;
- 50 г чипсов (кириешек, попкорна), 100 г мороженого, варенье – 5 чайных ложек.

При анализе результатов исследования (см. таблицу) обращает на себя внимание тот факт, что дети и подростки некоренного населения Севера чаще своих ровесников ханты употребляли в пищу свежие овощные салаты (в 2,5 раза), фрукты (в 3,3 раза), соки (в 1,6 раз), кисломолочные продукты (в 3,1 раза) и йогурты (в 4,5 раза).

В то же время школьники аборигенного населения Югры чаще своих сверстников из числа пришлого населения употребляли в пищу мясо и мясопродукты (в 1,2 раза), рыбу (в 1,7 раза). Однако потребление морской рыбы (в 1,7 раз) и куриного мяса (в 2,18 раз) оказалось выше в группе учащихся некоренного населения ХМАО (табл. 1).

Таблица 1

**Частота потребления продуктов школьниками  
Ханты-Мансийского автономного округа**

Исследуемые продукты	Школьники северного региона (n = 119)	
	некоренное население (n = 54)	ханты (n = 65)
свежие овощи	69/1,28	34/0,52
фрукты	125/2,31	38/0,70
соки фруктовые и овощные	46/0,89	36/0,55
кисломолочные продукты	30/0,56	12/0,18
йогурт	27/0,50	7/0,11
мясо и мясопродукты	106/1,96	156/2,40
курица	33/0,61	18/0,28
рыба	46/0,85	96/1,47
- в том числе морская рыба	18/0,33	12/0,18
- в том числе жареная рыба	18/0,33	–
колбасные изделия (сосиски, сардельки, шпикачки, колбаса)	42/0,78	10/0,15
овощные гарниры	78/1,46	39/0,60
- в том числе жареный картофель	19/0,35	–

Окончание табл. 1

Исследуемые продукты	Школьники северного региона (n = 119)	
	некоренное население (n = 54)	ханты (n = 65)
макаронные изделия	36/0,67	31/0,48
крупы: рис, греча, перловка	49/0,91	81/1,25
сладкие газированные напитки	12/0,22	3/0,05
чипсы, кириешки, попкорн	8/0,15	4/0,06
торты, пирожные, кексы, печенье, пряники	53/0,98	38/0,58
пирожки, булочки, блины, пицца	38/0,70	28/0,43
варенье	5/0,09	–
шоколад темный	23/0,43	–
шоколадные батончики («Сникерс», «Марс», «Натс»)	25/0,46	12/0,18
мороженое	6/0,11	–

Примечание: порция/кол-во порций на 1 человека за 3 дня.

Важно отметить, что в пищевых рационах школьников ханты вообще не встречалось указание на жарку как способ кулинарной обработки рыбы, в то время как среди школьников пришлого населения Севера жарка рыбы встречалась нередко.

В качестве гарниров дети и подростки пришлого населения ХМАО в 2,4 раза чаще употребляли овощные гарниры, в том числе жареный картофель, который отсутствовал в пищевых рационах учащихся ханты.

Почти в 1,5 раза чаще макаронные изделия предпочитали дети и подростки некоренного населения ХМАО, а их сверстники ханты – крупы (в 1,37 раза чаще). Важно подчеркнуть, что сладкие газированные напитки в 4,4 раза, чипсы, кириешки и попкорн в 2,5 раза, торты и пирожные в 1,7 раз, пирожки, булочки и пр. более чем в 1,6 раз чаще употреблялись школьниками из числа пришлого населения ХМАО, сравнительно с группой учащихся ханты (табл. 1), а темный шоколад, варенье и мороженое вообще отсутствовали в суточных рационах аборигенов Севера. Различия в потреблении шоколадных батончиков между группами обследованных лиц примерно в 2,55 раза в пользу детей и подростков пришлого населения Югры.

Итак, в суточных рационах питания школьников некоренного населения Севера в большем количестве представлены продукты богатые углеводами, витаминами, микроэлементами и пищевыми волокнами (свежие фрукты, овощи, соки) и кисломолочные продукты. В то же время в рационах питания этой группы школьников чаще встречаются продукты с высоким гликемическим индексом (макаронные изделия, сладкие газированные напитки, выпечка, варенье, шоколадные батончики, мороженое, попкорн), продукты питания, богатые явными (жареная рыба, жареный картофель) и скрытыми (колбасные изделия) насыщенными жирами.

В фактических рационах питания школьников ханты с большей частотой представлены мясо и мясопродукты, рыба и крупы (рис, гречка, перловка). Кроме того, в пищевых рационах школьников аборигенного населения Югры очень редко встречается употребление вредных продуктов питания (сладкие газированные напитки, чипсы, кириешки), а также значительно более редко потребление продуктов с высоким гликемическим индексом и отсутствие вредного способа обработки пищи – жарки.

Исследованиями специалистов ВОЗ показана взаимосвязь пищевых рационов с возникновением ряда заболеваний, в частности, сердечно-сосудистой системы, пищеварительной, эндокринной систем. Нарушения в структуре питания стали одним из ведущих факторов развития и хронизации большинства неинфекционных заболеваний. Длительное нарушение биологических законов питания приводит к различным изменениям метаболизма в клетках, что приводит к алиментарным заболеваниям. Проведенный нами анализ пищевых



рационов школьников некоренного населения Югры полностью подтверждают исследования специалистов ВОЗ: частое употребление продуктов с высоким гликемическим индексом, богатой насыщенными жирами, может служить нутрициологическим предиктором развития заболеваний сердечно-сосудистой системы, сахарного диабета, ожирения и пр.

### Литература

1. Батурич А. К., Мартинчик А. Н., Сафронова А. М. Региональные особенности питания населения России // Вопросы диетологии. 2011. Т. 1. № 2. С. 17.
2. Конь И. Я. Педиатрическая диетология: основные направления и достижения // Рус. мед. журн. 2013. № 21 (25). С. 1209–1216.
3. Мартинчик А. Н., Асауленко В. И., Батурич Е. В., Байгарин Е. К. Оценка фактического питания коренного и пришлого населения Ямало-Ненецкого автономного округа // Вопросы питания. 2010. Т. 79. № 3. С. 55–60.
4. Онищенко Г. Г. Задачи и стратегии школьного питания в современных условиях // Вопросы питания. 2009. Т. 78. № 1. С. 16–21.
5. Спиричев В. Б. Что могут и чего не могут витамины. М. : Милош, 2003. 300 с.

УДК 612.741.1.014.43.08:004

*Томчук А. Г., Берестин Д. К., Стрельцова Т. В., Черников Н. А., Пахомов А. А.*  
*Tomchuk A. G., Berestin D. K., Streltsova T. V., Chernikov N. A., Pakhomov A. A.*

### КВАЗИАТТРАКТОРЫ ПАРАМЕТРОВ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МЫШЦ ПРИ ХОЛОДОВОМ СТРЕССЕ

### QUASI-ATTRACTOR PARAMETERS OF MUSCLES BIOELECTRIC ACTIVITY DURING COLD STRESS

В работе показана практическая возможность применения метода многомерных фазовых пространств как количественной меры для оценки хаотической динамики на примере работы мышц (сгибателя мизинца). При изучении и моделировании сложных биологических объектов (complexity) возникает возможность внедрения традиционных физических методов в биологические исследования и новых методов на базе теории хаоса-самоорганизации. В конечном итоге анализ состояния биомеханической системы производился на основе сравнения объема  $V_G$  квазиаттрактора. Показано изменение объемов квазиаттракторов  $V_G$  при различном статистическом усилии до и после холодного стресса.

*Ключевые слова: миограмма, квазиаттрактор, фазовое пространство состояний.*

**Введение.** Изучение биопотенциалов мышц, как и любой сложной биологической динамической системы (БДС), к которым относится и организм человека, очень сложно поддаются изучению и моделированию [8]. Внедрение традиционных физических моделей в подобные биологические исследования возможно только на основе принципа неопределенности Гейзенберга и новых методов теории хаоса-самоорганизации (ТХС) [5–7]. В нашей работе мы делаем попытку такого сравнения на основе метода анализа многомерных фазовых пространств в рамках разрабатываемой сейчас ТХС для изучения особенностей реакции электромиограмм (ЭМГ) в ответ на различную статическую нагрузку до и после холодного стресса.

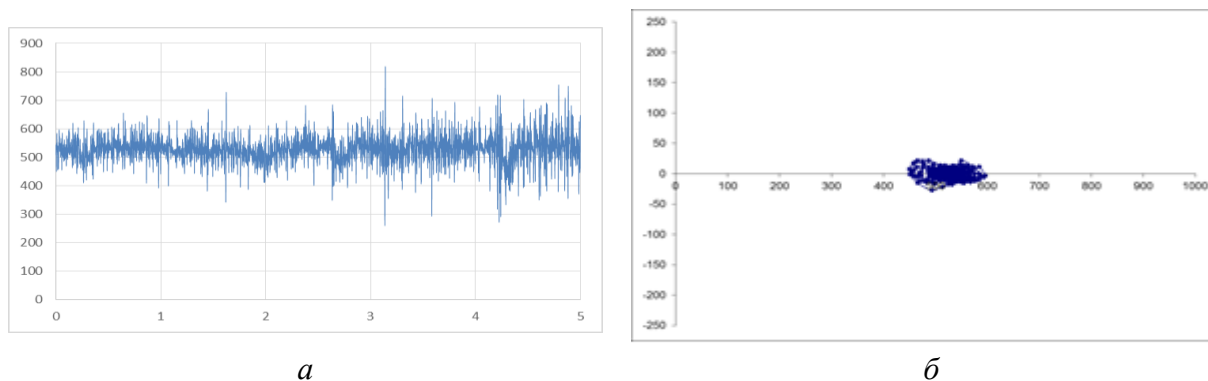
При этом вместо традиционного понимания стационарных режимов биосистем в виде  $dx/dt = 0$ , где  $x = x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  является вектором состояния системы (ВСС), мы используем расчет параметров квазиаттракторов (КА), внутри которых наблюдается движение  $x(t)$  в фазовом пространстве состояний (ФПС). Эти движения имеют хаотический характер, т. е. постоянно  $dx/dt \neq 0$ , но при этом движение ВСС ограничено в ФПС объемом такого квазиаттрактора [2–4]. Для целей расчёта параметров квазиаттракторов обычно мы используем координаты  $x_1 = x_1(t)$  – реальной переменной (у нас это биопотенциалы мышц (БПМ)) и  $x_2 = dx_1/dt$  – скорость изменения фазовой координаты  $x_1$  [1].

**Объект и методы исследования.** В данной работе не изучались гендерные различия, т. к. параметры миограмм женщин и мужчин хоть и отличаются, но все-таки зависят от физиологического состояния организма испытуемых. К данному исследованию была привлечена группа испытуемых мужчин в возрасте от 21 до 27 лет, число испытуемых 18 человек. У испытуемых регистрировались миограммы с частотой дискретизации  $\tau = 0,25$  мс, время записи  $t = 5$  сек., для каждого испытуемого регистрировалась электромиограмма (ЭМГ) при слабом статическом напряжении мышцы  $F_1 = 5$  даН и при сильном напряжении  $F_2 = 15$  даН с помощью квантования сигнала в виде файла значений  $x_1$ , где  $x_1$  – это величина биосигнала *musculus adductor digiti mini* (мышца мизинца). Для каждого статического напряжения производилась запись 15 ЭМГ подряд, таким образом получалась 15 различных выборок. Между каждым экспериментом (изменение статического напряжения) испытуемым давалось время на восстановление  $t$  от 15 до 20 мин. Затем испытуемый погружал кисть в емкость с водой с температурой  $T \approx 2-4$  °С, после чего производилась регистрация ЭМГ после локального холодного воздействия. После каждого охлаждения испытуемым давали время на восстановление от 20 до 25 минут. Так для каждого испытуемого были получены по 15 выборок электромиограмм в четырех различных состояниях: до локального холодного воздействия при сильном и слабом статическом напряжении и после локального холодного воздействия при двух видах статического напряжения (сильном и слабом).

С помощью ЭВМ производилась визуализация данных, полученных с электронейромиографа, затем строилась временная развертка сигнала, которая преобразовывалась дискретизацией сигнала в некоторые числовые ряды (выборки ЭМГ).

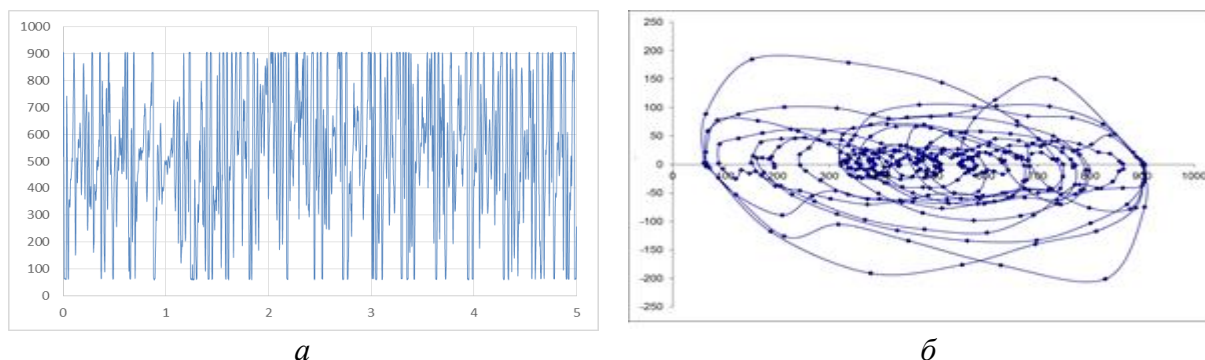
На основе полученного вектора  $x(t) = (x_1, x_2)^T$  строились квазиаттракторы (КА) динамики поведения  $x(t)$  и определялись объемы полученных квазиаттракторов  $V_G$  по формуле  $V_G^{\max} \geq \Delta x_1 \cdot \Delta x_2 \geq V_G^{\min}$ , где  $\Delta x_1$  – вариационный размах величины ЭМГ, а  $\Delta x_2$  – размах изменений для  $x_2(t)$  скорости изменения ЭМГ. В конечном итоге анализ состояния мышц испытуемых при развитии различных усилий  $F$  проводился на основе сравнения площади КА в виде  $S$ .

**Результаты исследования и их обсуждение.** Каждый из векторов биосистемы, перемещаясь по осям ( $x_1$  и  $x_2$ ) на рис. 1б и 2б, может образовывать фазовую плоскость, описывающую динамику поведения двумерного вектора  $x = (x_1, x_2)^T$ , которая и представлена на рис. 1 и 2. Эти области образуют КА, внешний вид которого представлен на рис. 1б и 2б. Были рассчитаны КА все 60 выборок для каждого из 18 испытуемых при 4 различных состояниях (для каждого испытуемого были получены 60 выборок по 15 выборок для каждого состояния). В результате были установлены определенные закономерности изменения размерностей КА для получаемых выборок ЭМГ. Дальше представлены данные для одного испытуемого, т. к. для всех испытуемых были получены одинаковые закономерности.



**Рис. 1. Результаты обработки данных, полученных при слабом напряжении мышцы ( $F_1 = 5$  даН); испытуемый БАН как типичный пример всей группы:**  
 $a$  – временная развертка сигнала;  $b$  – фазовые траектории КА с площадью  $S_1 = 84\,816$  усл. ед.

Аналогичный анализ всех испытуемых был проведен при сильном напряжении  $F_2 = 15$  даН. Типичный пример для всех испытуемых представлен на рис. 2 (для испытуемого БАН). Этот рисунок демонстрирует увеличение параметров  $S_2$  для КА при сильной статической нагрузке ( $F_2 = 15$  даН) испытуемого в сравнение с  $S_1$  для КА при слабой статической нагрузке ( $F_1 = 5$  даН).



**Рис. 2. Результаты обработки данных, полученных при слабом напряжении мышцы ( $F_2 = 15$  даН); испытуемый БАН как типичный пример всей группы:**  
 $a$  – временная развертка сигнала;  $b$  – фазовые траектории КА с площадью  $S_2 = 596\,144$  усл. ед.

Как выглядят сигнал и площадь квазиаттрактора для  $F_1$  и  $F_2$  (на примере одного испытуемого) мы уже представили на рис. 1, 2. Здесь фазовые координаты  $x_1$  – реальные значения биопотенциалов, а  $x_2 = dx_1/dt = V$  – это скорость их изменения. Очевидно почти шестикратное увеличение площади  $S_2$  (рис. 2б) по отношению к  $S_1$  (рис. 1б). Расчет этих двух значений площадей КА в виде  $S_1$  и  $S_2$  мы производили для многих испытуемых, и везде картина одинакова: увеличение силы напряжения мышцы увеличивает площадь квазиаттрактора.

В табл. 1 мы для одного испытуемого при 15 повторах экспериментов представляем средние значения площадей КА для сильного и слабого статического усилия, а также значения площадей КА при этих же значениях статического усилия, но после холодового воздействия.

Таблица 1

**Значения площади квазиаттрактора S электромиограмм одного и того же человека (БАН) при слабом ( $F_1 = 5$  даН) и сильном ( $F_2 = 15$  даН) напряжении мышц до и после холодого воздействия**

№ эксперимента	При слабом усилии до холодого воздействия	При слабом усилии после холодого воздействия	При сильном усилии до холодого воздействия	При сильном усилии после холодого воздействия
1	19 596,0	142 290,0	569 184,0	436 720,0
2	29 295,0	223 344,0	590 208,0	406 192,0
3	84 816,0	206 424,0	585 968,0	388 384,0
4	62 118,0	214 630,0	671 616,0	351 920,0
5	47 196,0	257 184,0	694 512,0	337 504,0
6	50350,0	255 492,0	641 936,0	436 720,0
7	126 608,0	249 018,0	615 648,0	415 030,0
8	58 560,0	259 722,0	525 760,0	434 176,0
9	78 000,0	235 188,0	642 026,0	481 664,0
10	91 443,0	236 034,0	561 376,0	396 864,0
11	71185,0	239 701,0	596 288,0	388 384,0
12	153 972,0	270 720,0	656 352,0	523 216,0
13	176 660,0	298 991,0	560 528,0	344 288,0
14	186 082,0	276 122,0	596 144,0	414 672,0
15	185 680,0	271 566,0	552 048,0	346 832,0
Среднее значение	94 770,7	242 428,4	603 972,9	406 837,7

Очевидно, что по средним значениям площадей КА эти величины различаются и реально представляют состояние параметров ЭМГ в двух разных физиологических состояниях всех испытуемых. Так, при слабом ( $F_1 = 5$  даН) статическом усилии после холодого воздействия произошло увеличение площади КА в 2,5 раза ( $S_{1до} = 94770,7$ ;  $S_{1после} = 242428,4$ ). Но при сильном ( $F_2 = 15$  даН) статическом усилии после холодого воздействия произошло уменьшение площади КА в 1,5 раза ( $S_{2до} = 603972,9$ ;  $S_{2после} = 406837,7$ ). Еще раз подчеркнем, что для каждого испытуемого наблюдается такая же закономерность, но значения площадей для каждого испытуемого индивидуальны.

### Выводы

Аналог принципа Гейзенберга является наиболее эффективным и значимым методом оценки состояния ЭМГ испытуемых. Расчет КА используется в фазовых координатах  $x_1 = x_1(t)$  – реальные значения биопотенциалов мышц и  $x_2 = dx_1/dt$  – скорость изменения  $x_1$  во времени. В этом двумерном (а в общем случае можно использовать и  $x_3 = dx_2/dt$ , то есть трёхмерное ФПС) фазовом пространстве можно рассчитывать параметры квазиаттракторов (площади  $S$  или объёмы  $V = \Delta x_1 \cdot \Delta x_2 \cdot \Delta x_3$ , где  $\Delta x_i$  – вариационные размахи координаты  $x_i$ ), которые являются моделями психического состояния испытуемых и физиологического состояния мышцы.

### Литература

1. Веракса Н. А., Горбунов Д. В., Шадрин Г. А., Стрельцова Т. В. Эффект Еськова-Зинченко в оценке параметров теппинга методами теории хаоса-самоорганизации и энтропии // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 1. С. 17–24.
2. Гавриленко Т. В., Горбунов Д. В., Эльман К. А., Черников Н. А. Динамика изменения параметров биоэлектрической активности мышц в ответ на статическое усилие // Вестн. новых мед. технологий. Электрон. изд. 2015. Т. 9. № 4. С. 4.

3. Гавриленко Т. В., Горбунов Д. В., Эльман К. А., Шадрин Г. А. Динамика изменения параметров биоэлектрической активности мышц в ответ на разное статическое усилие // Вестн. новых мед. технологий. Электрон. изд. 2015. Т. 9. № 3. С. 8.
4. Горбунов Д. В., Полухин В. В., Алиев Н. Ш., Самсонов И. Н. Энтропийный подход в оценке биопотенциалов мышц // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2015. № 4. С. 77–83.
5. Еськов В. М., Хадарцев А. А., Еськов В. В., Вохмина Ю. В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29. № 1. С. 44–51.
6. Еськов В. М., Газя Г. В., Майстренко Е. В., Болтаев А. В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечнососудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59–63.
7. Еськов В. М., Еськов В. В., Вохмина Ю. В., Гавриленко Т. В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физика. Астрономия. 2016. № 2.
8. Филатов М. А., Веракса Н. А., Филатова Д. Ю., Поскина Т. Ю. Понятие произвольных движений с позиций эффекта Еськова–Зинченко в психофизиологии движений // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 1. С. 24–32.

УДК 618.3-06:616.44:615.242.444

*Федотова Н. Е., Гирш Я. В.  
Fedotova N. E., Girsh Ya. V.*

### **ЙОД КАК БАЗОВАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ РАЗВИТИЯ ПЛОДА, РЕБЕНКА, ВЗРОСЛОГО НА СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

#### **IODINE AS BASIC ELEMENT FOR FETAL DEVELOPMENT, INFANT, ADULT ON NORTHERN TERRITORIES**

Многие заболевания в условиях Севера возникают в более раннем возрасте и протекают более тяжело, чем в средней полосе России. Щитовидная железа легко подвергается воздействиям неблагоприятных экологических факторов. Для образования гормонов щитовидной железы необходим йод. Щитовидная железа плода начинает производить тиреоидные гормоны начиная с 10–12 недель беременности. Организмы матери и ребенка при беременности очень тесно связаны между собой, что позволяет различным веществам, в том числе антителам, переходить из кровотока матери в кровоток плода.

*Ключевые слова: щитовидная железа, йоддефицитный регион, Север, беременность.*

Природно-климатические условия Севера оказывают дополнительное отрицательное воздействие, прежде всего, на здоровье растущего организма. Причина заключается не только в суровом климате и особом режиме освещенности, но и в влиянии космических факторов на человека, поскольку магнитное поле Земли в этих широтах защищает от них Землю значительно хуже, чем в средних широтах. В этой связи действие природно-климатических факторов Северных территорий принципиально отличается от факторов средней полосы России.

Функционирование организма человека всегда находится в соответствии с внешними условиями. Поэтому у коренных народов Севера, филогенетически адаптированных к особым условиям проживания, многие показатели организма значительно отличаются от таковых в средней полосе. Успешная адаптация пришлого населения Севера является непременным условием здоровья. Многие заболевания (сердечно-сосудистой, нервной систем, органов ды-

хания, печени и др.) в условиях Севера возникают в более раннем возрасте и протекают более тяжело, чем в средней полосе. Это значит, что организм не может настроить свою работу на оптимальный режим, поэтому его органы и системы работают с повышенным напряжением, в постоянном режиме перегрузок, что и приводит к возникновению и дальнейшему развитию хронических заболеваний. Таким образом, большинство заболеваний пришлового населения на Севере является результатом отсутствия адаптации или дезадаптации.

Одной из наиболее уязвимых систем организма человека является эндокринная система, особенно щитовидная железа (ЩЖ), учитывая известный дефицит такого микроэлемента как йод на северных территориях [4]. Щитовидная железа легко подвергается воздействиям неблагоприятных экологических факторов как из-за своей поверхностной локализации, так и в связи с присущими этому органу метаболическими особенностями. Особая роль среди этих неблагоприятных факторов отводится ионизирующим излучениям и потенциально токсичным компонентам диеты (тиоцианаты, тиюксизолидоны ироданиды, содержащиеся в некоторых продуктах, обладающих анти tiroидным действием, или «струмогенных»: кассава, тапиока, маниока, арахис, репа, цветная и краснокочанная капуста, брюква, турнепс, бобовые, горчица). Немаловажную роль играет и высокая чувствительность данного органа к иммуностимуляции.

Главным регулятором функции ЩЖ является аденогипофиз, секретирующий тиротропный гормон (ТТГ). Для щитовидной железы ТТГ служит не только стимулятором захвата йода, синтеза тироидных гормонов и их освобождения в кровь. Доказано, что при исключении влияния ТТГ у млекопитающих ЩЖ инволюционирует, её фолликулярный эпителий уплощается и перестает обновляться. Эмбриональное развитие железы требует действия ТТГ, при его отсутствии может развиваться врождённый атироз [9].

В середине XIX в. была сформулирована гипотеза о йоддефицитном происхождении зоба. Т. Кохером была показана эффективность йода при микседеме (1895), а усилиями Э. Бауманна (1896) было установлено, что йод входит в состав приготовленного им концентрата специфического гормонального начала железы – йодотирина. А. Освальд (1899) выделил из коллоида йодсодержащий белок тироглобулин. Позже Э. Кендалл (1919) получил йодсодержащий гормон щитовидной железы в кристаллической форме, назвав его тироксином, а К. Р. Хэрингтон с соавт. (1926, 1927) установили его строение и синтезировали. Затем М. Гросс показал, что в железе синтезируется и трийодтиронин, гормональная активность которого примерно в 50 раз выше тироксина [6].

Для образования гормонов щитовидной железы необходим йод, содержащийся, в основном, в морепродуктах. Из-за наводнений, оледенений и засух во многих регионах земного шара содержание йода в почве снижено. Продукты питания растительного и животного происхождения, произведенные на этих территориях, обеднены йодом, а потребляющие их люди страдают от йоддефицита (ЙД) [1]. Значительные территории, удалённые от морей, относятся к геохимическим провинциям, где потребность в йоде обеспечивается со значительным напряжением. В таких регионах гиперплазия щитовидной железы и гипотироз встречаются чаще [6]. В полной мере все вышесказанное относится к северным территориям.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) в 1994 г. включила уровень неонатальной гипертиреотропинемии выше 5 мкМЕ/л в индикаторы степени тяжести ЙД на территориях. Были выделены критерии для регионов для определения легкого, умеренного и тяжелого ЙД [7]. Для большинства стран мира, в которых реализуются национальные программы всеобщего йодирования пищевой поваренной соли, этот индикатор, возможно, является актуальным, так как все представители популяции, в том числе беременные женщины, находятся в одинаковых условиях по потреблению йода. В Российской Федерации, где нет государственного регулирования (федерального закона о всеобщем йодировании соли или законодательной базы для всеобщего обязательного йодирования соли и эффективных механизмов правоприменения) существует индивидуальная и групповая профилактика ЙД, включающая применения иодид калия в адекватных дозировках в декретированных группах населения (дети, беременные и кормящие), а также массовое использование йодированной соли в питании [5; 6].

Каким же образом происходит участие данного микроэлемента в организме? Пищевой йод в форме  $I^-$  всасывается в желудке и в верхней части кишечника за 25–30 мин. Тироциты захватывают йод из плазмы крови и концентрируют его в 25–50 раз, а при необходимости – и в несколько сот раз. Работает энергозависимый йодный насос, позволяющий поглощать йод против градиента концентраций. Происходит перенос йодида и натрия с участием специального транспортного белка, а калий/натрий – АТФаза нормализует натрий-калиевое соотношение, затрачивая АТФ. В сутки щитовидная железа поглощает не менее 120 мкг йода. Так как эта система не строго специфична, многие ионы служат конкурентными антагонистами транспорта йода [2; 3].

Возникает вопрос: как данные процессы могут быть соотнесены с периодом беременности? Известно, что наступившая беременность может приводить как к ухудшению, так и к улучшению предшествующего заболевания ЩЖ. При беременности весь метаболизм в организме, в том числе и функция ЩЖ, изменяется для обеспечения возрастающих потребностей развивающегося эмбриона. В начале беременности ткани зародыша начинают вырабатывать гормон – хорионический гонадотропин (ХГ), структура которого во многом сходна со структурой ТТГ. В результате ХГ стимулирует рост и активность ЩЖ, что приводит к увеличению объема и повышению уровней гормонов ЩЖ. Формируется физиологический гипертиреоз. Повышенная активность ЩЖ приводит к большему использованию (всасыванию) пищевого йода и большему выведению его из организма почками [5].

ЩЖ плода начинает производить тиреоидные гормоны, начиная с 10–12 недель беременности. До этого срока организмом плода используются гормоны из кровотока матери, а также из амниотической жидкости. Уровень тироксина в крови плода низок в первой половине беременности и увеличивается во второй половине, достигая максимума к родам. Уровень трийодтиронина достигает максимальных значений к середине беременности и снижается после этого времени. После родов уровень ТТГ, вырабатываемого гипофизом ребенка, увеличивается в несколько раз и возвращается к своим нормальным значениям через несколько дней [2].

Организмы матери и ребенка при беременности тесно связаны между собой, что позволяет различным веществам, в том числе антителам переходить из кровотока матери в кровоток плода. При наличии диффузно-токсического зоба у матери это может привести к развитию тиреотоксикоза, а при аутоиммунном тиреоидите – к гипотиреозу у ребенка.

Таким образом, влияние тиреоидного профиля матери ребенка во время беременности существенно значимо и отличается в зависимости от сроков беременности. Необходимость в адекватном поступлении йода, особенно в первые недели развития плода, бесспорно для полноценного развития и функционирования его щитовидной железы и всех, связанных с ней систем организма как внутриутробно, так и на всех этапах жизни.

В ходе исследований, проведенных на территории Тюменской области с 1994 по 2013 гг., с целью изучения информированности и особенностей поведения в вопросах профилактики ЙД женщин на различных этапах жизненного цикла (беременные женщины и матери детей-школьников) подавляющая часть родителей и беременных женщин, к сожалению, не имеют знаний о достаточности использования йодированной соли в качестве средства профилактики ЙД [8].

Дальнейшее продолжение исследований ЙД, разработка и принятие мер йодной профилактики на различных организационных уровнях и в разных возрастных группах необходимо для преодоления сложившейся негативной ситуации в связи с сохраняющимся риском развития патологий щитовидной железы у детей, начиная с внутриутробного периода. Наибольшее значение йод имеет для группы беременных и детей раннего возраста, что связано как с развитием патологии у матерей вследствие длительного проживания в экстремальных условиях Севера, так и негативным влиянием на щитовидную железу низкой частоты проведения профилактики дефицита йода.

## Литература

1. Андреева Е. Н., Дедов М. И., Мельниченко Г. А., Арапова С. Д. Рациональная фармакотерапия заболеваний эндокринной системы и нарушений обмена веществ. М. : Литтерра, 2006. 1076 с.
2. Валдина Е. А. Заболевания щитовидной железы : рук. 3-е изд. СПб. : Питер, 2006. 368 с.
3. Краснова С. А., Макарова П. Г., Тундалева В. С., Капустин К. М. Гормональная терапия. Не навреди! М. : Эксмо, 2007. 320 с.
4. Мезун Ю. Адаптация и здоровье на Крайнем Севере // Живая Арктика. URL: [http://www.arctic.org.ru/1998/1\\_10\\_98.htm](http://www.arctic.org.ru/1998/1_10_98.htm) (дата обращения: 02.05.2015).
5. Свиридонова М. А. Дефицит йода, формирование и развитие организма // Клинич. и эксперимент. тиреоидология. 2014. Т. 10. № 1. С. 9–20.
6. Строев Ю. И., Чурилов Л. П. Эндокринология подростков / под ред. А. Ш. Зайчика. СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2004. 384 с.
7. Суплотова Л. А., Макарова О. Б., Ковальжина Л. С. Неонатальная гипертиреотропинемия – индикатор оценки тяжести йодного дефицита в популяции? // Клинич. и эксперимент. тиреоидология. 2015. Т. 11. № 3. С. 47–53.
8. Суплотова Л. А., Макарова О. Б., Ковальжина Л. С., Шаруха Г. В. Профилактика йодного дефицита в Тюменской области: успех или неудача? // Клинич. и эксперимент. тиреоидология. 2015. Т. 11, № 3. С. 39–46.
9. Тиронет: всё о щитовидной железе. URL: <http://www.thyronet.rusmedserv.com/patsientam/zabolevaniya/schitovidnaya-zheleza/?page=6> (дата обращения: 03.05.2015).

УДК 612.1-053-054(1-17)

*Филатова О. Е., Добрынина И. Ю., Русак С. Н., Майстренко Е. В.*  
*Filatova O. E., Dobrynina I. Yu., Rusak S. N., Maystrenko E. V.*

### ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРА РФ

### AGE DYNAMICS OF CARDIO-VASCULAR PARAMETERS OF POPULATION OF THE RUSSIAN NORTH

Рассматривается возрастная эволюция биосистем на примере изменения параметров квазиаттракторов и значений энтропии Шеннона женщин и мужчин трёх возрастных групп коренного (аборигены) и пришлого населения Югры. Параметры  $x_i$  состояния сердечно-сосудистой системы трёх возрастных групп женщин и мужчин изменялись в пределах ограниченных объёмов  $V_G$  фазового пространства состояний, которые определялись как квазиаттракторы. Представлены общие критерии оценки эволюции параметров организма человека в норме и при патологии. Многочисленные примеры такой эволюции представлены в работе.

*Ключевые слова:* сердечно-сосудистая система, квазиаттрактор, эволюция, Югра.

При изучении различий в параметрах *сердечно-сосудистой системы* (ССС) организма между представителями коренного и пришлого населения, между разными этническими группами, выходцами из разных территорий, но уже проживающими на одной территории и т. д., часто возникают задачи разделения разных групп (например, популяций), имеющих одинаковые (возрастные, половые и др.) характеристики признаков  $x_i$ . После выявления раз-



личий в параметрах (для сравниваемых групп) сразу возникает вопрос о значимости (ранжировании) используемых диагностических признаков. Это задача системного синтеза, т. е. отыскание параметров порядка наиболее значимых  $x_i$  из всего набора  $j = 1, 2, \dots, m$ . В целом при идентификации состояний сложных физиологических систем (как и любых других сложных биосистем) очень часто возникают задачи, которые требуют выявления и идентификации появления существенных отличий между исходным состоянием ФСО (до каких-либо воздействий) и последующим состоянием этой же системы после действия физических, химических, биологических и других факторов, способных существенно влиять на состояние изучаемой экосистемы. Подобные задачи возникают в медицине, хронофизиологии, физиологии человека, в целом, при изучении особенностей состояния функциональных систем организма человека на Севере [4; 6–7].

С математической точки зрения подобные задачи обычно решаются в рамках анализа статистических функций распределения для всех компонент  $x_i$  вектора состояния системы (ВСС)  $x = x(t) = (x_1, x_2 \dots x_m)^T$  на основе статистической проверки гипотез или методами теории рисков. Последние годы к решению такой проблемы диагностики стали привлекаться методы нечетких множеств и теории нейросетей мозга. В последнем случае при использовании нейроэмуляторов возможно решение задачи бинарной классификации, которая определяет не только возможность (или невозможность) разделения двух разных в экологическом отношении сравниваемых групп, но и одной группы, находящейся в состоянии до воздействия внешних факторов и после такого воздействия (это часто встречается именно в экологии человека, в физиологии).

Традиционно (в рамках стохастического подхода) такая задача решалась на основе анализа различий в функциях распределений  $f(x)$  для каждого из признаков  $x$ , характеризующих состояние ФСО. Все такие состояния ФСО описываются вектором состояния системы  $x(t)$ , компоненты которого  $x_1$  могут принимать различные значения из некоторой области изменений  $\Delta x_1(t)$  по каждой такой координате ВСС в фазовом пространстве состояний – ФПС. При этом динамика поведения  $x(t)$  может быть очень сложной, и такие системы I. R. Prigogine и Н. Накен относили к *complexity*, т. е. к уникальным системам с неповторимой динамикой и состояниями.

Если мы не можем повторять биопроцессы одинаковым образом, то такой стохастический подход к *complexity* неприменим. В реальности любой биологический процесс не может быть повторён дважды не только одинаковым образом, но и в смысле одинаковых функций распределений. Это составляет основу современной *теории хаоса-самоорганизации* – ТХС, которая основана на третьей парадигме естествознания [8].

Для разрешения неопределенности 1-го типа мы предлагаем использование нейроэмуляторов в идентификации параметров порядка при большом числе итераций. Отметим, что использование нейроэмуляторов при решении задачи бинарной классификации в экологии являлось до настоящего времени довольно продуктивным способом быстрой диагностики существенных (или несущественных) различий при оценке действия различных факторов на исследуемый биологический объект. Отметим, что очень часто в таких задачах статистические методы становятся бесполезными, т. е. функции распределения (их параметры, характеристики) могут не различаться существенно (даже по всем  $x_i$  сразу). Для примера представим табл. 1, в которой выполнено статистическое сравнение 3 возрастных групп женщин-ханты и пришлого населения по основным параметрам нейровегетативной системы НВС регуляции. Очевидно, что номинальное  $x_i$  различий между группами нет (табл. 1), в ряде случаев пары сравнения статистически не различаются (отмечены жирно при  $p \geq 0.05$ ).

Таблица 1

**Результаты статистической обработки основных шести интегральных параметров  $x_i$  variability сердечного ритма женщин пришлого и коренного населения Югры**

Группы Параметры	Пришлое население			Коренное население		
	1 и 2	1 и 3	2 и 3	1 и 2	1 и 3	2 и 3
<i>SIM</i>	0.00	0.00	<b>0.25</b>	<b>0.37</b>	0.00	0.00
<i>PAR</i>	0.00	0.00	<b>0.39</b>	<b>0.11</b>	0.00	<b>0.09</b>
<i>SDNN</i>	0.00	0.00	<b>0.28</b>	<b>0.54</b>	0.00	0.01
<i>INB</i>	0.00	0.00	<b>0.33</b>	<b>0.84</b>	0.02	0.03
<i>SpO<sub>2</sub></i>	<b>0.90</b>	0.01	0.00	<b>0.07</b>	0.00	0.02
<i>HR</i>	<b>0.91</b>	<b>0.19</b>	<b>0.21</b>	0.01	0.02	<b>0.21</b>

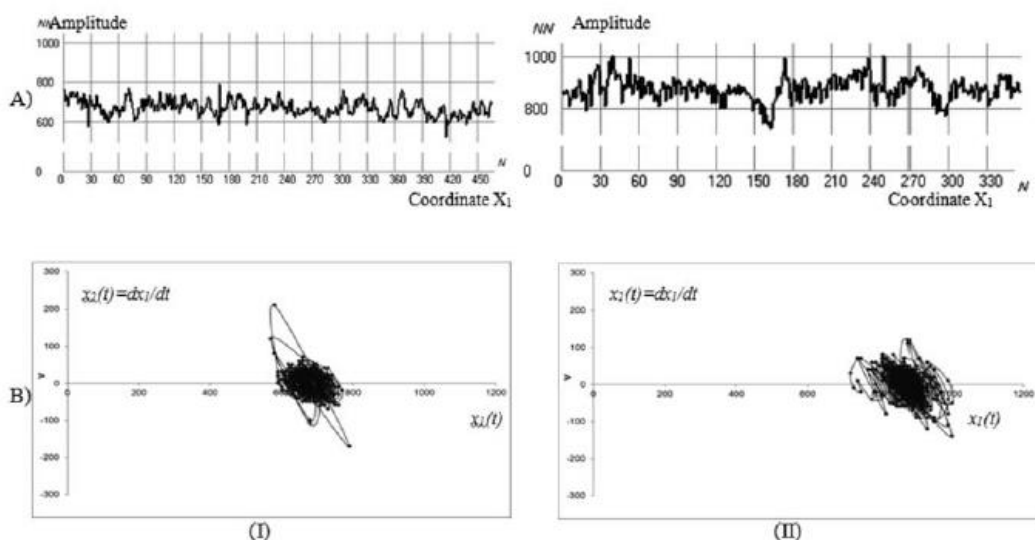
В этом случае для разрешения таких неопределенностей 1-го рода мы использовали нейро-ЭВМ (НЭВМ) и методы расчета параметров квазиаттракторов. Применение нейросетевых технологий в идентификации параметров порядка связано всё-таки с определёнными трудностями, которые присущи работе любых нейроэмуляторов, т. е. систем, подобных работе мозга человека. Эта трудность базируется на невозможности однозначного повторения любого состояния мозга, его нейронных систем. Переход хаоса в порядок реализуется за счёт ревербераций в нейросетях мозга и в подобных нейросетевых системах не возникают флуктуации, которые закономерно возникают в стохастических системах. Для систем с хаосом и самоорганизацией (в нашем случае роль хаоса играет генератор равномерного распределения для  $x_i$ , а роль самоорганизации выполняет нейроэмулятор и нейронные сети мозга, которые контролируют тремор, теппинг, кардиоинтервалы, электромиограммы и гомеостаз человека в целом) картина получается другой.

Анализируя результаты, полученные на нашей модели с нейроэмулятором, которая демонстрирует переход хаоса в порядок, можно сделать ряд важных выводов, которые следует учитывать всем, кто использует НЭВМ для диагностических целей в медицине, биологии и экологии человека, если число повторов итераций в работе нейросети будет невелико (например, у человека число ревербераций в гиппокампе будет невелико), то когнитивная деятельность реализуется с низкой эффективностью, параметры порядка будут неправильно выбраны нейросетью. Отсюда следует бесперспективность применения нейроэмуляторов для диагностики наиболее важных диагностических признаков в медицине при числе итераций  $N < 100$ . Все такие попытки (при малых  $N$ ) обречены на ошибки, а полученные ранее результаты следует пересмотреть, т. к. мы имеем каждый раз одну особую реализацию из многих возможных.

Отметим, что в условиях Севера Российской Федерации преобладают парасимпатотоники, у которых возбудимость центральной нервной системы понижена и они демонстрируют в целом более низкие параметры *SIM* реакций. При низких *SIM* всегда будут и малое число ревербераций в нейросетях мозга. Реверберации необходимы для повышения точности при выборе правильного значения в диагностических задачах как человеку, так и НЭВМ. В этой связи нами разработаны новые методы использования НЭВМ в физиологии ССС.

Одновременно мы изучаем неопределенности 2-го типа в физиологии ССС. Действительно, резкие перепады температуры, давления и влажности воздуха влияют на кардиореспираторную систему человека, особенно с выраженной патологией или со склонностью к этой патологии. Известна метеочувствительность людей с гипертонией, стенокардией и другими заболеваниями ССС к этим перепадам. В настоящее время известно не только о многих сдвигах в организме человека в области патологии кардиореспираторной системы жителей Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО – Югра), но и об особенностях ряда других физиологических (патофизиологических) процессов в организме человека на Севере [1–3].

В наших исследованиях методами электрокардиографии и вариационной пульсоинтервалографии было обследовано 114 человек – представителей народа ханты трёх (одинаковых по численности  $n_1 = n_2 = n_3 = 38$ ) возрастных групп: 1-я группа – 20–34 года; 2-я – 35–49 лет; 3-я – 50–102 года. Использовались автоматизированные комплексы «Кардиовизор» и Элокс-01М. Для обработки данных применялись традиционные статистические методы и методы ТХС, которые обеспечили расчет параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния системы  $x(t)$  в ФПС. Для этих целей динамика кардиоинтервалов быстрым преобразованием Фурье представлялась в виде амплитудно-частотной развертки и строились фазовые плоскости, где в качестве функции  $x_1 = x_1(t)$  использовались сами кардиоинтервалы – КИ (как функции времени  $t$ ), а вторая фазовая координата  $x_2 = x_2(t) = dx/dt$  являлась скоростью изменения  $x_1(t)$ , т. е. КИ. Характерный пример КИ и фазовых траекторий (квазиаттракторов) представлен на рис. 1 для двух возрастных групп (25 лет –  $S_1 = 83600$  и 48 лет –  $S_2 = 72800$ ).



**Рис. 1. Примеры кардиоинтервалов  $x_t = x_t(t)$  по данным пульсоинтервалографии:**

А и фазовый портрет сигнала  $x_t$  на плоскости с координатами  $x_1, x_2 = dx/dt$ .

В (для испытуемых двух возрастных групп): (I) испытуемая R3, возраст на момент обследования 25 лет ( $S_1 = 83\ 600$ ); (II) испытуемая E, возраст на момент обследования 48 лет ( $S_2 = 72\ 800$ )

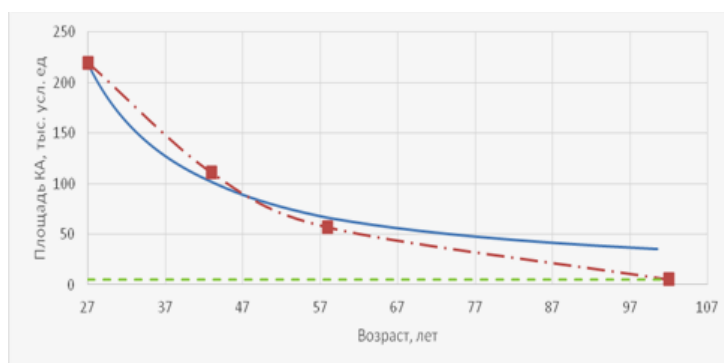
При анализе всех результатов установлено, что ССС испытуемых 1-й и 2-й группы демонстрирует довольно высокую вариабельность, что характерно практически для любого здорового (без явных патологий) человека, но 3-я группа показывает резкое уменьшение. Подобная картина справедлива для большинства населения Земли. Необходимо отметить, что для коренного населения ХМАО – Югры у подавляющего большинства (> 80 %) испытуемых 2-й группы на амплитудно-частотной характеристике видно, что амплитуды колебаний на низких частотах доминируют, а разброс частот сокращается. Это свидетельствует о снижении вариабельности сердечного ритма в среднем возрасте. Качественно хаотическую динамику работы ССС представителей 1-й, 2-й и 3-й группы можно увидеть на рис. 2 в виде модели зависимости  $S$  от возраста.

Для средних значений площадей квазиаттракторов  $S$  у испытуемых всех трех групп была выполнена проверка возможности нормального распределения и возможности отнесения этих выборок к одной генеральной совокупности. Эта проверка показала наличие непараметрического распределения и отсутствие возможности их отнесения к одной генеральной совокупности для всех выборок. В целом это характерно и для других подобных переменных при анализе многих параметров гомеостаза.

### Выводы

1. Сердечно-сосудистая система испытуемых старшей возрастной группы ханты обладает очень низкой вариабельностью сердечного ритма. Это является маркером долгожительства (и не только у народов ханты). Фактически, ритмограммы (рис. 2) выстраиваются в порядке убывания, поэтому можно говорить о том, что сердце работает у пожилых и долгожителей (особенно) в крайне упорядоченном режиме (временные интервалы между ударами сердца практически одинаковые).

2. Фазовый портрет испытуемых 3-й группы сжимается в точку, что в рамках ТХС свидетельствует о крайне низкой вариабельности сердечного ритма и существенном управлении ритмикой со стороны центральных нервных структур. Разработаны модели поведения ССС в фазовом пространстве состояний.



**Рис. 2. Динамика реальных и модельных данных возрастных изменений площадей квазиаттракторов кардиоинтервалов (КИ) женщин ханты.**

Здесь: сплошная линия – модельные данные, штрих-пунктирная – реальные данные, штрих-асимптота  $ya = a/b = 5,4$  тыс. усл. ед. для долгожительницы Р.Е.А. 102 г.  
Здесь:  $a = 0,0000284$ ,  $b = 0,0000526$

### Литература

1. Еськов В. М., Берестин К. Н., Лазарев В. В., Русак С. Н., Полухин В. В. Хаотическая и стохастическая оценка влияния динамики метеофакторов Югры на организм человека // Вестн. новых мед. технологий. 2009. Т. XVI. № 1. С. 121.
2. Еськов В. М., Еськов В. В., Филатова О. Е. Особенности измерений и моделирования биосистем в фазовых пространствах состояний // Измерительная техника. 2010. № 12. С. 53–57.
3. Еськов В. М., Еськов В. В., Филатова О. Е., Хадарцев А. А. Фрактальные закономерности развития человека и человечества на базе смены трёх парадигм // Вестн. новых мед. технологий. 2010. Т. 17. № 4. С. 192–194.
4. Еськов В. М., Хадарцев А. А., Гудков А. В., Гудкова С. А., Сологуб Л. А. Философско-биофизическая интерпретация жизни в рамках третьей парадигмы // Вестн. новых мед. технологий. 2012. Т. 19. № 1. С. 38–41.
5. Еськов В. В., Гараева Г. Р., Синенко Д. В., Филатова Д. Ю., Третьяков С. А. Кинематические характеристики движения квазиаттракторов в оценке лечебных эффектов кинезотерапии // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 1. С. 128–135.
6. Еськов В. М., Газя Г. В., Майстренко Е. В., Болтаев А. В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечнососудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59–63.
7. Eskov V. M., Eskov V. V., Filatova O. E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement Techniques. 2011. Vol. 53 (12). P. 1404–1410.
8. Eskov V. M., Eskov V. V., Filatova O. E. Medical and biological measurements: characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement Techniques. 2011. T. 53. № 12. С. 1404–1410.

УДК 612.1.014.4-057.874(571.122):613.12(160.2)

**Филатова Д. Ю., Сорокина Л. С., Трусов М. В., Камалтдинова К. Р.**  
*Filatova D. Yu., Sorokin L. S., Trusov M. V. Kamaletdinova K. R.*

## **СОСТОЯНИЕ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ УЧАЩИХСЯ ЮГРЫ В УСЛОВИЯХ ШИРОТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ**

### **SYSTEM CARDIORESPIRATORY STATE OF STUDENTS OF UGRA IN TERMS OF LATITUDE ALTERNATION**

Выполнен сравнительный анализ параметров variability сердечного ритма школьников Югры. Анализ выполнялся методом множественных сравнений 4 групп параметров сердечно-сосудистой системы девочек и методом расчета межкластерных расстояний. Обнаружены различия в динамике возрастных изменений школьников Югры.

*Ключевые слова:* функциональные системы организма, обследование учащихся Югры, параметры движения вектора состояния организма человека в фазовом пространстве состояний, объем квазиаттракторов.

**Введение.** С развитием авиации человек научился быстро перемещаться на дальние расстояния, которые, как выяснилось позднее, вызывают существенные изменения в функциональных системах организма (ФСО), характер и глубина которых зависят от направления, времени, длительности перелета, от индивидуальных особенностей организма, трудовых нагрузок, климатического контраста и т. п. [12]. Между тем быстрые дальние перемещения получили массовое распространение во всем мире. Возникла необходимость изучения нового комплекса экологических факторов и эффектов перемещений, т. к. в основе всех нарушений ФСО организма при перемещениях лежит десинхронизация – нарушение структуры биологических ритмов различных физиологических систем. В данной статье изучается трансширотное перемещение с севера (г. Сургут) на юг (Туапсинский район, пансионат Юный Нефтяник) и с юга на север с использованием методов классической статистики и методов теории хаоса-самоорганизации [1–5; 10–11; 18–21].

**Объект и методы.** Объектом для наблюдения были 30 девочек, обучающихся в 1–7 классах школ г. Сургута и Сургутского района, которые выехали на отдых в пансионат «Юный Нефтяник» (Туапсинский район). Эксперимент проходил в 4 этапа, было получено 4 кластера данных (4 группы параметров сердечно-сосудистой системы девочек): 1-я группа – до отъезда из Сургута в пансионат «Юный Нефтяник»; 2-я группа – приезд из Сургута в пансионат «Юный Нефтяник»; 3-я группа – отъезд из пансионата «Юный Нефтяник» в Сургут; 4-я группа – приезд в Сургут из пансионата «Юный Нефтяник».

Обследование учащихся производилось неинвазивными методами и соответствовало этическим нормам Хельсинской декларации (2000 г.). Работа выполнялась в рамках плана научных исследований лаборатории «Функциональных систем организма человека на Севере» при институте естественных и технических наук ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО – Югры» и темой НИОКР «Исследование поведения функциональных систем организма человека на Севере РФ методами многомерных фазовых пространств состояний» (№ 01200965147). Критерии включения: возраст учащихся 8–12 лет; отсутствие жалоб на состояние здоровья в период проведения обследований; наличие информированного согласия родителей на участие в исследовании. Критерии исключения: болезнь учащегося в период обследования.

Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи следующих программных пакетов: «Excel MS Office-2003» и «Statistica 6.1». Соответствие структуры дан-

ных закону нормального распределения оценивалось на основе вычисления критерия Шапиро – Уилка (для выборок  $n < 50$ ). Производилась идентификация параметров ССС девочек на соответствие закону нормального распределения. Закон Гаусса не подтвердился, поэтому дальнейшие исследования зависимостей производились методами непараметрической статистики. Сравнение групп осуществлялось с использованием критерия Фридмана (при сравнении 3 и более зависимых групп) для оценки наличия различий между группами. Выявление различий между конкретными группами (парное сравнение групп) выполнялось при помощи непараметрического критерия Вилкоксона с поправкой Бонферрони (для оценки справедливости нулевой гипотезы) [16].

Исследование параметров движения вектора  $x = x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$  организма человека в фазовом пространстве состояний производилось методами теории хаоса и самоорганизации (ТХС) [2–3; 18–21]. В рамках такого подхода идентифицировались параметры квазиаттракторов сердечно-сосудистой системы девочек, которые существенно отличаются при переезде с севера на юг и с юга на север (при трансширотном перемещении). Для идентификации компонент  $x_i$  в наших исследованиях применялся пульсоксиметр «ЭЛОКС-01С», разработанный и изготовленный ЗАО ИМЦ Новые Приборы, г. Самара (Л. И. Калакутский, В. М. Еськов, 2003–2009).

Использование данной методики и аппаратуры для исследования показателей пульсоинтервалографии производилось в положении испытуемого сидя в относительно комфортных условиях. С целью исключения артефактов и нивелировки влияния отрицательных обратных связей на съем информации, регистрировался пятиминутный интервал измерений кардиоинтервалов (КИ), т. е.  $N_{КИ} \geq 500$ . В качестве  $x_i$  выступали:  $x_0$  – **СИМ** – показатель активности симпатического отдела ВНС (усл. ед.),  $x_1$  – **ПАР** – показатель активности парасимпатического отдела ВНС (усл. ед.),  $x_2$  – **ЧСС** – частота сердечных сокращений (уд./мин.),  $x_3$  – **SDNN** – стандартное отклонение R–R-интервалов (мс),  $x_4$  – **ИНБ** – показатель индекса напряжения по Р. М. Баевскому (у. е.),  $x_5$  – **SPO<sub>2</sub>** – содержание оксигемоглобина в крови испытуемых (%).

Расчет параметров квазиаттракторов производился по программам для ЭВМ, зарегистрированным в Федеральном агентстве по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (свидетельства № 2006613212 и № 2010108496).

Исследование параметров движения вектора состояния организма человека в фазовом пространстве состояний (ФПС) производилось методом многомерных фазовых пространств с расчетом матриц межаттракторных расстояний. Если изучают действие нескольких факторов в отношении групп испытуемых (пациентов), находящихся в приблизительно одинаковых условиях по состоянию функций организма (например, группы людей с одинаковыми нозологическими единицами), и регистрируют параметры функций организма каждого человека из группы до воздействия и после воздействия, то эти параметры образуют наборы (компарменты) диагностических признаков в пределах одной фазовой координаты  $x_i$  – из всего набора всех координат ( $i = 1, \dots, m$ )  $m$ -мерного фазового пространства с одинаковыми диагностическими характеристиками. При этом каждый человек со своим набором признаков (компоненты вектора  $x(t)$  состояния организма данного человека – ВСОЧ) задается точкой в этом фазовом пространстве состояний (ФПС) так, что группа испытуемых образует некоторое «облако» (квазиаттрактор) в фазовом пространстве состояний, а разные группы (из-за разных воздействий на них) образуют разные «облака» – квазиаттракторы в ФПС.

Расстояния  $Z_{kf}$  – (здесь  $k$  и  $f$  – номера групп обследуемых) между хаотическими или стохастическими центрами этих разных квазиаттракторов формируют элементы  $Z_{kf}$  матрицы  $Z$ .

**Результаты.** Расчет параметров квазиаттракторов ССС девочек при трансширотных перемещениях показал следующее. Изменения параметров квазиаттракторов ВСОЧ в 6-мерном фазовом пространстве состояний более существенны, чем результаты статистической обработки их первичных данных: объем КА –  $V_G = 5,92 \cdot 10^9$  усл. ед. при отъезде из г. Сургута (1-я группа). При приезде в пансионат Юный Нефтяник (2-я группа) объем КА

уменьшается в 4,5 раза и составлял  $V_G = 1,3 \cdot 10^9$  у. е. После двухнедельного отдыха в пансионате объем КА девочек продолжает снижаться (в 2 раза по сравнению с приездом в пансионат) и составляет  $V_G = 0,64 \cdot 10^9$  у. е. (3-я группа). Перед отъездом в г. Сургут (4-я группа) объем КА составляет  $V_G = 0,46 \cdot 10^9$  у. е., т. е. также снижается (в 1,4 раза) по сравнению с результатами 3-й группы (перед отъездом из пансионата ЮН в г. Сургут) (рис. 1). Уменьшение объема КА свидетельствует о хорошем оздоравливающем эффекте двухнедельного пребывания детей в пансионате «Юный Нефтяник», а также о напряжении регуляторных механизмов параметров ССС. В целом, на рис. 1 мы представляем результаты по объемам квазиаттракторов ССС девочек.



Рис. 1. Результаты расчета объемов квазиаттракторов интегрально-временных параметров ССС девочек ( $n = 30$ ) при транширотных перемещениях

Табл. 1 представляет весь набор межаттракторных расстояний для четырех кластеров испытуемых: 1-я группа – до отъезда из г. Сургута в пансионат «Юный Нефтяник»; 2-я группа – приезд из г. Сургута в пансионат «Юный Нефтяник»; 3-я группа – отъезд из пансионата «Юный Нефтяник» в г. Сургут; 4-я группа – приезд в г. Сургут из пансионата «Юный Нефтяник». Параметр  $Z_{ij}$  – расстояния между ( $i$ -ми,  $j$ -ми) между центрами хаотических квазиаттракторов двух изучаемых групп (компартов) испытуемых.

Анализ результатов расчета матриц межаттракторных расстояний  $Z_{ij}$  между центрами хаотических квазиаттракторов в 4 группах девочек показал, что наибольшее  $Z_{ij}$  установлено при сравнении 1-й и 3-й групп и составляет  $z_{13} = 38,56$  усл. ед., а наименьшее расстояние при сравнении девочек 2-й группы с девочками 4-й группы –  $z_{24} = 1,07$  усл. ед. (табл. 1).

При общем (суммарном) значении расстояний  $Z_{ij}$  между центрами хаотических квазиаттракторов (при сложении всех элементов столбцов) наибольшие отличия были получены для 3-й группы девочек (отъезд из пансионата «Юный Нефтяник» в г. Сургут) – 87,04 абсолютно и 29,01 усреднено, а также для 1-й группы девочек 67,76 абсолютно и 22,59 усреднено (до отъезда из г. Сургута в пансионат «Юный Нефтяник») (табл. 1).

Таблица 1

**Матрица межаттракторных расстояний  $Z_{ij}$  между центрами  
хаотических квазиаттракторов интегрально-временных параметров ССС  
девочек ( $n = 30$ ) при транширотных перемещениях**

	1-я группа, усл. ед.	2-я группа, усл. ед.	3-я группа, усл. ед.	4-я группа, усл. ед.	Сумма, усл. ед.	Среднее, усл. ед.
1-я группа, усл. ед.	$z_{11} = 0,00$	$z_{12} = 14,79$	$z_{13} = 38,56$	$z_{14} = 14,41$	67,76	22,59
2-я группа, усл. ед.	$z_{21} = 14,79$	$z_{22} = 0,00$	$z_{23} = 24,01$	$z_{24} = 1,07$	39,87	13,29
3-я группа, усл. ед.	$z_{31} = 38,56$	$z_{32} = 24,01$	$z_{33} = 0,00$	$z_{34} = 24,47$	87,04	29,01
4-я группа, усл. ед.	$z_{41} = 14,41$	$z_{42} = 1,07$	$z_{43} = 24,47$	$z_{44} = 0,00$	39,95	13,21

Примечание: В качестве  $x_i$  выступали:  $x_0$  – СИМ – показатель активности симпатического отдела ВНС (усл. ед.),  $x_1$  – ПАР – показатель активности парасимпатического отдела ВНС (усл. ед.),  $x_2$  – ЧСС – частота сердечных сокращений (уд./мин),  $x_3$  – SDNN – стандартное отклонение R–R-интервалов (мс),  $x_4$  – ИНБ – показатель индекса напряжения по Р. М. Баевскому (усл. ед.),  $x_5$  – SPO<sub>2</sub> – содержание оксигемоглобина в крови испытуемых (%).

Анализ матриц межаттракторных расстояний показал, что движение хаотических и стохастических центров при широтных перемещениях девочек несколько различается: расстояние при движении хаотического центра при приезде на отдых снижается (составляет 39,87 по сравнению с результатами до отъезда 67,76), а после двухнедельного отдыха оно становится еще больше 87,04, по возвращении в г. Сургут аналогично результатам по приезду на отдых 39,95.

Полученный результат говорит о недостаточной сформированности у девочек адаптационных механизмов, а также о существенном напряжении регуляторных процессов и степени рассогласования параметров функциональных систем организма при трансширотных перемещениях.

### Литература

1. Гавриленко Т. В., Еськов В. М., Хадарцев А. А., Химикина О. И., Соколова А. А. Новые методы для геронтологии в прогнозах долгожительства коренного населения Югры // Успехи геронтологии. 2014. Т. 27. № 1. С. 30–36.
2. Еськов В. М., Еськов В. В., Козлова В. В., Филатов М. А. Способ корректировки лечебного или физкультурно-спортивного воздействия на организм человека в фазовом пространстве состояний с помощью матриц расстояний : патент на изобретение RUS 2432895 от 09.03.2010 г.
3. Еськов В. М., Еськов В. В., Филатова О. Е. Способ корректировки лечебного или лечебно-оздоровительного воздействия на пациента : патент на изобретение RUS 2433788 от 01.02.2010 г.
4. Еськов В. М., Еськов В. В., Гавриленко Т. В., Зимин М. И. Неопределенность в квантовой механике и биофизике сложных систем // Вестн. Моск. ун-та. Сер.3: Физика. Астрономия. 2014. № 5. С. 41–46.
5. Еськов В. М., Еськов В. В., Гавриленко Т. В., Вохмина Ю. В. Кинематика биосистем как эволюция: стационарные режимы и скорость движения сложных систем – complexity // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физика. Астрономия. 2015. № 2. С. 62–73.
6. Карпин В. А., Гудков А. Б., Катюхин В. Н. Мониторинг заболеваемости коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа // Экология человека. 2003. № 3. С. 10–13.
7. Карпин В. А., Филатов М. А. Самоорганизация как онтологическое основание биологической эволюции // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2013. № 2. С. 21–28.
8. Литовченко О. Г., Нифонтова О. Л. Некоторые показатели сердечно-сосудистой системы уроженцев Среднего Приобья 7–20 лет // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2010. № 1 (107). С. 115–119.
9. Литовченко О. Г., Апокин В. В., Семенова А. А., Нифонтова О. Л. Состояние сердечно-сосудистой системы студентов // Теория и практика физич. культуры. 2014. № 9. С. 90–93.
10. Майстренко Е. В., Еськов В. М., Майстренко В. И., Берестовая А. Ф. Сравнительный анализ параметров функциональной асимметрии полушарий и вегетативной нервной системы учащихся // Информатика и системы управления. 2009. № 4. С. 63–65.
11. Майстренко Е. В. Оценка функционального состояния организма в условиях физических нагрузок методом расчета матриц межаттракторных расстояний // Фундамент. исследования. 2011. № 8–2. С. 389–392.
12. Матюхин В. А., Разумов А. Н. Экологическая физиология человека и восстановительная медицина / под ред. И. Н. Денисова. М. : ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 1999. 336 с.
13. Нифонтова О. Л., Гудков А. Б., Щербаков А. Э. Характеристика параметров ритма сердца у детей коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа // Экология человека. 2007. № 11. С. 6.



14. Нифонтова О. Л., Литовченко О. Л., Гудков А. Б. Показатели центральной и периферической гемодинамики детей коренной народности Севера // Экология человека. 2010. № 1. С. 15–19.

15. Нифонтова О. Л., Привалова А. Г., Малинкин С. В., Химикова О. И. Биоинформационный анализ функционального состояния сердечно-сосудистой системы у школьников – коренных жителей Югры // Вестн. новых мед. технологий. 2012. Т. XIX, № 2. С. 422–423.

16. Унгурияну Т. Н., Гржибовский А. М. Краткие рекомендации по описанию, статистическому анализу и представлению данных в научных публикациях // Экология человека. 2011. № 5. С. 55–60.

17. Филатова О. Е., Проворова О. В., Волохова М. А. Оценка вегетативного статуса работников нефтегазодобывающей промышленности с позиции теории хаоса и самоорганизации // Экология человека. 2014. № 6. С. 4–8.

18. Eskov V. M., Filatova O. E. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition // Neurophysiology. 1993. Т. 25. № 6. С. 420.

19. Eskov V. M., Filatova O. E. Compartmental approach to modeling of neural networks: role of inhibitory and excitatory processes // Biophysics. 1999. Т. 44. № 3. P. 510.

20. Eskov V. M., Gavrilenko T. V., Kozlova V. V., Filatov M. A. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems // Measurement Techniques. 2012. Т. 55. № 9. С. 1096–1101.

21. Eskov V. M. Evolution of the emergent properties of three types of societies: The basic law of human development // Emergence: Complexity and Self-organization. 2014. Vol. 16, № 2. P. 107–115.

УДК 612.59:612.746.4:612.821:519.722

*Филатова Д. Ю., Стрельцова Т. В., Умаров Б. К., Пахомов А. А.  
Filatova D. Yu., Streltsova T. V., Umarov B. K., Pakhomov A. A.*

## ЭНТРОПИЙНАЯ И ХАОТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ТРЕМОРА ПРИ ОБЩЕМ ХОЛОДОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

### ENTROPY AND CHAOTIC TREMOR EVALUATION PARAMETERS DURING GENERAL COLD EXPOSURE

В статье высказывается необходимость применения других критериев оценки холодового стресса в психофизиологии. Такие новые подходы сейчас нами выполняются в рамках теории хаоса-самоорганизации. В итоге было получено отсутствие изменений параметров энтропии  $E$ , но при этом параметры квазиаттракторов ( $S$ ) для треморограмм изменялись существенно. Это доказывает уникальность теории хаоса-самоорганизации и открывает новые возможности использования этой теории в психологии и психофизиологии.

*Ключевые слова: тремор, хаос, энтропия, холодовой стресс.*

**Введение.** Около 70 лет назад впервые был представлен эффект Н. А. Бернштейна по выявлению особенностей организации движений с позиций «повторение без повторений», он открыл новую эпоху в изучении сложных систем – *complexity*. До настоящего времени этот эффект никем так и не был изучен и не смоделирован. Постуральный тремор сейчас с позиций новой, разрабатываемой *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС) реально представляет наглядный пример организации движений без повторений. Эта проблема сейчас нами расширена до понимания произвольных и непроизвольных движений и роли хаоса в органи-

зации любых видов движения. Одновременно такой подход может служить связующим звеном при переходе от движения физического к движению абстрактному в *фазовом пространстве состояний* (ФПС) вектора состояния  $x = x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  любой биомеханической системы [1–3].

Попытки построения детерминистских и стохастических моделей в изучении биомеханических процессов (в частности теппинга или тремора) неизбежно приводят к изучению возможности моделирования хаотической динамики и постурального тремора, и теппинга. При этом возникает одна из фундаментальных задач психологии: чем произвольное движение отличается от непроизвольного? Ответ на этот вопрос касается и психологов, и физиологов, что сближает позиции этих двух наук. Решение этой проблемы – ключ к пониманию особенностей гомеостаза и эволюции любых биосистем – *complexity*, в нашем случае речь идёт о психологическом гомеостазе как сохранении стабильного психического состояния.

В новом эффекте Еськова – Зинченко сейчас численно доказывается почему любой интервал *треморограммы* (ТМГ) будет уникальным и неповторимым. Это описывается в эффекте Еськова – Зинченко не только для выборок ТМГ, но и их *амплитудно-частотных характеристик* (АЧХ), *автокорреляционных функций*  $A(t)$  и фрактальных размерностей. Иными словами, ТМГ и ее любой участок будут уникальны и неповторимы, а любой анализ этого участка с позиции стохастического подхода будет применим только для конкретного интервала времени  $\Delta t_1$ . В другой момент времени все статистические параметры будут другими, и, соответственно, мы будем получать другие результаты стохастического анализа как ТМГ, так и других видов движения (на других интервалах времени  $\Delta t_2, \Delta t_3, \dots, \Delta t_n$ ) [4, 6].

#### **Оценка статичности тремора в рамках энтропийного подхода**

Сразу отметим, что при квантовании треморограмм мы получали некоторые выборки координат  $x_1 = x_1(t)$ , которые представляли положение пальца в пространстве по отношению к датчику регистрации координаты  $x_i$  (положение пальца в пространстве). Регистрировался набор дискретных величин  $x_i$ , т. е. выборок треморограмм  $x_i$ , как непрерывно изменяющихся координат. Эти выборки  $x_i$  для каждого интервала  $\Delta t_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ , где  $n = 15$  обычно в наших исследованиях) статистически обрабатывались. Далее  $x_1(t)$  дифференцировался, т. е. находилась скорость движения конечности  $x_2(t) = dx_1/dt$  и получался вектор  $x(t) = (x_1, x_2)^T$  в таком двумерном фазовом пространстве. Причём  $x_1$  и скорость  $x_2$  с позиций физики образовывали сопряжённые координаты для некоторого вектора  $x = x(t) = (x_1, x_2)^T$  в двумерном *фазовом пространстве состояний* (ФПС).

Одновременно использовался один из методов стохастики, широко применяемой в теории информации и термодинамике, в виде расчета значения энтропии Шеннона. Энтропия Шеннона связана с распределением вероятностей амплитуд колебаний движения. Фактически, это мера упорядоченности выборок  $x_i$  – компонент вектора состояния системы  $x(t)$  в *фазовом пространстве состояний* (ФПС). Характерно, что для странных аттракторов их  $f(x)$  для разных  $\Delta t_j$  получаются практически одинаковыми, что для ТМГ невозможно в принципе и это (неповторяемость  $f(x)$ , АЧХ и  $A(t)$ ) составляет сейчас основу эффекта Еськова – Зинченко [7].

Формальное определение энтропии для независимых случайных событий  $x$  с  $n$  возможными состояниями (от 1 до  $n$ ,  $p$  – функция вероятности) рассчитывается по формуле:

$$E = \sum_{i=1}^n p(i) \log_2 p(i), \text{ где } p \text{ – функция вероятности. Для равномерного распределения (как мы}$$

проверили экспериментально) обычно число  $k$  повторов выборок  $E$  бывает  $k \approx 98\%$ , что отлично от ТМГ при расчёте выборок в режиме неизменного психического и физиологического гомеостаза. Отдельно нами производилось сравнение значений  $E$  с особенностями функциональных состояний испытуемых. Это делалось для учёта возможных влияний *высшей нервной деятельности* (ВНД) на параметры ТМГ.

Для хаоса всегда получаем одинаковое равномерное распределение (инвариантность мер). Хаотические выборки всегда демонстрируют 97–99 % совпадений и имеют равномерное распределение, что демонстрирует динамический хаос Лоренца – Арнольда. Однако в нашем случае с ТМГ мы с исходными выборками треморограмм этого не имеем. Обычно для ТМГ мы в подобных матрицах имеем число совпадений не более  $k \approx 5$  %. В этом заключается эффект Еськова – Зинченко, когда число статистических совпадений выборок ТМГ или теплинграмм невелико, и мы имеем хаотическую динамику самих *функций распределения*  $f(x)$ . Выборки не могут быть повторяемыми, мы имеем «повторение без повторений» Н. А. Бернштейна. Суммарные значения числа пар совпадений выборок  $k$  для всех 15 серий представили для тремора устойчивость (статистическую) числа совпадений выборок. Общее число совпадений показало среднее значение  $\langle k \rangle$  для всех пятнадцати выборок  $k$  в пределах  $\langle k \rangle \leq 5$  % [4–7].

Таким образом, становится очевидным, что энтропия  $E$  даёт почти абсолютную статистическую устойчивость ( $k_s = 100$ ), а квазиаттракторы несколько ниже ( $\approx 70$  %) при психическом гомеостазе (в задачах регуляции тремора), а число совпадений выборок самих треморограмм для  $k$  при 15 сериях опытов тоже даёт высокую степень устойчивости этих  $k$  для ТМГ. Однако при этом сами выборки ТМГ очень далеки от стохастики ( $k \approx 5$  %).

В целом энтропия Шеннона  $E$  не даёт существенных различий для повторов измерения ТМГ подряд от одного испытуемого (100 совпадений пар из 105 разных) в сравнение с повторением самой энтропии. Если система находится в условном статическом состоянии (в гомеостазе регуляции тремора), то выборки повторить два раза подряд (произвольно!) совершенно невозможно, хаотически иногда происходят повторения отдельных выборок. Этот вывод составил основу эффекта Еськова – Зинченко в условиях многократных повторов испытаний одного человека в одном гомеостазе.

**Энтропийный подход в оценке треморограмм при охлаждении организма.** Можно ли объективно зарегистрировать изменения психического гомеостаза по параметрам ТМГ? Одновременно с этим возникает и закономерный второй вопрос – можно ли создать условия, при которых  $k$  изменяются, система регуляции тремора перейдёт в другой гомеостаз? В данной статье рассматривается влияние холодового воздействия на параметры *нервно-мышечной системы* (НМС) человека (треморограммы) у 3 групп испытуемых (1-я группа из 15 человек, не закаливающихся; 2-я группа из 15 человек, закаливающихся менее года; 3-я группа из 15 человек, закаливающихся более 2 лет). Для каждого испытуемого производилась регистрация параметров ТМГ до и после охлаждения организма как стресс-воздействия. Очевидно, что охлаждение вызывает определённый психогенный стресс и возмущение психического гомеостаза (наряду с физиологическими изменениями в самой НМС, т. е. это комплексное воздействие на психику и НМС. При этом охлаждении регистрировались стандартно (за  $\tau = 5$  сек.) треморограммы и затем для каждой полученной выборки производился расчет энтропии Шеннона  $E$ . В этом случае мы не использовали повтор измерений, а работали с группой в целом [2–4].

Отметим, что всегда для тремора у любого человека (если нет нарушений двигательных функций) мы имеем небольшие вариации энтропии  $E$ , что доказывают данные табл. 1. Поэтому использование группы из разных испытуемых или опыты с одним испытуемым дают несущественные различия. Однако имеет значение психический статус испытуемого или изменение его функционального гомеостаза. В нашем случае мы сейчас имеем сочетанные изменения и психики (стрессовая ситуация), и физиологических параметров НМС. В целом очень часто бывает весьма сложно чётко разделить доминанты ВНД или специфику физиологии периферической НМС, т. к. изменения на периферии всегда вызывают изменения и в ЦНС (ВНД всегда реагирует). Мы считаем, что это приемлемо именно для психофизиологии, которая и должна сочетать учёт психических и физиологических функций человека.

Как видно из данных табл. 1, первая группа испытуемых показала динамику (после охлаждения организма) в сторону небольшого увеличения энтропии Шеннона ( $E_{00} = 3,76$ ,

$E_{\text{после}} = 3,79$ ). Однако такие изменения, как показали наши расчёты, статистически не могут быть выявлены. Лица, не занимающиеся закаливанием организма, образовали эту первую группу, которая, очевидно, имеет и другие физиологические параметры, и психические (при реакции на стрессорное воздействие – охлаждение кисти). Вторая группа наблюдения представлена людьми более тренированными к холодовому стрессу, использующими закаливающие процедуры менее 1 года. Третья группа наблюдения – закаливающиеся на протяжении длительного времени (более 2 лет). Очевидно, что вторая и третья группы показали обратную динамику в сторону уменьшения (хотя и статистически незначимо) значения энтропии: для второй группы ( $E_{\text{до}} = 3,79$ ,  $E_{\text{после}} = 3,72$ ), для третьей группы ( $E_{\text{до}} = 3,75$ ,  $E_{\text{после}} = 3,70$ ) [1–6].

Это характерные изменения  $E$  в результате холодового воздействия у людей, которые адаптируются к холоду. Очевидно, что с позиций теоремы Гленсдорфа – Пригожина мы не получили существенных изменений  $E$ , т. е. скорость изменения (прироста) энтропии  $P = dE/dt$  у нас почти нулевая (с позиций статистики). При уходе из положения равновесия, ВНД, психический гомеостаз не показывают изменение энтропии  $E$ . Согласно базовой теореме термодинамики неравновесных систем, мы в точке равновесия (покое) должны иметь  $E \rightarrow \max$  а  $dE/dt \rightarrow 0$ . При уходе от равновесия  $E$  должно убывать (у нас для разных групп получается разная динамика  $E$ ), а  $dE/dt$  должно нарастать (у нас она статистически не изменяется, т. к.  $dE/dt = 0$ ). Это характеризует возможности стохастики и ТХС в оценке физиологических эффектов тремора при холодовом стрессе, когда точно известно об изменении ПГ (возникают болевые ощущения).

Таблица 1

**Результаты статистической обработки динамики поведения  $E$ -энтропии Шеннона для тремора до и после холодового воздействия (до–после) для трех групп испытуемых**

№	1-я группа – $E_1$		2-я группа – $E_2$		3-я группа – $E_3$	
	до	после	до	после	до	после
1	3,86	3,81	3,68	3,67	3,67	3,73
2	3,40	4,05	3,89	3,48	3,83	3,54
3	3,75	3,89	3,86	4,08	3,78	3,59
4	3,75	4,05	3,67	3,81	4,13	3,59
5	3,81	3,97	3,59	3,94	3,57	3,68
6	3,75	3,75	3,92	3,64	3,81	3,54
7	3,60	3,48	4,13	3,56	3,89	3,68
8	4,16	3,78	3,86	3,64	3,64	3,68
9	3,86	3,65	3,81	3,62	3,62	3,83
10	3,89	3,54	3,51	3,67	3,80	3,59
11	3,65	3,84	3,89	4,02	3,88	4,00
12	3,70	3,94	3,75	3,78	3,59	3,54
13	3,94	3,62	3,68	3,35	3,65	3,97
14	3,64	3,75	3,84	3,78	3,86	3,81
15	3,59	3,62	3,78	3,73	3,56	3,67
< $E$ >	3,76	3,79	3,79	3,72	3,75	3,70

Примечание: 1-я группа – 15 человек не закаливающихся, 2-я группа – 15 человек закаливающихся менее года, 3-я группа – 15 человек закаливающихся более 2 лет);  $E$  – значение энтропии Шеннона, < $E$ > – среднее значение энтропии Шеннона

Из полученных результатов значений энтропии Шеннона можно видеть, что при выходе организма из стационарного состояния (т. е. гомеостаза) изменение величин энтропий  $E$  происходит в сотых или в десятых долях значений. Это говорит о слабой чувствительности метода расчета  $E$  при использовании стохастических подходов для измерения параметров гомеостаза и сложных биосистем (*complexity*).

**Выводы:**

1. Расчет энтропий Шеннона  $E$  может быть использован в оценке адаптивных изменений в системе регуляции тремора (к холодным стрессорным воздействиям), но он обладает слабой чувствительностью и с позиций стохастики может быть вообще не применим для оценки холодного стресса. Требуются другие методы и критерии оценки холодного стресса и других изменений психического гомеостаза.

2. Оценка стрессорных изменений по параметрам треморограмм с помощью энтропии  $E$  не даёт существенных результатов. Это означает, что теорема Гленсдорфа–Пригожина для биомеханических систем не применима, скорость изменения энтропии  $P = dE/dt = 0$  при условии, что система регуляции тремора выходит из состояния равновесия (психического гомеостаза).

**Литература**

1. Даянова Д. Д., Гавриленко Т. В., Вохмина Ю. В., Игуменов Д. С. Стохастическая оценка моделей хаотической динамики биологических систем // Вестн. новых мед. технологий. Электрон. изд. 2014. № 1. С. 33.

2. Еськов В. М., Балтикова А. А., Буров И. В., Гавриленко Т. В., Пашнин А. С. Можно ли моделировать и измерять хаос в медицине? // Вестн. новых мед. технологий. 2012. Т. 19. № 2. С. 412–414.

3. Еськов В. М., Хадарцев А. А., Еськов В. В., Вохмина Ю. В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29. № 1. С. 44–51.

4. Еськов В. М., Газя Г. В., Майстренко Е. В., Болтаев А. В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечнососудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59–63.

5. Еськов В. М., Еськов В. В., Вохмина Ю. В., Гавриленко Т. В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физика. Астрономия. 2016. № 2.

6. Зимин М. И., Гавриленко Т. В., Берестин Д. К., Черников Н. А. Определение принадлежности объекта к хаотическим системам на основе метода структурной минимизации риска // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2014. № 4. С. 73–86.

7. Филатова О. Е., Берестин Д. К., Филатова Д. Ю., Кузнецова В. Н. Организация движений: произвольная непроизвольность или непроизвольная произвольность. Тула, 2015.

УДК 612.017.2-057.87-054(=1-81):613.12(574.2)

*Шибкова Д. З., Суюндикова Ж. Т.*  
*Shibkova D. Z., Suyundikova Zh. T.*

**ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТУДЕНТОК  
КОРЕННОГО И ПРИШЛОГО НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

**ECOLOGICAL-PHYSIOLOGICAL FEATURES OF WOMEN STUDENTS  
OF INDIGENOUS AND ECDEMIC POPULATION OF NORTHERN KAZAKHSTAN**

Проведенное комплексное исследование морфофункциональных и психофизиологических особенностей студенток коренного и пришлого населения Северного Казахстана позволило установить ряд особенностей, в частности выявлены межэтнические различия адаптационных реакций сердечно-сосудистой системы студенток, различия по уровню тревожно-

сти и нейродинамическим показателям. Независимо от национальной принадлежности студентов показатели, характеризующие подвижность и лабильность нервных процессов, соответствуют нижней границе возрастно-половой нормы.

*Ключевые слова:* эколого-физиологические особенности, коренное и пришлое население.

Внедрение новых ФГОС и модернизация основных образовательных программ, использование инновационных технологий обучения, интенсификация умственной деятельности вызывают у современных студентов напряжение компенсаторно-приспособительных механизмов, которое может отразиться на соматическом и психическом состоянии учащейся молодежи. Многочисленными авторами показано, что на соматическое и психофизиологическое здоровье человека существенное влияние оказывают климатогеографические (экологические) и этнические (генетические) особенности обследуемых контингентов населения [1–4; 7; 9]. Ряд авторов в своих работах убедительно доказывают, что соматическое и психофизиологическое здоровье обучающихся является определяющим условием эффективности образовательного процесса [8; 3; 5]. Следовательно, оценка особенностей адаптации учащейся молодежи различных климатогеографических, социально-экономических регионов проживания должна учитывать особенности морфофункционального экотипа, а критерии популяционной нормы должны разрабатываться с учетом этнических особенностей.

**Цель исследования** – выявить эколого-физиологические и этнические особенности студентов 17–20 лет коренного и пришлого населения Северного Казахстана в период адаптации к обучению в вузе.

**Организация и методы исследования.** Исследование проводилось на базе НИЛ «Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды» ФГБОУ ВПО Челябинский государственный педагогический университет и естественно-математического факультета Костанайского государственного педагогического института в период с 2009 по 2014 гг.

В исследовании приняли участие студентки дневной формы обучения по профилям «биология», «химия», «география» в возрасте от 17 до 21 года. Объем выборки составил 336 человек. Выборка была дифференцирована на две группы по критерию национальной принадлежности: первую группу составили студентки казахской национальности (коренное население), вторую группу – студентки славянских национальностей (русские, украинцы, белорусы) третьего-четвертого поколения пришлого населения. Оценка основных антропометрических показателей проводили по унифицированной методике В. В. Бунака (1968), используемой при скрининговых исследованиях. Для оценки состояния регуляторных систем организма использовали метод анализа вариабельности ритма сердца, отражающего условия адаптационно-компенсаторных механизмов целого организма. Сердечный ритм у студенток регистрировали с помощью аппаратно-программного комплекса «ВНС-микро» (ООО «Нейрософт», г. Иваново, Россия). Для изучения нейродинамических характеристик использовали аппаратно-программный комплекс «НС-ПсихоТест» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново, <http://www.neurosoft.ru>). Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета статистических программ Microsoft Excel 7.0., Statisticav. 6.0.

**Результаты исследования.** Проведенное комплексное исследование морфофункциональных, психофизиологических особенностей студенток включало: определение основных антропометрических параметров студенток коренной национальности с 1-го по 4-й курсы для выведения региональных нормативов; определение антропометрических параметров пришлого населения, расчет основных индексов физического развития, сравнительный анализ между этническими группами; исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы (в том числе особенности регуляции сердечного ритма) студенток сравниваемых этнических групп; исследование психофизиологических и нейродинамических особенностей студенток сравниваемых этнических групп.

Полученные в ходе комплексного исследования результаты позволили установить целый ряд этнических и эколого-физиологических особенностей:

- показаны особенности физиологической и психофизиологической адаптации популяции девушек 17–20 лет Северного Казахстана к комплексу климатогеографических факторов и условий образовательной среды в зависимости от этнической принадлежности;

- выявлены статистически достоверные различия основных антропометрических и физиометрических показателей физического развития, индексов пропорциональности физического развития, показателей функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной системы студенток коренного и пришлого населения;

- установлены межэтнические различия адаптационных реакций сердечно-сосудистой системы студенток, проживающих в Костанайской области. У студенток казашек в структуре variability сердечного ритма выявлено преобладание симпатического компонента с умеренно выраженным контуром централизации в регуляторных процессах; у студенток славянского происхождения в регуляторных механизмах преобладают парасимпатические рефлекторные воздействия на ритм сердца, что является наиболее эффективным вариантом нейровегетативного регулирования;

- установлены различия по уровню тревожности и нейродинамическим показателям: студентки казахской национальности характеризуются более высокими показателями личностной тревожности, низким уровнем психосоциальной адаптации, преобладанием флегматического и меланхолического типов темперамента; выявлены достоверные различия в точности пространственно-временного реагирования (по РДО), в общем числе ошибок сложной зрительно-моторной реакции, отражающей особенности концентрации внимания.

Независимо от национальной принадлежности студенток показатели, характеризующие подвижность и лабильность нервных процессов (ПЗМР и КЧСМ), соответствуют нижней границе возрастно-половой нормы.

**Заключение.** Выявленные в ходе исследования особенности морфофункционального и психофизиологического статуса, функционального состояния основных систем жизнеобеспечения и нервной систем коренного и пришлого населения Северного Казахстана расширяют представления о специфике долговременной адаптации представителей разных этнических групп к комплексу климатогеографических факторов и условий образовательной среды. На основании результатов исследования разработаны стандарты основных показателей физического развития казашек в возрасте 17–20 лет Костанайской области. Результаты исследования могут быть использованы при планировании и проведении региональных оздоровительных программ.

## Литература

1. Агаджанян Н. А., Баевский Р. М., Берсенева А. П. Проблемы адаптации и учение о здоровье : учеб. пособие. М. : РУДН, 2006. 284 с.
2. Агаджанян Н. А., Ермакова Н. В., Куцов Г. М. Эколого-физиологические особенности адаптивных реакций коренного и пришлого населения Эвенкии // Физиология человека. 1995. Т. 21. № 3. С. 106–115.
3. Айзман Р. И. Адаптация студентов к обучению в вузе в зависимости от этнонациональных особенностей // Онтогенез. Адаптация. Здоровье. Образование : учеб.-метод. комплекс. Кн. III. Адаптация и здоровье студентов : учеб.-метод. пособие / отв. ред. Э. М. Казин. Кемерово : КРИПКИПРО, 2011. Гл. 2. С. 218–238.
4. Айзман Р. И., Будук-Оол Л. К. Морфофункциональные показатели у студенток Тывинского государственного университета // Гигиена и санитария. 2009. № 3. С. 82–84.
5. Байгужина О. В., Шибкова Д. З. Обоснование выбора метода анализа ритма сердца при оценке адаптивной реакции организма студенток на действие ментальной нагрузки // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды : материалы междунар. науч.- практ. конф. : в 2 т. Челябинск : Челябин. гос. педагог. ун-т, 2008. С. 53–58.

6. Бунак В. В. Физическое развитие детей / Биология человека. М. : Мир, 1968. 330 с.
7. Иксымбаева Ж. С. Антропометрические особенности мониторинга студенчества г. Астаны // Док. нац. акад. наук республики Казахстан. 2009. № 6. С.90–92.
8. Казин Э. М. Образование и здоровье: медико-биологические и психолого-педагогические аспекты : моногр. Кемерово : КРИПКипРО, 2010. 214 с.
9. Литовченко О. Г. Особенности морфофункционального и психофизиологического развития уроженцев Среднего Приобья в возрасте 7–20 лет : дис. ... д-ра биол. наук. Челябинск, 2009. 285 с.

УДК 331.554:622.3(1-17) :613.6:504.75

*Ященко И. Г.  
Yashchenko I. G.*

## **СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВАХТОВОГО МЕТОДА ТРУДА НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

### **SOCIAL PROBLEMS OF SHIFT WORK BY EXAMPLE OF WEST SIBERIA**

В статье рассмотрен комплекс проблем разработки и эксплуатации нефтяных и газовых промыслов севера Западной Сибири, в число которых входят труднодоступность территорий, трудноизвлекаемые углеводородные ресурсы, климатическая неблагоприятность. Решение перечисленных проблем осложняется современными социальными вызовами нефтегазового комплекса. Рассмотрена целесообразность переработки трудноизвлекаемых углеводородов в непосредственной территориальной близости от их добычи для получения необходимых и ценных в условиях Севера нефтепродуктов, что будет способствовать развитию местных трудовых ресурсов и нормализации условий их комфортного и достойного проживания.

*Ключевые слова: Западная Сибирь, трудноизвлекаемые нефти, физико-химические свойства нефти, экологические и социальные проблемы, вахтовый метод труда.*

В 21 веке стало очевидным, что дальнейшее экономическое развитие России невозможно без освоения Арктики и северных территорий России, но на новой качественной основе с соблюдением экологических приоритетов. Общая площадь Российского Севера превышает 30 % территории России [1]. В соответствии с нормативными документами он включает часть Республики Саха (Якутия), регионы Мурманской и Архангельской областей, архипелаг Новая Земля Архангельской области, территории Таймырского, Ненецкого, Ямало-Ненецкого и Чукотского АО, части Республики Карелии и Республики Коми, а также земли и острова и прилегающие к ним внутренние морские воды, территориальное море и континентальный шельф. На этих территориях сосредоточены огромные ресурсы углеводородов – более половины прогнозируемых ресурсов нефти из Анадырско-Наваринского, Баренцево-Карского, Восточно-Арктического, Енисейско-Анабарского, Западно-Сибирского, Лено-Вилуйского, Лено-Тунгусского, Пенжинского, Притихоокеанского, Тимано-Печорского, Усть-Индибирского и Южно-Чукотского нефтегазоносных бассейнов. Известно, что Восточная Сибирь и Дальний Восток разведаны только на 6–8 %, а шельфы морей – лишь на 1 %. Согласно энергетической стратегии России главной нефтяной базой страны остаётся Западно-Сибирский бассейн. На основе информации из базы данных Института химии нефти СО РАН в Западной Сибири сосредоточено примерно 69 % месторождений Российской Федерации [3–5].

Роль ресурсов углеводородов Российского Севера в общем балансе топливно-энергетических ресурсов страны столь велика, что в дальнейшем без их освоения страна не



сможет успешно существовать и развиваться. Однако перечисленные выше регионы России являются труднодоступными и относятся к экстремальным и дискомфортным территориям, где проживание человека связано с сильным напряжением адаптационных систем организма и выраженным риском для здоровья. Например, для севера Западной Сибири характерны низкие температуры, значительная заболоченность, геомагнитные и гравитационные аномалии, повышенный радиационный фон, значительные перепады характеристик метеоэлементов в короткие промежутки времени, особенности светового режима, низкая устойчивость геосистем к различным видам техногенных воздействий, наличие геохимических провинций с избытками меди, ртути, радона и других биоактивных элементов, дефицит йода, селена и др.

Труднодоступность этих регионов обусловила развитие экспедиционно-вахтового метода разработки месторождений. В Западной Сибири подобная система труда существует уже более 50 лет. Пионером в этом деле стала Томская область, в частности производственное объединение Томскнефть, руководителем которого был Л. И. Филимонов, став впоследствии лауреатом Государственной премии СССР за внедрение вахтового метода разработки нефтяных месторождений в Западной Сибири.

Примечательно, что многие специалисты, исследуя социальные проблемы экспедиционно-вахтовой системы деятельности предприятий топливно-энергетического комплекса Севера утверждает о безальтернативности использования экспедиционно-вахтовой системы деятельности северных предприятия ТЭК в качестве основного способа промышленного освоения Крайнего Севера.

**Цель статьи** – показать возможность и необходимость развития территорий Севера коренным населением, обладающим более высокими нравственными устоями по отношению к данной территории, имеющим право на приоритет рационального и экологически оправданного природопользования.

Труд и весь образ жизни вахтовиков в Западно-Сибирском регионе имеет свою специфику, оказывающую влияние на функциональное состояние организма в силу особенностей формирования приспособительных процессов. Прежде всего, следует отметить низкую среднегодовую температуру, отрицательное воздействие на человеческий организм изменений поля Земли, пониженное содержание кислорода в воздухе, нарушение суточной периодичности полярного дня и полярной ночи, субарктические климатические условия, контрастность климата мест проживания и трудовой деятельности работника, число пересекаемых при вахтовых миграциях часовых поясов и т. д.

Использование вахтового метода высоко оценено производственниками за его технологическую и экономическую эффективность, однако в общественном мнении получило славу «самого бесчеловечного» метода. Более того, социальные основы северной вахты развивались крайне противоречиво, по «остаточному принципу», породив в сознании многих северян негативное отношение к вахтовому методу как к самому «негуманному» методу производственной деятельности.

Условия труда в геофизических и геологоразведочных партиях чрезвычайно тяжелые не только в физическом, но в большей степени в психологическом аспекте. Что же заставляет людей работать, мало того, годами находиться в столь агрессивных стрессогенных условиях? В большинстве случаев люди стремятся повысить свое благосостояние. Соответственно, к работе и к образу жизни на вахте они относятся как к временному периоду своей жизни. По данным специалистов анализ социального положения геологоразведчиков Ханты-Мансийского автономного округа говорит о большом проценте людей с неуверенностью в завтрашнем дне. Для них будущее – это проблема. А ведь большинство вахтовиков едут на «вахту» с одной целью – заработать финансовый потенциал для строительства своей дальнейшей жизни. В результате возникает парадоксальная ситуация: люди работают, чтобы построить свое будущее, но, работая на вахте, разрушают его. Происходит незаметная деградация личности. Человек как бы выпадает из своей родной культуры. Катастрофическая статистика разрушенных семей и острая проблема алкоголизма, как правило, сопровождают весь процесс развития вахтового метода труда.

Становится очевидным, что периодичное отсутствие человека дома постепенно изменяет образ жизни всей семьи. Семья вырабатывает психологические и эмоциональные механизмы жизни без мужа (жены), а дети, соответственно, без родителей. В результате происходит незаметное разделение, отчуждение человека-вахтовика от жизни не только в семье, но и в своей родной культуре.

На вахту съезжаются люди с абсолютно разных регионов. Север для них – это чуждая в климатическом и культурном плане территория. В результате человек попадает в дискомфорт: в физическом плане – это климат, жилье, работа; в душевном – окружение, не соответствие характеров, отрыв от семьи; и в духовном плане – традиции, верования, мировоззрение. Происходит спонтанный синтез личных устоявшихся культурных ценностей и норм поведения уже в коллективе. Никаких тестирований на межличностное соответствие в большинстве компаний не производится. Как следствие, неизбежны групповые и межличностные конфликты.

Одной из первостепенных причин такой ситуации является влияние образа жизни вахтового поселения. В этой среде сформирована своя собственная субкультура, с отличительными порядками, законами, моделями поведения и стилем жизни. Можно провести аналогию по формированию субкультурного пространства, например, на подводных лодках, в космических кораблях или в армии, где люди также живут в замкнутом коллективе, отдаленном от очагов общественной жизни. Но если говорить о космонавтах и подводниках, то совместимость экипажа и психологический климат – один из первостепенных вопросов при формировании команды. Сегодня развитием и функционированием экспедиционных поселений занимаются сами предприятия, которые используют вахтовый метод для реализации только своих производственных целей.

Предпосылки развития новой системы работы на Севере есть. Для этого необходимо развивать эту территорию не в направлении безрассудного выкачивания природных ресурсов, в направлении рационального развития и использования этих ресурсов. Так, Российский Север обладает уникальными запасами тяжелой нефти, которая в настоящее время относится к трудноизвлекаемым запасам углеводородного сырья [3]. Многие месторождения с такой нефтью законсервированы или эксплуатируются с низким коэффициентом нефтеизвлечения и рентабельностью. Кроме углеводородов тяжелые нефти содержат нафтеновые кислоты, сульфокислоты, простые и сложные эфиры, которые можно извлечь при переработке по специальной схеме. Стоимость этих компонентов в объеме товарной продукции, получаемой в результате переработки, может превосходить стоимость нефтепродуктов. В тяжелой нефти содержание тяжелых металлов сопоставимо уровню их кондиционных концентраций в рудах. В настоящее время извлечением из тяжелой нефти попутных компонентов пренебрегают сами нефтяные компании, и, кроме того, отсутствуют эффективные технологии извлечения, хотя это могло бы дать существенную прибыль нефтедобытчикам.

Например, ванадий и никель, извлекаемые из тяжелой нефти, качественно превосходят аналоги, получаемые из руды. Поэтому развитые страны предпочитают использовать именно «нефтяной» металл в инновационных технологиях, где требуется более высокая чистота, чем в литейном производстве. Следовательно, для повышения экономической эффективности освоения тяжелой нефти необходимы современные технологии, позволяющие расширить ассортимент товарной продукции, получаемой при добыче и переработке этого сырья, и учитывающие, что арктическая зона наиболее уязвима к различного рода загрязнениям с точки зрения ее климатических и природных особенностей.

Тяжелая нефть может стать основным природным источником производства дефицитных нафтеновых масел. Для российского Севера очень важно и целесообразно предприятия нефтепереработки максимально приблизить к местам добычи тяжелых нефтей, что разовьет нефтехимическое производство и его мощности, увеличит набор рациональных и высокоэффективных технологий. Север имеет все возможности стать крупнейшим производителем разнообразной нефтяной продукции и устойчиво поставлять ее на внутренний и, в пер-

спективе, внешний рынок. Развитие процессов нефтепереработки непосредственно в местах добычи нефти приведет к развитию всей инфраструктуры комплекса предприятий добычи, транспортировки и переработки сырья, модернизации трудовых ресурсов с более высокими нравственными ценностями и запросами, созданию условий комфортного, достойного проживания и культурного роста.

Отметим еще немаловажный факт о развитии коренных трудовых ресурсов – здоровье нефтяника и высокий риск заболеваемости. Исследования в Томской области показали [2], что проживание человека-вахтовика связано с сильным напряжением адаптационных систем организма и выраженным риском для здоровья. Все углеводороды являются токсикантами. Профессиональная заболеваемость нефтяников обусловлена комплексом неблагоприятных факторов производственной среды, таких как шум, вибрация, неблагоприятный микроклимат, частая смена метеорологических условий, резкие изменения атмосферного давления, значительные физические нагрузки. Однако статистическими исследованиями установлено [2], что количество заболеваний у коренных северян и пришлых рабочих нефтегазовых промыслов севера Томской области отличается, местные работники болеют меньше и процесс выздоровления значительно короче по сравнению с работниками вахтового труда.

Таким образом, Российский Север – регион особых интересов Российской Федерации, регион концентрации всех аспектов национальной безопасности (геополитических, экономических, оборонных, научных и социально-экономических интересов), требующий очень серьезной подготовки для рационального освоения в ближайшие 10–15 лет. К развитию данного региона не следует подходить традиционно и с типичными схемами, по которым осваивались полвека назад части территории Восточной и Западной Сибири, Дальнего Востока с хищническим потребительским отношением к экологии и природным ресурсам, что может быть было оправдано условиями того времени. Экологическое равновесие Севера очень хрупкое и уязвимое, требует к себе трепетного, осторожного и осмысленного отношения. Наименьшую конфликтность между экстремальной природной средой и тяжелыми условиями труда испытывают именно местные работники, обладающие устойчивостью как в физическом, так и в духовно-психологическом аспекте. Вахтовый метод труда не способен сохранить человека как личность, его целостность и уникальность, а значит, ведет к разрушению нравственности и культуры, что не приемлемо для освоения нашего уникального Российского Севера.

### **Литература**

1. Конторович А. Э. Энергоресурсы Российского сектора Арктики, главные направления и методы их освоения // Научно-технические проблемы освоения Арктики : науч. сессия общего собрания членов РАН 16 декабря 2014 г. / Рос. акад. наук. М. : Наука, 2014. С. 31–39.
2. Феногенетические маркеры адаптогенеза человека к условиям нефтегазопромыслов севера Сибири (новые технологии отбора контингента трудовых ресурсов на нефтегазопромыслах севера Сибири) : моногр. / под ред. Н. Н. Ильинских. Томск : Изд-во Томск. политех. ун-та, 2012. 420 с.
3. Яценко И. Г., Полищук Ю. М. Трудноизвлекаемые нефти: физико-химические свойства и закономерности размещения / под ред. А. А. Новикова. Томск : В-Спектр, 2014. 154 с.
4. Polishchuk Yu. M., Yashchenko I. G. Statistical analysis of regional variation in the chemical composition of Eurasian crude oils // Petroleum Chemistry. 2001. Vol. 41. № 4. P. 271–276.
5. Polishchuk Yu. M., Yashchenko I. G. Heavy oils: Regularities of spatial distribution // Neftyanoe Khozyaistvo – Oil Industry. 2006. № 2. P. 110–113.

## МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

УДК: 796.01-051:159.9

*Бабушкин Г. Д.*  
*Babushkin G. D.*

### ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

### PSYCHOLOGICAL FACTORS AFFECTING EFFECTIVENESS OF COMPETITIVE ACTIVITY OF HIGH SKILLS ATHLETES

Результативность соревновательной деятельности спортсменов высокого класса составляет 40 %, что свидетельствует о наличии факторов, влияющих на действия спортсмена в соревновательных условиях. Выявлены психологические факторы, оказывающие существенное влияние на соревновательную деятельность спортсменов. Высокий уровень сформированности специальных знаний и умений, позитивной составляющей мыслительной деятельности спортсмена, навыков психорегуляции и эмоционального интеллекта способствуют результативности соревновательной деятельности спортсменов.

*Ключевые слова: спортсмены высокого класса, результативность, соревновательная деятельность, психологические факторы.*

**Введение.** Соревновательная деятельность спортсмена обусловлена неоднозначным воздействием различных факторов на состояние, поведение и результаты соревновательной деятельности [1–3; 8]. Практика показывает, что результативность соревновательной деятельности во многих видах спорта составляет в среднем 40–50 %. То есть половина действий спортсмена не достигает поставленной цели: пловец не выполняет заявленный результат, гимнаст не выполняет заученные на тренировках упражнения, прыгун в высоту не преодолевает планку на заявленной высоте, штангист не поднимает заявленный вес и т. д. Нередко результаты соревновательной деятельности спортсменов оказываются значительно ниже тренировочных результатов. В ряде исследований соревновательной деятельности спортсменов различной квалификации и видов спорта показано влияние того или иного фактора, представлены экспериментально обоснованные средства и методы для повышения результативности соревновательной деятельности [3–7].

**Результаты исследования.** Изучение результативности соревновательной деятельности спортсменов различных видов спорта [1–3; 6] позволило нам обосновать влияние ряда психологических факторов на результативность соревновательной деятельности спортсменов высокого класса, у которых имеются соответствующие спортивные способности, в достаточной степени развиты физические качества, и имеется достаточно большой опыт участия в спортивных соревнованиях. На высоком уровне спортивной подготовленности существенное значение в результативности соревновательной деятельности приобретают психологические факторы, учету которых, по-видимому, не уделялось внимания на ранних этапах занятий спортом.

Одним из факторов, влияющих на результативность соревновательной деятельности спортсмена, является отношение тренера к спортсмену как к объекту деятельности тренера, а

не как к субъекту деятельности. В позицию объекта деятельности тренера спортсмена ставит существующая система подготовки, что существенно снижает самостоятельность спортсмена и его интеллектуальную активность в своём спортивном совершенствовании. Именно поэтому спортсмены затрудняются с реализацией своей подготовленности на соревнованиях, имеют недостаточно высокую результативность соревновательной деятельности, не достигают высокого уровня спортивного мастерства. В этой связи мы полагаем, что одним из путей повышения результативности соревновательной деятельности является перевод спортсмена с позиции объекта деятельности тренера в позицию субъекта своей деятельности. Управление процессом становления спортсмена субъектом деятельности должно начинаться на этапе начальной спортивной специализации, где участие в спортивных соревнованиях является составной частью подготовки спортсмена. Постановка спортсмена в позицию субъекта спортивной деятельности возможна в процессе систематического психологического сопровождения становления спортсмена субъектом деятельности и способствует проявлению самостоятельной интеллектуальной активности в процессе спортивного совершенствования.

Исследователи в области спортивной психологии в основном обращаются к следующим сферам личности: познавательной, мотивационно-потребностной, индивидуально-психологической, операционально-технической, эмоционально-волевой и, в меньшей степени, интеллектуальной. В интеллектуальной сфере личности заложен большой потенциал, который на сегодня в области спортивной деятельности еще не изучен, а в тренерской практике используется далеко не полностью. Проблема заключается в поиске путей и средств актуализации интеллектуальной активности спортсмена.

Базой для проявления интеллектуальной активности спортсменом является когнитивно-психологический ресурс, включающий специальные знания, умения, необходимые для контроля предстартового состояния и управления своим состоянием и поведением на соревнованиях. В нашей лаборатории «Психология спорта» проведено исследование по изучению и формированию специальных знаний и умений у спортсменов – конькобежцев [1]. Разработанная программа формирования специальных знаний и умений у юных конькобежцев. Экспериментальное исследование показало положительное влияние специальных знаний и умений на реализацию физической подготовленности конькобежцев в соревновательных условиях.

Мы полагаем, что сформированные у спортсменов необходимые знания и умения могут не использоваться в спортивной деятельности, а оставаться в памяти. Задача тренера состоит в актуализации имеющихся знаний и умений в процессе спортивной деятельности, что может заключаться в актуализации интеллектуальной деятельности спортсмена. Актуализация интеллектуальной активности спортсмена возможна с помощью методики процессуальных вопросов [1; 5], представляющей собой комплекс вопросов (отражающих действия спортсмена), задаваемых тренером (психологом) спортсмену. Методика представляет собой беседу со спортсменом с использованием процессуальных вопросов, предназначенных для запуска когнитивных процессов у спортсмена. В качестве примера приведем два вопроса:

1. Как ты можешь обеспечить себе успешность выступлений на предстоящем соревновании? При ответе на этот вопрос у спортсмена запускаются мыслительные процессы, направленные на поиск путей обеспечения собственного успеха при выступлении на соревновании.

2. Какими должны быть твои действия в день «настройки» на соревнование? При ответе на такой вопрос у спортсмена запускаются мыслительные процессы, позволяющие ему осмыслить свои действия в день «настройки» на соревнование и подобрать наиболее подходящие из них, освоенные им и используемые ранее.

В наших исследованиях выявлено влияние следующего психологического фактора – содержания предсоревновательной мыслительной деятельности спортсмена. Какое влияние может оказывать содержание предсоревновательной мыслительной деятельности на результаты предстоящего соревнования? На этот вопрос спортсмены затрудняются ответить. В наших исследованиях, проведенных на спортсменах различных видов спорта, показано су-

ществленное влияние содержания предсоревновательной мыслительной деятельности (её позитивной составляющей) на результаты выступления. В этом убедили нас результаты исследования спортсменов высокого класса (конькобежцев, стрелков из пистолета, тяжелоатлетов и пловцов-спринтеров). Можно утверждать, что успех в спорте начинается не только с желания, но и с состояния ума, образа мышления спортсмена. Это положение нашло своё подтверждение и при исследовании соревновательной деятельности тяжелоатлетов высокого класса (в сборе материала принимал участие С. О. Ковбель).

При анализе содержания предсоревновательной мыслительной деятельности у тяжелоатлетов высокий уровень позитивной составляющей выявлен у 9 человек: из них два заслуженных мастера спорта и два мастера спорта международного класса. Все спортсмены этой группы заняли 1–2 места в своих весовых категориях на соревнованиях высокого ранга (Чемпионат России, Кубок России, Кубок президента России). Спортсмены со средним и низким уровнем мыслительной деятельности заняли в своих весовых категориях 3–4 места и последующие.

Проведённое исследование на ряде соревнований тяжелоатлетов высокого класса позволяет утверждать о позитивном влиянии предсоревновательной мыслительной деятельности на успешность выступления на соревнованиях. Проведенный однофакторный дисперсионный анализ по Фишеру показал существенное влияние мыслительной деятельности. Коэффициент Фишера составил  $F_{рас.} = 19,8$  при  $F_{крит.} = 4,74$ .

Мы предполагали, что существенное значение в результативности соревновательной деятельности тяжелоатлетов высокого класса имеет эмоциональный интеллект. Для определения эмоционального интеллекта мы использовали методику Холла [8]. Эмоциональный интеллект характеризуется как совокупность ментальных способностей к пониманию собственных эмоций и эмоций других людей и к управлению эмоциональной сферой. Из пяти составляющих эмоционального интеллекта мы взяли первые три как наиболее характерные для занятий тяжелой атлетикой: эмоциональную осведомленность (ЭО), отражающую знание человеком своих сильных и слабых сторон; управление своими эмоциями (УЭ); самомотивацию (СМ), характеризующую стремление человека к поставленной цели. При максимуме в 18 баллов наиболее высокие показатели выявлены в: эмоциональной осведомленности (14 баллов); управлении эмоциями (14,6 балла); самомотивации (14,8 балла). У отдельных спортсменов они составляли 16 баллов. По-видимому, продолжительные занятия спортом способствуют повышению уровня развития перечисленных составляющих эмоционального интеллекта, который, в свою очередь, способствует достижению высоких спортивных результатов в тяжелой атлетике. Высокий уровень развития эмоционального интеллекта выявлен у 10 спортсменов. Причем в эту группу входят мастера спорта международного класса и заслуженные мастера спорта. Тяжелоатлеты с высоким уровнем эмоционального интеллекта заняли на соревнованиях (международный турнир на приз Яна Спарре и Кубок Президента России) 1–2 места, спортсмены со средним уровнем развития эмоционального интеллекта заняли 3–4 места и последующие. Проведение однофакторного дисперсионного анализа по Фишеру показало достоверное влияние эмоционального интеллекта на успешность выступления тяжелоатлетов,  $F_{рас.} = 5,65$  при  $F_{крит.} = 4,74$ . Мы предполагали, что мыслительная деятельность и эмоциональный интеллект взаимосвязаны между собой. Проведенный корреляционный анализ подтвердил наше предположение: между эмоциональным интеллектом и содержанием мыслительной деятельности имеется высокая корреляционная взаимосвязь  $r = 0,815$ . Практические действия спортсменов при управлении эмоциональным состоянием связаны с эмоциональной осведомленностью. Спортсмены знают свое состояние, умеют его определять и оптимизировать.

Анализ результатов выступлений пловцов-спринтеров на соревнованиях показал следующее. Спортсмены принимали участие в 56 стартах на различных соревнованиях. Улучшение заявочных результатов выявлено у 40 % выступавших, у 60 % – наблюдалось ухудшение результатов. Таким образом, значительная часть пловцов-спринтеров, не может реализо-

вать свою подготовленность на соревнованиях. Анализ психологических факторов показал следующее. В целом в группе пловцов выявлен средний уровень направленности предсоревновательной мыслительной деятельности уровень в пределах 46–53 баллов при максимуме 60 баллов. На основании полученных результатов можно предполагать, что средний уровень мыслительной деятельности пловцов (отражающий её недостаточно позитивную направленность) не способствует реализации в соревновательных условиях накопленного на тренировках потенциала.

Выявление уровня сформированности навыков психической саморегуляции у пловцов высокой квалификации показало следующее. В среднем по группе выявлен низкий уровень сформированности навыков психорегуляции: у двух пловцов выявлен высокий уровень, у двух – средний уровень, у остальных – низкий уровень. Это объясняет то, что пловцы не умеют сконцентрироваться на предстоящей деятельности, перед соревнованием в их сознание проникают отрицательные мысли, спортсмены не всегда справляются со своим состоянием. В итоге спортсмены с низким и средним уровнем развития навыков психорегуляции не всегда могут реализовать свои возможности на соревнованиях. Аналогичные результаты были выявлены при исследовании тяжелоатлетов высокой квалификации.

**Заключение.** Проведённое исследование позволило нам сформулировать следующие выводы. Результативность соревновательной деятельности спортсменов высокого класса составляет в среднем 40 %, что свидетельствует о наличии факторов, влияющих на действия спортсмена в соревновательных условиях. К этой группе факторов относятся психологические факторы, оказывающие существенное влияние на соревновательную деятельность спортсменов. Так, только высокий уровень сформированности специальных знаний и умений, позитивной составляющей мыслительной деятельности спортсмена, навыков психорегуляции и эмоционального интеллекта способствуют демонстрации высоких результатов на соревнованиях.

## Литература

1. Бабушкин Г. Д., Диких К. В. Интеллектуально-психологическая подготовка спортсмена. Омск : СибГУФК, 2013. 240 с.
2. Бабушкин Г. Д., Шумилин А. П. Когнитивно-психологический ресурс и его влияние на состояние и деятельность спортсмена // Рудиковские чтения : материалы междунар. науч. конф. психол. спорта. М. : РГУФК, 2009. С. 25–26.
3. Бабушкин Г. Д., Скорук Е. А. Переносимость психической нагрузки и её влияние на результативность соревновательной деятельности спортсменов // Омский научный вестник. 2014. № 3. С. 171–174.
4. Горбунов Г. Д. Психопедагогика спорта. М. : Сов. спорт, 2014. 320 с.
5. Пономарев П. Л. Гипноз в спорте высших достижений. М. : Сов. спорт, 2010. 294 с.
6. Рыбин Р. Е., Бабушкин Г. Д., Бачин В. П. Предсоревновательная подготовка пловцов высокой квалификации // Омск. науч. вестн. 2015. С. 187–191.
7. Шумилин А. П. Психолого-педагогическое обеспечение подготовки дзюдоистов к соревнованиям в системе многолетней спортивной тренировки. Красноярск : СФУ, 2010. 320 с.
8. Яковлев Б. П. Мотивация и эмоции в спортивной деятельности. М. : Сов. спорт, 2014. 312 с.

УДК 796.2-053.2:612(571.122)

*Баев К. А.*  
*Baev K. A.*

**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ДЕТЕЙ 12–13 ЛЕТ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ПЛАВАНИЕМ В УСЛОВИЯХ  
СУБАРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**MEDICOBIOLOGIC AND PSYCHOLOGICAL FEATURES OF CHILDREN  
12–13 YEARS OLD TRAINING SWIMMING IN SUBARCTIC ZONE TERMS  
OF WESTERN SIBERIA**

В статье приведены некоторые результаты влияния занятий плаванием на организм детей 12–13 лет в полугодовом наблюдении. Выявлены особенности развития школьников, занимающихся в спортивной секции плаванием с учетом проживания в субарктической зоне Западной Сибири.

*Ключевые слова:* плавание, физическая активность, средний школьный возраст, уровень здоровья, физическая подготовленность.

**Введение.** Согласно предварительным демографическим данным Росстата за январь 2015 г., по сравнению с прошлым годом уровень смертности повысился, а уровень рождаемости понизился на 2 % и 4 % соответственно. В совокупности с ростом смертности прогнозируемое уменьшение в предстоящем десятилетии количества работоспособного населения существенно повышает значимость сохранения здоровья детей как необходимого условия обеспечения будущего трудового потенциала страны.

Физическое и психическое здоровье человека зависит от его адаптации к окружающей среде, а регулятивную функцию адаптации обеспечивают функциональные системы организма. Перенапряжение приспособительных механизмов приводит к возникновению болезней при действии на организм интенсивных и длительных патогенных раздражителей. Воздействие факторов среды на человека происходит при активном участии его психики [2]. Отличительной особенностью Югорского Севера является продолжительная и холодная зима, резкие перепады температуры и атмосферного давления, дефицит ультрафиолета, измененный световой режим, геомагнитные возмущения. Все эти неблагоприятные факторы способствуют развитию различных форм краевой патологии и возникновению синдрома полярного напряжения, сопровождающегося недостатком кислорода в тканях [3].

Систематические физические нагрузки расширяют адаптационные возможности, повышают стрессоустойчивость организма человека, что весьма актуально для подростков, длительно проживающих в условиях Обского Севера РФ и постоянно испытывающих воздействие разнообразных стрессовых факторов [3].

Одним из основных интегративных показателей, характеризующих уровень и динамику здоровья детей является психофизиологическое состояние. В научной литературе при описании состояний человека используются различные обозначения: психические состояния, эмоциональные состояния, функциональные состояния организма, физиологические и психофизиологические состояния и др. Это связано с множественностью теоретических подходов и неоднозначностью терминологии.

Получение новых данных об уровне психофизиологического состояния учащейся молодежи, проживающей в Югре, представляет несомненный интерес и **составляет цель данной работы**. Появляется возможность не только получать важную информацию о текущей динамике исследуемых функций, но и прогнозировать их возможные изменения [1].



**Методы.** В исследовании участвовали 11 детей (8 мальчиков и 3 девочки) 12–13 лет СДЮСШОР «Олимп» (г. Сургут), регулярно занимающиеся плаванием.

Нами были использованы измерения, включающие:

1. Антропометрию: рост стоя и сидя, масса тела, окружность грудной клетки (вдох, выдох, пауза), окружность талии, окружность бедер, окружность запястья, длина рук и ног, ширина плеч и таза, сагиттальный и фронтальный диаметр грудной клетки.

2. Морфофункциональные показатели: ЧСС и АД в покое, кистевая динамометрия (правая и левая), жизненная емкость легких, ортостатическая проба по Морхаузу, проба Штанге (задержка дыхания на вдохе), ЧСС и АД в покое.

3. Математико-статистические методы обработки материалов исследования включили вычисления средней арифметической, среднего квадратичного отклонения, определения достоверности различий ( $p < 0,05$  по критерию Вилкоксона).

Результаты измерения антропометрических показателей представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Антропометрические показатели школьников 12–13 лет,  
занимающихся плаванием**

Показатели	ЭГ ( $n = 11$ )	
	Февраль	Ноябрь
Рост стоя, см	154,6 ± 7,8	156,2 ± 7,3*
Рост сидя, см	80,4 ± 4,1	80,8 ± 4,8*
Масса тела, кг	42,6 ± 6,4	43,6 ± 6,6*
ОГК вдох, см	80,8 ± 3,7	81,2 ± 5,2*
ОГК выдох, см	73,0 ± 3,8	73,4 ± 5,2*
ОГК пауза, см	75,4 ± 3,6	76,2 ± 4,9*
Окружность талии, см	62,6 ± 3,4	63,7 ± 3,9*
Окружность бедер, см	80,0 ± 6,8	81,1 ± 5,0*
Окружность запястья, см	14,4 ± 0,7	14,6 ± 1,0*
Длина руки, см	67,8 ± 3,5	68,4 ± 3,7*
Длина ноги, см	81,2 ± 4,1	82,8 ± 4,7*
Диаметр (ширина) таза, см	23,8 ± 1,9	24,7 ± 2,2
Диаметр (ширина) плеч, см	33,9 ± 1,9	34,8 ± 1,5
Фронтальный диаметр ГК, см	23,0 ± 0,6	23,4 ± 1,0
Сагиттальный размер ГК, см	15,8 ± 0,9	17,1 ± 0,8
Показатель Пинье, усл.ед.	33,0 ± 6,5	29,7 ± 6,8
Индекс Эрисмана, усл.ед.	-40,6 ± 2,8	-39,1 ± 2,4

Примечание: \* – статистически значимые различия внутри группы,  $p < 0,05$  по данным критерия Вилкоксона.

Из таблицы видно достоверное повышение антропометрических показателей: рост стоя и сидя, масса тела, окружности грудной клетки, длина рук и ног, диаметр (ширина) плеч и таза, фронтальный диаметр грудной клетки. В частности, в данной группе наблюдается увеличение роста тела с  $154,6 \pm 7,8$  см до  $156,2 \pm 7,3$  см, окружности грудной клетки на вдохе с  $80,8 \pm 3,7$  см до  $81,2 \pm 5,2$  см, окружности талии с  $62,6 \pm 3,4$  см до  $63,7 \pm 3,9$  см, диаметр (ширина) плеч с  $33,9 \pm 1,9$  см до  $34,8 \pm 1,5$  см, длины рук и ног с  $67,8 \pm 3,5$  см,  $81,2 \pm 4,1$  см до  $68,4 \pm 3,7$  см,  $82,8 \pm 4,7$  см соответственно. Отметим, что по индексу Эрисмана идет положительная тенденция развития грудной клетки, так как данный показатель изменился с  $-40,6 \pm 2,8$  усл.ед. до  $-39,1 \pm 2,4$  усл. ед. При этом у школьников-пловцов показатели антропометрического развития выше, чем у сверстников, что подтверждается исследованиями ряда авторов. В силу резкого увеличения длины рабочих рычагов и площади гребущих поверхностей (за это время длина руки увеличивается на 11,5 %, а площадь кисти на 31,1 %) и отста-

вания прироста силовых и скоростно-силовых возможностей происходит некоторое ухудшение качества выполнения фаз захвата и подтягивания. Юные пловцы стремятся как можно быстрее перейти к фазе отталкивания, теряя опору в первой половине гребка.

Результаты измерения морфофункциональных показателей представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Морфофункциональные показатели детей 12–13 лет,  
занимающихся плаванием**

Показатели	ЭГ (n = 11)	
	Февраль	Ноябрь
Динамометрия правая, кг	17,5 ± 2,7	19,1 ± 3,6
Динамометрия левая, кг	15,7 ± 3,0	16,6 ± 4,2
ЖЕЛ, мл	2 880 ± 442,4	3 137 ± 627,6
ЧСС покое, уд./мин	79,6 ± 8,3	84,6 ± 9,5
ЧСС нагрузка, уд./мин	128,3 ± 12,7	132,7 ± 13,4
ЧСС восст, уд./мин	92,2 ± 9,2	98,2 ± 11,7
Ортопроба, уд./мин	97,6 ± 8,7	94,6 ± 9,2
САД, мл рт.ст.	116,7 ± 6,3	113,6 ± 10,0
ДАД, мл рт.ст.	62,8 ± 7,6	61,5 ± 8,6
Проба Штанге, сек	67,0 ± 21,6	64,3 ± 17,8
СИ, усл. ед.	0,41 ± 0,06	0,44 ± 0,06
ЖИ, усл. ед.	68,1 ± 9,9	72,2 ± 10,1
ИР, усл. ед.	93,1 ± 12,7	96,2 ± 15,3

Примечание: ЖЕЛ – жизненная емкость легких, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, СИ – силовой индекс, ЖИ – жизненный индекс, ИР – индекс Робинсона.

Из таблицы видно повышение всех морфофункциональных показателей, кроме ортопробы, пробы Штанге и артериального давления. Отметим, что результаты в сит-тесте при более низком ЧСС в покое в феврале, ЧСС после нагрузки был ниже и восстановление ЧСС проходило более быстрее, чем в ноябре. Это говорит о лучшей физической подготовленности в первом срезе. Ухудшение показателей связано с летними каникулами, когда спортсмены не тренируются два месяца.

С помощью специальных опросников и цветового теста Люшера производили оценку вегетативного коэффициента и аутогенной нормы, показатели реактивной и личностной тревожности, АТ-нормы (табл. 3).

Из таблицы видно изменение психофизиологических показателей *реактивная и личностная тревожность*, но все равно они находятся в зоне умеренной тревожности (31–45 усл. ед.). Значение вегетативного коэффициента в двух срезах меньше 1, что говорит об усталости, склонности к сохранению, накоплению сил. Показатель АТ-нормы меньше 16 усл. ед. и характеризует психический комфорт, психическая работоспособность находится на высоком уровне.

Таблица 3

**Оценка вегетативного коэффициента и аутогенной нормы,  
показатели реактивной и личностной тревожности, АТ-нормы**

Показатели, усл. ед.	ЭГ (n = 11)	
	Февраль	Ноябрь
Реактивная тревожность	30,7 ± 5,0	39,3 ± 9,1
Личностная тревожность	34,0 ± 6,6	37,7 ± 10,0
Вегетативный коэффициент	0,98 ± 0,4	0,98 ± 0,3
АТ-норма Люшер	12,7 ± 9,3	13,8 ± 6,9
Психическая работоспособность	9,6 ± 3,7	10,0 ± 3,1

Результаты исследований не противоречат предположению о том, что регулярные занятия плаванием оказывают положительное стимулирующее влияние на физическое развитие и физическую подготовленность детей 12–13 лет. Показатели антропометрического развития у школьников-пловцов выше, чем у сверстников в показателях роста, окружности грудной клетки, длины рук и ног, индекса Эрисмана. Сверстники, не занимающиеся плаванием по морфофункциональным показателям уступают школьникам-пловцам по показателям жизненной емкости легких, динамометрии правой и левой руки, пробе Штанге, индекса Робинсона. При рассмотрении психофизического состояния наблюдается повышение реактивной и личностной тревожности, аутогенной нормы по Люшеру и психической работоспособности.

### **Литература**

1. Баев К. А., Логинов С. И., Апокин В. В. Влияние регулярных занятий плаванием на физическое развитие детей (исследование в рамках разработки медико-биологического паспорта здоровья юного спортсмена) // Теория и практика физич. культуры. 2013. № 6. С. 89–93.
2. Дружилов С. А., Олещенко А. М. Психические состояния человека в труде: теоретический анализ взаимосвязей в системе «Свойства личности – Состояния – Процессы» // Психологические исследования. 2014. Т. 7. № 34. С. 10.
3. Логинов С. И. Физическая активность: методы оценки и коррекции. Сургут. гос. ун-т. Сургут : Изд-во СурГУ, 2005. 34 с.

УДК 796.01:612.017.2:613.12(1-17)

*Баус М. С.  
Baus M. S.*

## **ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА**

### **PHYSICAL CULTURE FEATURES IN TERMS OF REGION OF THE NORTH**

В статье рассмотрено влияние сурового и некомфортного климата Севера на здоровье человека, который занимается физической культурой.

*Ключевые слова: спорт в условиях Севера, северные районы, физическая культура.*

Природные условия в северных районах могут оказывать влияние на состояние здоровья живущих здесь людей и тем самым формировать неблагоприятный фон для жителей. Особенно интересно, как оказывают влияние природные условия на организм людей, которые занимаются физической нагрузкой. Хотя правильная физическая нагрузка может способствовать оптимизации тренировочного процесса и предупреждать функциональные нарушения.

Факторами риска для здоровья человека в экстремальных условиях Севера являются холод, специфическая фотопериодичность, световое и кислородное голодание в холодное время года, нестабильность барометрического давления и состояния магнитосферы. На земном шаре не существует столь критических для существования человека территорий, за исключением, возможно, Антарктиды [1].

На организм спортсменов помимо суровых природно-климатических условий оказывает влияние повышенная физическая нагрузка. Современный спорт высших достижений ставит перед спортсменами необходимость преодолевать крайне тяжелые, а в ряде случаев и запредельные психоэмоциональные и физические нагрузки. Необходимость роста спортив-

ных достижений заставляет непрерывно повышать объемы и интенсивность тренировок, поэтому нагрузки увеличиваются, что обычно неблагоприятно влияет на состояние здоровья спортсменов [4].

Важную роль в адаптивных перестройках организма на Севере играют сердечно-сосудистая и дыхательная системы, ответственные за кислородный режим организма. Деятельность этих систем чаще всего становится фактором, лимитирующим развитие приспособительных реакций организма в процессе его адаптации к различным условиям внешней среды.

Настоятельная необходимость усиления внимания к проблеме здоровья спортсменов обусловлена тем, что среди них патология внутренних органов стала встречаться чаще.

Также особое внимание нужно уделить детям в северных районах. Детское население является наиболее чувствительным контингентом, быстро реагирующим на любые воздействия окружающей среды. Организм ребенка, находящийся в процессе развития, в большей степени, чем организм взрослого, подвержен воздействию климатогеографических условий Севера. Кроме того, на организм школьников воздействует интенсивная учебная нагрузка без учета психофизиологических особенностей и высокий уровень двигательной активности, который испытывают школьники на спортивных тренировках. Данные факторы являются своего рода функциональной нагрузкой для растущего организма.

Установлено, что элитные спортсмены имеют повышенную чувствительность не только к респираторным инфекциям, но также к ряду других инфекций. При интенсивных нагрузках понижаются барьерные свойства кожи и слизистых, отмечается повышение числа микробных штаммов, имеющих признаки патогенности [2].

Разработка современных методик подготовки спортсменов должна базироваться на знании факторов, ограничивающих адаптационные механизмы организма конкретного спортсмена в связи с используемыми нагрузками и индивидуальным уровнем здоровья [3]. Анализ современной литературы, касающейся социальных и биологических аспектов жизнедеятельности человека, подвергающегося значительным физическим и психологическим нагрузкам, показал, что основное внимание в спортивной физиологии и медицине как в России, так и за рубежом уделяется поиску количественных критериев, характеризующих состояние нормы, напряжения, адаптированности, предпатологии и патологии. К числу наиболее важных и нерешенных сторон этой проблемы относится выяснение пределов допустимых отклонений в функциональных системах организма, возникающих под воздействием физических нагрузок большой интенсивности и объема; создание унифицированных методов диагностики различных состояний организма, краткосрочных и долгосрочных прогнозов здоровья [4]. Нарушение устойчивости физиологических функций, развитие доклинических и клинических состояний вызывает необходимость в коррекции учебно-тренировочного процесса и поддержки защитных сил организма на должном уровне.

Поэтому применение диагностико-прогностического контроля в адаптивном биоуправлении объективизирует процесс программирования нагрузок и отдыха, дает возможность активизировать восстановительные процессы и предотвратить развитие хронического физического перенапряжения, другие повреждения в организме спортсмена. Трудность решения данной проблемы заключается прежде всего в необходимости отбора информативных критериев адаптивных изменений гемодинамики, биохимического, иммунологического и психофизиологического аспекта, поскольку при достижении высоких результатов в спорте отдельные педагогические характеристики, морфометрические показатели, ряд параметров гемодинамики регистрируемых в стационарном состоянии организма, становятся относительно малоинформативными. При этом на этапе высших спортивных достижений все большее значение приобретают результаты экспертных оценок стиля деятельности, подготовленности и состояния организма человека.

## Литература

1. Гаркави Л. Х., Квакина Е. Б., Кузьменко Т. С. Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакции и активации как путь к здоровью через процессы самоорганизации. М. : Имедис, 2003. 654 с.
2. Геселевич В. А., Макарова Г. А. Актуальные вопросы спортивной медицины: избранные труды. М., 2004. С. 201–209.
3. Иорданская Ф. А. Мониторинг здоровья и функциональная подготовленность высококвалифицированных спортсменов. М. : Сов. спорт, 2006. 184 с.
4. Соколовский В. С. Современные аспекты адаптации организма человека к напряженной мышечной деятельности // Физическая культура в профилактике, лечении и реабилитации. 2006. № 2 (17). С. 13–19.

УДК 796.421.034(1-17)

*Березуцкий В. И.*  
*Berezutskiy V. I.*

### СКАНДИНАВСКАЯ ХОДЬБА КАК СРЕДСТВО МАССОВОЙ ФИЗКУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

#### NORDIC WALKING AS MEANS OF PHYSICAL TRAINING IN THE NORTH

Статья посвящена скандинавской ходьбе – набирающему популярность виду физической культуры. Аналитический обзор научной литературы свидетельствует о преимуществах скандинавской ходьбы, позволяющих использовать ее как средство массовой физической культуры в условиях Севера.

*Ключевые слова: северная ходьба, физическая культура, Север.*

Развитие массовой физической культуры и спорта способствует повышению уровня здоровья населения и формированию здорового морально-психологического климата в обществе. Именно потому, что будущее любой страны определяется здоровьем ее граждан, возрастает роль спорта и физической культуры в деятельности государства по укреплению общества. Физическая культура – это одна из частей общей культуры, которая также определяет поведение человека в области учебы, производства, в быту и общении, способствует решению социально-экономических, воспитательных и оздоровительных задач [13]. Особенно важна роль физической культуры в адаптации организма человека к неблагоприятным климатическим условиям Севера, определяющие развитие у его обитателей «синдрома полярного напряжения». Обобщенные данные позволяют определить основные составляющие звенья «синдрома полярного напряжения»: липидная гиперпероксидация; недостаточность детоксикационных процессов и выделительных процессов; расстройства северного типа метаболизма; северная капиллярно-трофическая недостаточность; северная тканевая гипоксия; иммунная недостаточность; гиперкоагуляция крови; полиэндокринные расстройства; регенераторно-пластическая недостаточность; нарушения электромагнитного гомеостаза; функциональная диссимметрия межполушарных взаимоотношений; десинхроноз; психоэмоциональное напряжение; метеопатия [18].

Для организации массовых занятий физической культуры необходим вид физической нагрузки, доступный всем или почти всем членам общества. В условиях северных широт выбор таких занятий сильно ограничен, и поэтому особый интерес вызывает скан-

динавская ходьба. С каждым годом во всем мире растет ее популярность. В настоящее время скандинавская ходьба широко практикуется в более чем сорока странах мира, в двадцати из которых функционируют национальные организации-участницы Международной ассоциации северной ходьбы. На данный момент число людей, занимающихся этим видом физической культуры, превысило 10 миллионов [10].

Нордическая ходьба может называться «ходьбой с палками», «северной ходьбой», «нордической ходьбой», «финской ходьбой» (англ. Nordic Walking). Это вид ходьбы на свежем воздухе с использованием специальных палок, похожих на лыжные, впервые появился в 1930-х годах в Финляндии как летний вариант тренировок лыжников. Таких спортсменов стали называть «болотными лыжниками». Как выяснилось на соревнованиях, спортивные достижения у них оказались значительно выше. Развитие северной ходьбы в нынешнем виде связано с деятельностью школьного учителя, а сейчас профессора факультета физического обучения и спортивных наук финского университета в городе Ювяскюля Леены Йяяскеляйнен, которая с 1966 г. активно внедряла ходьбу с палками в качестве «новых идей физического воспитания школьников» [15]. Северная ходьба является усиленным видом обычной ходьбы, при которой специальные палки используются для достижения большей нагрузки на мышцы плечевого пояса, чем при обычной ходьбе. Единственное используемое снаряжение – специальные палки. Они должны соответствовать росту, нагрузкам, которые планируется получать в ходе ходьбы, состоянию здоровья и не могут быть универсальными для всех. Во многом эффективность нордической ходьбы зависит именно от палки. В отличие от обычных лыжных палок палки для нордической ходьбы имеют специальный темляк – перчатку, с помощью которой палка крепится к кисти. Благодаря темляку техника скандинавской ходьбы отличается от любой другой, так как максимально задействованы мышцы верхнего плечевого пояса. Такое количество мышц не могут задействовать ни обычные палки для лыж, ни палки для трекинга [17].

В момент толчка палкой руки, плечи и спина стимулируются более активно, а суставы нижних конечностей и позвоночника получают меньшую нагрузку по сравнению с обычной ходьбой. Это позволяет рассматривать скандинавскую ходьбу не только как физкультурно-оздоровительную технологию, но и как метод лечебной физкультуры. Перспективы скандинавской ходьбы очевидны при заболеваниях сердечно-сосудистой и дыхательной системы, опорно-двигательного аппарата, а также при ожирении [9]. На данный момент северная ходьба приобретает популярность среди пенсионеров как доступное средство досуга и оздоровления.

Нордическая ходьба имеет ряд очень важных преимуществ, которые обеспечивают высокую эффективность в качестве средства массовой физической культуры. Она практически не имеет противопоказаний, заниматься ей могут люди с самым слабым уровнем физической подготовки [1]. Медико-биологические и клинико-функциональные аспекты северной ходьбы уже хорошо изучены: она нашла применение в лечебной физкультуре сердечно-сосудистой патологии [5] при реабилитации постинфарктных и постинсультных больных [8]. Уже разработана и успешно используется методика применения северной ходьбы в лечении паркинсонизма [11]. Также разработаны и применяются методики северной ходьбы для больных с сочетанной патологией [6], людей пожилого и старческого возраста. Для последних характерна боязнь получения травм и боязнь падений, приводящая к осознанному ограничению физической активности. Возможность опираться на обе палки при занятиях нордической ходьбой и переносить на них вес тела, создает у пожилых людей ощущение большей опоры и безопасности. Занятия нордической ходьбой позволяют уменьшить дефицит общения, стимулируют приобретение новых дружеских связей и социализацию. Одним из важных преимуществ нордической ходьбы является ее доступность и простота. Учтявая, что заниматься этим видом ходьбы можно практически при любой погоде, в любом месте, подходящем для пеших прогулок, а инвентарь для занятий прост и легок, нордическая ходьба становится все более популярной именно среди пожилых людей. Большинство пожилых людей,

занимающихся нордической ходьбой, отмечают положительные изменения в их самочувствии и настроении [16].

Сосудистые и неврологические заболевания, сопровождающиеся расстройством координации и головокружением, являются показанием для применения северной ходьбы в качестве средства лечебной физкультуры. Палки повышают устойчивость при движении по маршрутам терренкура. Тренируются выдержка, сила, подвижность, координация движений. Многие заболевания опорно-двигательного аппарата, являющиеся причиной ограничения физической активности, не помеха для северной ходьбы. Систематические занятия активизируют кровоснабжение костной и хрящевой ткани, связочного аппарата, способствуют увеличению выработки количества и улучшению качества синовиальной жидкости, повышению плотности костных тканей. С учетом того, что в работу вовлекается 90 % связок и мышц, метод применим для реабилитации и вторичной профилактики практически всех болезней и травматических повреждений опорно-двигательной системы. При необходимости уменьшить напряжение мышц шеи и плеч можно перераспределить нагрузку на мышцы корпуса и нижних конечностей. При проблемах суставов нижних конечностей нагрузка при ходьбе перераспределяется благодаря палкам на плечевой пояс. Очень важно, что дозирование такого индивидуального перераспределения нагрузки между верхним и нижним поясом конечностей не требует специальных знаний и подготовки.

Это групповой и потому социальный вид фитнеса, который позволяет общаться с коллегами из группы во время ходьбы на всем протяжении занятия, что способствует социально-психологической адаптации. Благодаря тренировкам на свежем воздухе клетки интенсивнее насыщаются кислородом и эффективнее очищаются от токсинов, повышается стрессоустойчивость организма, так как ритмически повторяющиеся движения, свежий воздух и постоянно меняющиеся пейзажи прекрасно успокаивают и помогают снять последствия стресса. Вовлечение в работу большой мышечной массы обеспечивает сжигание большого количества адреналина, который неминуемо вырабатывается под влиянием интеллектуальных и психоэмоциональных нагрузок. Это способствует укреплению иммунитета, стабилизации центральной и вегетативной нервной системы. При этом отмечается нормализация процессов возбуждения и торможения, составляющих основу деятельности мозга. В результате частых повторений определенных двигательных приемов создаются новые очаги возбуждения, между которыми устанавливается временная условно-рефлекторная связь. Появление таких стойких центров возбуждения в коре головного мозга помогает подавлять патологические очаги возбуждения и формировать правильный двигательный стереотип [14].

Совершенствование в этом виде нагрузок не несет внешнего «конкурентного» соревновательного элемента. Занимающийся соревнуется сам с собой. Это сохраняет одну из главных мотивирующих составляющих спорта – «дальше, быстрее, сильнее». Каждый маленький успех укрепляет у такого человека уверенность в своих силах, повышает его способность преодолевать не только физические, но и психологические барьеры, повышает его личностную самооценку [4]. Так создаются предпосылки для решения задач формирования общекультурных компетенций в части готовности к самостоятельному использованию физических упражнений для обеспечения успешной социальной и профессиональной деятельности [12].

Лыжные палки позволяют во время ходьбы задействовать до 90 % мышц тела человека, это увеличивает затраты энергии на 20–40 % по сравнению с обычной ходьбой. Нордическая ходьба увеличивает максимальное потребление кислорода на 20–25 %, являясь при этом на 45 % эффективнее, чем обычная ходьба. Благодаря использованию палок пульс увеличивается в среднем на 10–15 % по отношению к обычной ходьбе. Сжигается около 450 калорий в час, что намного больше, чем при ходьбе без палок. Как для молодых, так и для пожилых людей эти преимущества очень важны, так как их организм нуждается в энергозатратной физической нагрузке для своего полноценного функционирования [19]. Более «классические» виды физических нагрузок, требующие высокого энергопотребления, такие как тяжелая атлетика, спортивная гимнастика, легкая атлетика доступны далеко не всем. Вовлечение в

нагрузку большой мышечной массы активирует выработку тестостерона и соматотропного гормона, что способствует наращиванию мышечной массы. Нордическая ходьба тренирует сердечно-сосудистую систему, стимулирует кровообращение и работу внутренних органов, снижает уровень холестерина в крови и поддерживает эластичность сосудистой стенки.

Методики нордической ходьбы апробированы для школьников во многих школах РФ [2], для студентов во многих вузах РФ [3] и для пожилых людей [7], полученные результаты позволяют рекомендовать ее к широкому применению в качестве средства массовой физкультуры на Севере.

### **Литература**

1. Алексеева Н. В. Технология обучения скандинавской ходьбе как компоненту здорового образа жизни // Вестн. ЛГУ им. А. С. Пушкина. 2013. № 4. С. 111–115.
2. Алексеева Н. В. Формирование культуры здоровья современного подростка с помощью занятий «Скандинавской ходьбой» // Царскосельские чтения. 2013. № XVII. С. 307–310.
3. Алёшина Е. И., Подосёнков А. Л., Шивринская С. Е. Скандинавская ходьба как средство физического воспитания студентов: научно методические основы // Фундамент. исследования. 2014. № 9. С. 1732–1736.
4. Астахов Д. А. Формирование и коррекция самооценки личности в процессе занятий физической культурой // Ученые записки университета Лесгафта. 2008. № 10. С. 5–9.
5. Гоженко Е. А., Усенко Е. А., Чабанюк Т. В. Клинико-патогенетическое обоснование применения лечебной дозированной «нордической» ходьбы у пациентов с сочетанной сердечно-сосудистой патологией // ЗМЖ. 2013. № 4 (79). С. 069–072.
6. Дейнеко В. В. Некоторые оздоровительные эффекты северной ходьбы при сочетанных заболеваниях // Здоровье – основа человеческого потенциала. 2013. № 2. С. 744–746.
7. Качан Е. Ю., Терехина Р. Н., Трофимова С. В. Роль умеренной физической активности в пожилом возрасте: медико-социальные аспекты занятий финской ходьбой с палками // Ученые записки университета Лесгафта. 2013. № 1 (95). С. 68–71.
8. Князюк О. О., Абрамович С. Г., Амосова Т. Л. Метод «скандинавской ходьбы» в реабилитации больных инфарктом миокарда на иркутском курорте «Ангара» // Сиб. мед. журн. 2014. № 6. С. 44–46.
9. Колесников И. В. Финская ходьба – эффективный способ привлечения людей к систематическим занятиям физической культурой // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2013. № 2. С. 762–763.
10. Крысюк О. Б., Волков А. В. Северная ходьба в России сегодня и завтра // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути решения. 2013. № 2. С. 768–773.
11. Кривонос О. В., Смоленцева И. Г., Амосова Н. А. Реабилитация нарушений ходьбы с застываниями у больных с болезнью Паркинсона: методы коррекции в амбулаторных условиях // Саратов. науч.-мед. журн. 2013. № 4. С. 923–927.
12. Кузнецова В. С. Скандинавская ходьба как форма занятий физической культурой для студентов вузов // Биолог. вестн. Мелитопол. пед. ун-та им. Б. Хмельницкого. 2015. № 1а. С. 90–95.
13. Саханский Ю. В. Развитие спорта и физической культуры в рамках социальной политики государства // Инновации в науке. 2015. № 6 (43). С. 150–154.
14. Скидан М. Н., Порубайко Л. Н. Влияние физических упражнений на ЦНС студентов // Междунар. журн. эксперимент. образования. 2015. № 4. С. 225–228.
15. Тимербаев Р. Р. Современное направление физической культуры – ходьба с палками // Система ценностей современного общества. 2015. №43. С. 161–163.
16. Трубникова Н. В. Методика самостоятельных занятий лиц пожилого возраста при подготовке к сдаче нормативов ВФСК ГТО // Пед. образование в России. 2014. № 12. С. 200–203.



17. Федякин А. А. Особенности оздоровительно-тренировочного воздействия ходьбы с палками (NORDIC WALKING) на организм человека // Вестн. Адыгейск. гос. ун-та. 2012. № 2. С. 234–239.

18. Хаснулин В. И., Хаснулин П. В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 3–11.

19. Шепеленко Г. П., Прусик К. П., Ермаков С. С. Терминологические понятия и структурные особенности техники ходьбы с палками // ППМБПФВС. 2012. № 11. С. 108–112.

УДК 796.01:612.014.4:613.12(1-17)

*Березуцкий В. И.  
Berezutskiy V. I.*

## **СПОРТ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА**

## **SPORTS IN NORTH CONDITIONS**

Аналитический обзор научной литературы посвящен особенностям спорта в условиях Севера. Приведены данные о влиянии на здоровье спортсменов экстремальных условий Севера: холода, фотопериодичности, кислородного и светового голодания, нестабильности магнитосферы.

*Ключевые слова: Север, спорт, синдром полярного напряжения, фотопериодичность.*

Дискомфортный и суровый климат Севера предъявляет повышенные требования к организму человека и требует своевременной и адекватной адаптации к постоянно изменяющимся условиям внешней среды. Факторами риска для здоровья человека в экстремальных условиях Севера являются: холод, специфическая фотопериодичность (полярная ночь зимой и полярный день летом), световое и кислородное голодание в холодное время года, нестабильность барометрического давления и состояния магнитосферы [21]. Стресс, возникающий под негативным воздействием факторов окружающей среды, запускает важнейшие гомеостатические механизмы адаптации и вызывает истощение резервных возможностей организма, что приводит к развитию дизадаптивных расстройств. Связь дизадаптивных процессов у человека в высоких широтах с особенностями геомагнитной среды, светового и холодного режимов, приливных и неприливных сил тяжести, особенностей питания, социального климата получила название «синдром полярного напряжения» [7].

Подтверждением наличия экологически обусловленного стресса у жителей Севера служат данные о психоэмоциональных и эндокринных проявлениях стресс-реакции более чем у 60 % практически здоровых людей. К стрессовым факторам Севера отнесены космические, геофизические, метеорологические изменения. Важным бионегативным элементом окружающей среды оказались антропогенные и техногенные факторы загрязнения среды обитания на Севере [20]. Важную роль в формировании всего комплекса дизадаптивных процессов играет нарастание дисбаланса между функциональной активностью правого и левого полушарий головного мозга и увеличение уровня психоэмоционального напряжения. Контроль за адаптивной подстройкой висцеральных систем, метаболического и иммунного гомеостаза к изменяющимся климатическим, геофизическим и другим природным факторам среды осуществляется в основном правым полушарием головного мозга [18].

Формирование негативной фазы северного стресса начинается с мощных флуктуаций геомагнитных полей, возникающих практически во всех клетках человеческого тела и акти-

вирующих свободно-радикальные реакции, снижающие защитные механизмы через молекулярно-мембранные дефекты. Возникающие при этом недоокисленные продукты становятся важным патогенетическим фактором нарушений функций клеток печени, клеток крови, иммунной системы, эндокринных желез, сосудов. Нарастающее эндогенно обусловленное психоэмоциональное напряжение завершает негативную картину дистресса на Севере [22]. Обобщенные данные позволяют определить основными составляющими звеньями северного стресса следующие: липидная гиперпероксидация; недостаточность детоксикационных процессов и выделительных процессов; расстройства северного типа метаболизма; северная капиллярно-трофическая недостаточность; северная тканевая гипоксия; иммунная недостаточность; гиперкоагуляция крови; полиэндокринные расстройства; регенераторно-пластическая недостаточность; нарушения электромагнитного гомеостаза; десинхроноз; психоэмоциональное напряжение; метеопатия [8].

Длительный окислительный стресс на Севере постепенно истощает антиоксидантную защиту и превращается в механизм формирования дизадаптивных расстройств. Основой мембранной недостаточности клеточных и субклеточных структур у северян является недостаточность основных классов жирорастворимых витаминов [11]. Среди причин формирования их недостаточности ведущим оказался алиментарный фактор, обусловленный низким уровнем их потребления. При истощении запасов эндогенных антиоксидантов в организме особенно серьезные последствия для клеточных и субклеточных мембран может иметь синдром липидной гиперпероксидации [19].

Ультрафиолетовое «голодание», возникающее у спортсменов полярных и приполярных регионов, приводит к нарушению фосфорно-кальциевого обмена, снижает иммунную защиту организма от простудных и инфекционных заболеваний, способствует хронизации болезней и их прогрессированию, ослабляет регенерацию тканей при травмах, повышает хрупкость костей, ослабляет устойчивость зубной эмали, снижает выносливость организма к действию экстремальных условий среды, понижает умственную и физическую работоспособность [3]. Десинхронозов в полярных регионах ведут к патологии сердечно-сосудистой системы, железодефицитным состояниям, синдрому липидной гиперпероксидации, нарушению эритропоэза, нарушению эндокринной и других гомеостатических систем. Наибольшее число дизритмий возникает в периоды полярной ночи вследствие неблагоприятной светопериодики и наибольшего числа геофизических возмущений [1].

На организм спортсменов помимо суровых природно-климатических условий оказывает влияние повышенная физическая нагрузка. Современный спорт высших достижений ставит перед ними необходимость преодолевать крайне тяжелые психоэмоциональные и физические нагрузки. Спортсмены имеют повышенную чувствительность к респираторным инфекциям и к ряду других инфекций, таких как желудочно-кишечные, лептоспироз, герпес и вирусный гепатит. При интенсивных нагрузках понижаются барьерные свойства кожи и слизистых, отмечается повышение числа микробных штаммов, имеющих признаки патогенности. Данные свидетельствуют о состоянии перенапряжения адаптивных возможностей организма у 41 % спортсменов в результате интенсивной тренировочной нагрузки. Влияние физически нагрузок на состояние иммунной системы проявляется в изменении количества и субпопуляционной структуры лимфоцитов, их функциональной активности [9].

Система внешнего дыхания является самой открытой к контакту с окружающей средой, поскольку не может быть защищена от внешних условий надежным искусственным барьером. В зимний период года прохождение холодного воздуха через верхние дыхательные пути спортсменов вызывает изменение глубины и частоты дыхания, что приводит к появлению поверхностного дыхания и перестройке паттерна дыхания. Эффективность дыхания снижается, что приводит к недостаточности аэробного обеспечения организма при выполнении физических нагрузок [13]. На Севере дыхательной системе отводится особая роль в обеспечении организма кислородом для поддержания соответствующего уровня окислительно-восстановительных процессов, кислотно-щелочного баланса и участия в физической тер-

морегуляции. У спортсменов на Севере в системе внешнего дыхания со стороны статических легочных объемов и емкостей происходят сезонные перестройки. В период полярной ночи, по сравнению с полярным днем, величины жизненной емкости легких увеличиваются [5].

Кроме того, местное воздействие холодного воздуха на слизистую оболочку дыхательных путей вызывает значительную потерю тепла и влаги, идущих на нагревание и увлажнение вдыхаемого воздуха и открывает путь инфекции, что делает воспалительные заболевания верхних дыхательных путей профессиональными для спортсменов в условиях Севера [2]. Даже у здоровых спортсменов вдыхание холодного сухого воздуха вызывает бронхоспазм физического усилия. Известна важная роль иммунной системы: снижение концентрации А-иммуноглобулина слюны – одна из причин повышенной восприимчивости спортсменов к инфекциям верхних дыхательных путей. Определение типов неспецифической адаптивной реакции по процентному содержанию лимфоцитов в лейкоцитарной формуле позволяет оценить компенсаторные возможности организма при интенсивной физической нагрузке. Данные свидетельствуют о состоянии перенапряжения адаптивных возможностей организма у 41 % спортсменов в результате интенсивной тренировочной нагрузки в условиях низких температур. У спортсменов Севера нарушения бронхиальной проходимости в переходный период года выражены сильнее из-за более значительного отека и набухания слизистой крупных бронхов, что подтверждается улучшением бронхиальной проходимости к летнему времени года [15]. Исследование эндотелиальной функции у спортсменов высшей квалификации членов сборных команд Крайнего Севера выявило сезонное истощение депо оксида азота, улучшающего энергообеспечение мышечного сокращения за счет снижения кислородной емкости. Вследствие этого у спортсменов ухудшаются адаптивные возможности организма к «северному стрессу» и понижается работоспособность [17, 16].

Очевидной является роль холодового фактора в усилении деятельности сердечно-сосудистой системы. В процессе адаптации к холоду активизируется адренергическая система и щитовидная железа. Быстрое образование тепла, которое происходит при разобщении дыхания и фосфорилирования, обеспечивается интенсивным катехоламинным эффектом. В результате увеличивается общая мощность митохондрий, приходящихся на единицу массы ткани. Увеличивается и масса щитовидной железы, работающей в режиме гиперсекреции. Концентрация в крови тироксина при этом не увеличивается благодаря увеличению его расхода [6].

Холод повышает артериальное давление за счет спазма периферических сосудов и увеличения ударного объема сердца. В зимний период у спортсменов Севера сердечно-сосудистая система находится в состоянии функционального напряжения: повышаются диастолическое артериальное давление и величина общего периферического сопротивления сосудов, увеличивается частота сердечного ритма, минутный объем кровотока, появляются признаки гиперфункции правых отделов сердца. При ЭКГ-исследованиях северян было выявлено ослабление электрической активности сердца в зимний период и усиление – в межсезонье [4]. Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы высококвалифицированных спортсменов в условиях Крайнего Севера выявило высокий процент нарушений на этапах интенсивных физических тренировок, в 21,2 % случаев дистрофия миокарда на фоне хронического физического и психоэмоционального перенапряжения наблюдалась на протяжении всего сезона [14]. Сезонные изменения биоэлектрической активности миокарда у спортсменов наблюдаются в большей степени в области межжелудочковой перегородки и базальных отделов сердца. Наибольшая биоэлектрическая активность сердечной мышцы зарегистрирована зимой, при этом сезонные изменения в большей степени затрагивают правые отделы сердца [12, 10].

## **Литература**

1. Беликова Т. М., Уховский Д. М., Белокопытова Е. В. Хроноструктурированная изоляция как средство профилактики и лечения десинхроноза в условиях Арктической зоны России // *Educatio*. 2015. № 4 (11). С. 86–88.

2. Винантов В. В. Возможности снижения негативного влияния факторов риска острой респираторной вирусной инфекции на организм лыжника-гонщика // Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации : материалы Всерос. науч.-практ. конф. Смоленск, 2011. С. 41–45.
3. Гудков А. Б., Попова О. Н., Лукманова Н. Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Севера обзор литературы // Экология человека. 2012. № 1. С. 12–17.
4. Гудков А. Б., Попова О. Н., Мануйлов И. В. Сезонные изменения гемодинамических показателей у спортсменов-лыжников на Европейском Севере России // Вестн. Север. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2014. № 1. С. 56–63.
5. Гудков А. Б., Щербина Ю. Ф. Изменения легочных объемов у жителей Крайнего Севера в периоды полярного дня и полярной ночи // Экология человека. 2013. № 4. С. 3–7.
6. Даренская М. А. Особенности метаболических реакций у коренного и пришлого населения Севера и Сибири // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. 2014. № 2 (96). С. 97–103.
7. Депутат И. С., Джос Ю. С. Адаптация человека на Севере: медико-биологические аспекты // Вестн. Север. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Медико-биолог. науки. 2013. № 1. С. 100–102.
8. Железнов-Чукотский Н. К., Железнова Т. К. Экологические факторы здоровья населения на территории Северо-Восточной Азии // Научный диалог. 2015. № 2. С. 41–62.
9. Захарова Ф. А., Голокова В. С. Здоровье и спорт в условиях Севера // Сиб. мед. журн. Иркутск. 2013. № 2. С. 84–86.
10. Зебзеев В. В., Зданович О. С. Динамика функционального состояния лыжников в рамках микроцикла // Ученые записки ун-та Лесгафта. 2014. № 12. С. 74–78.
11. Кочан Т. И., Евдокимов В. Г., Логинова Т. П. Метаболическая адаптация молодых мужчин к природным факторам Севера // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2013. № 4 (16). С. 54–60.
12. Мануйлов И. В. Сезонная динамика биоэлектрической активности миокарда у спортсменов-лыжников на Европейском Севере // Экология человека. 2014. № 3. С. 14–17.
13. Мануйлов И. В. Физиологическая характеристика адаптивных реакций кардиореспираторной системы у лыжников массовых спортивных разрядов в годовом цикле на Европейском Севере : дис. ... к. м. н. Архангельск, 2014. 142 с.
14. Махарова Н. В., Пинигина И. А., Захарова А. А. Дистрофия миокарда на фоне физического перенапряжения у спортсменов в условиях Крайнего Севера // Вестн. спорт. науки. 2007. № 2. С. 12–15.
15. Михалев В. И., Аикин В. А., Корягина Ю. В. Актуальные проблемы физиологии и биомеханики биатлона // Ученые записки ун-та Лесгафта. 2014. № 4 (110). С. 98–103.
16. Паршукова О. И., Логинова Т. П. Уровень оксида азота в организме высококвалифицированных лыжников-гонщиков // Медико-физиолог. основы адаптации и спорт. деятельности на Севере : мат. всерос. заоч. науч.-практ. конф. Сыктывкар, 2015. С. 41–45.
17. Соловьев В. С., Погонышева И. А., Погонышев Д. А. Показатели кардиореспираторной системы студентов, занимающихся спортом и обучающихся в условиях севера // Вестн. ТюмГУ. 2014. № 6. С. 165–170.
18. Степанова Г. К. Типы индивидуального профиля асимметрии полушарий у якутов // Дальневосточ. мед. журн. 2015. № 2. С. 75–78.
19. Хаснулин В. И., Хаснулина А. В. Индивидуальные особенности метаболических характеристик и устойчивость к психоэмоциональному стрессу на Севере // МНКО. 2012. № 4. С. 295–299.
20. Хаснулин В. И., Хаснулина А. В. Особенности психоэмоционального стресса у жителей регионов Севера и Сибири с дискомфортным климатом при высоком и низком содержании гормонов стресса в крови // МНКО. 2012. № 5. С. 32–35.

21. Хаснулин В. И., Хаснулин П. В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 3–11.

22. Хаснулин В. И., Хаснулина А. В. Устойчивость к психоэмоциональному стрессу на Севере в зависимости от импринтированного типа адаптивного реагирования // Экология человека. 2013. № 1. С. 8–13.

УДК 796.856.2:612.227.1-57.874

*Кошевой О. А., Клейменов А. В., Марданян С. М.  
Koshevoy O. A., Kleymenov A. V., Mardanyan S. M.*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА В ТХЭКВОНДО ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ ПРАВИЛЬНОЙ ОСАНКИ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА**

### **TRAINING PROCESS USE IN TAEKWONDO FOR CORRECT POSTURE SKILLS FORMATION IN PRIMARY SCHOOL AGE CHILDREN**

В данной статье представлены результаты исследования и анализ формирования навыков правильной осанки у детей, занимавшихся тхэквондо по стандартной программе, и детей, занимавшихся по специальной программе с корригирующим воздействием, применяя тестирование по определению осанки, выносливости мышечного корсета и подвижности позвоночного столба.

*Ключевые слова:* формирование навыков правильной осанки, дети младшего школьного возраста, физические упражнения, тхэквондо.

**Актуальность.** Формирование правильной осанки – сложный многогранный процесс. Воспитание ее индивидуальных особенностей проходит под воздействием факторов окружающей среды. Наряду с этим не малую значимость имеет рациональный гигиенический и двигательный режим, обеспечивающий хорошее развитие опорно-двигательного аппарата ребенка [2; 5]. Чаще всего к привычке неправильной позы имеет прямое отношение появление дефектов осанки. Так, очень часто в условиях тренировочного процесса боевых искусств формируется неправильный двигательный стереотип, связанный с защитной стойкой. Поэтому возникает проблема в необходимости включения в тренировочный процесс специальных корригирующих упражнений, приучения ребенка к правильному хождению, стоянию, бегу и позе при сидении [1]. Проблема правильного формирования и воспитания осанки, а также ее сохранение в процессе тренировок, является очень актуальной.

Для изучения влияния физических упражнений на формирование навыков правильной осанки у детей младшего школьного возраста и оценки физического развития в СОШ «Перспектива» № 43 было взято 2 группы детей. Дети в контрольной группе (37 человек) занимались по стандартной программе тхэквондо, разработанной и утвержденной Центром физического развития «Атлет» г. Сургут. Дети экспериментальной группы (37 человек) занимались по специальной программе, которая была разработана нами.

Общая цель программы – улучшение контроля над физическим развитием каждого ребенка с учетом возрастных физиологических особенностей детей младшего школьного возраста. Программа содействует осуществлению более тщательной коррекции отклонений в физическом развитии и максимальному приближению физического развития, двигательных умений и навыков каждого ребенка к возрастным нормам.

В целом программа решает следующие задачи:

1. *Учебные:* обучение основам лечебной гимнастики; совершенствование навыков владения индивидуальными упражнениями; обучение необходимым видам дыхательных упражнений; увеличение жизненной емкости легких.

2. *Корректирующие:* создание мышечного корсета; увеличение силовой выносливости мышц; замедление процесса прогрессирования заболевания; стабилизация искривления позвоночника.

3. *Психолого-педагогические:* формирование осознанного отношения к своему здоровью; создание оптимальных условий для лечения и оздоровления своего организма; развитие волевых качеств; создание благоприятной психоэмоциональной атмосферы для лечения заболевания [3; 4].

Часть программы для группы начальной подготовки включает, помимо разучивания технических элементов тхэквондо, разработанные нами комплексы специальных упражнений, которые направлены на укрепление мышечного корсета, улучшение подвижности позвоночника и в целом на формирование навыков правильной осанки.

В начале учебного года мы провели осмотр детей обеих групп на наличие нарушений осанки и выявили следующие результаты. В контрольной группе правильную осанку имели 66 % испытуемых (рис. 1).



Рис. 1. Результаты осмотра детей на наличие нарушения осанки в % «до» (контрольная группа)

Среди отклонений от нормы преобладающую величину занимала «кифотическая осанка» 14 %, 12 % детей имели сколиотическую осанку, 8 % – лордотическую (рис. 1).

Экспериментальная группа имела следующие результаты: 70 % детей – с правильной осанкой, 14 % – с кифотической, 9 % с сколиотической и у 7 % наблюдалась лордотическая осанка (рис. 2).

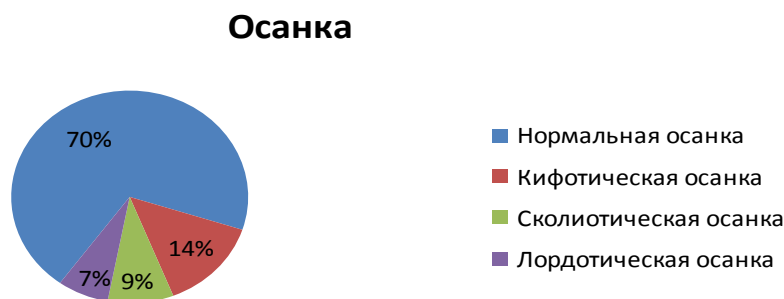


Рис. 2. Результаты осмотра детей на наличие нарушения осанки в % «до» (экспериментальная группа)

В конце года после осмотра детей мы наблюдали следующие изменения. В контрольной группе 69 % детей имели правильную осанку. На 2 % уменьшилось количество детей, которые имеют лордотическую осанку, на 1 % детей, имеющих кифотическую осанку (рис. 3).

### Осанка



Рис. 3. Результаты осмотра детей на наличие нарушения осанки в % «после» (контрольная группа)

В экспериментальной группе увеличилось количество детей с правильной осанкой на 5 %. А также снизились показатели кифотической осанки на 1 %, показатели лордотической осанки – на 3 % и сколиотической – на 1 % (рис. 4). Это говорит о том, что тренировочный процесс благотворно влияет не только на развитие двигательных качеств, но и на формирование правильной осанки.

### Осанка



Рис. 4. Результаты осмотра детей на наличие нарушения осанки в % «после» (экспериментальная группа)

Для более детального исследования формирования навыка правильной осанки мы изучили подвижность позвоночного столба и статическую выносливость мышц (табл. 1). В результате исследования мы наблюдали, что подвижность позвоночного столба практически не изменилась как в контрольной, так и в экспериментальной группах. При этом, статическая выносливость мышц увеличилась, особенно в экспериментальной группе, результаты статистически достоверны ( $P < 0,05$ ), это говорит о том, что разработанный нами комплекс, внедренный в тренировочный процесс, стимулирует укрепление мышечного корсета, что благотворно влияет на формирование навыка правильной осанки.

Таблица 1

#### Изучение подвижности позвоночного столба и статической выносливости мышц до и после исследования

Показатели	Контрольная группа $n = 37$		Экспериментальная группа $n = 37$	
	до	после	до	после
Время проведения исследований				
Наклон вперед, см	$8.4 \pm 2.4$	$9.1 \pm 1.8$	$9.4 \pm 2.0$	$10.0 \pm 1.5$
Наклон вправо, см	$19.4 \pm 1.9$	$19.8 \pm 1.9$	$19.8 \pm 2.3$	$20.6 \pm 1.9$
Наклон влево, см	$20.4 \pm 2.2$	$20.5 \pm 2.1$	$21.1 \pm 1.8$	$21.2 \pm 1.9$
Статическая выносливость мышц живота, сек	$60.2 \pm 9.2$	$65.9 \pm 5.8$	$67.5 \pm 7.4$	$77.6 \pm 6.3^*$
Статическая выносливость мышц спины «Лодочка», сек	$68.3 \pm 11$	$73.0 \pm 7.6$	$73.8 \pm 6.4$	$84.0 \pm 7.4^*$

\*  $P < 0,05$

В конце исследования для детей контрольной и экспериментальной групп была проведена сдача нормативов на «белый пояс». По результатам сдачи нормативов видно, что в контрольной группе в среднем 31 % детей не сдали нормативы отжимания, пресс, шпагат. 15 % не сдали норматив «приседания». В итоге в среднем 73 % детей контрольной группы сдали нормативы на «белый пояс» (рис. 5).

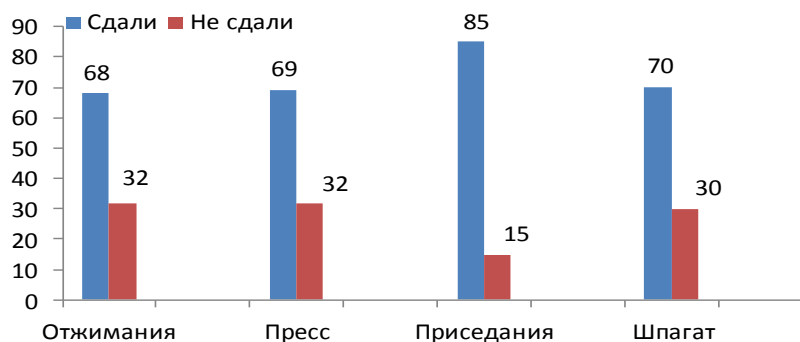


Рис. 5. Результаты сдачи нормативов на «белый пояс» в % (контрольная группа)

В экспериментальной группе со сдачей таких нормативов, как отжимания, пресс и шпагат не справились в среднем только 22 %, что на 9 % меньше, чем в контрольной, и всего 2 % детей не сдали норматив «приседания». В среднем в экспериментальной группе положительно сдали нормативы на «белый пояс» 79 % детей (рис. 6).

В ходе исследования мы получили достаточно хорошие результаты и выяснили, что в общем экспериментальная группа в конце наших исследований сдала данные нормативы лучше, чем контрольная на 6 %, что также свидетельствует об эффективности разработанного нами комплекса.

В результате проведенного исследования мы выявили, что тренировочный процесс тхэквондо положительно влияет на формирование навыков правильной осанки у детей младшего школьного возраста. Положительная динамика наблюдается как в контрольной, так и в экспериментальной группах. В экспериментальной группе, где использовались специально разработанные нами комплексы упражнений, направленные на укрепление мышечного корсета и формирование правильной осанки, показатели оказались более выраженными, особенно это видно по изменению статической выносливости мышц, при сравнении групп по этим показателям различия статистически достоверны ( $P < 0,05$ ).

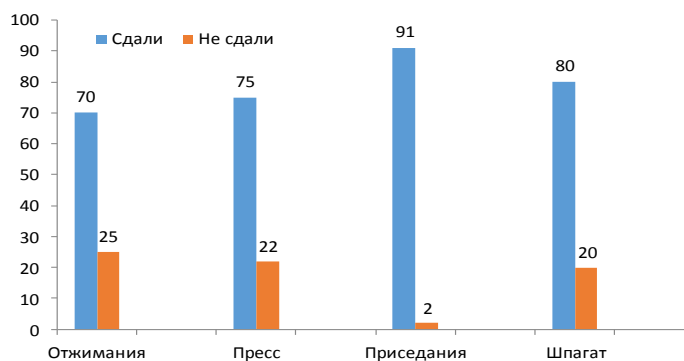


Рис. 3. Результаты сдачи нормативов на «белый пояс» в % (экспериментальная группа)



Проведенные нами исследования свидетельствуют о том, что специальная программа, которая использовалась в тренировочном процессе юных тхэквондистов, оказалась более эффективной, чем стандартная программа как по развитию физических качеств, так и по формированию навыка правильной осанки.

### Литература

1. Вон Кью Кит «Таэквон-до на современном этапе». М. : Сфера, 2008.
2. Горбачев М. С. Осанка младших школьников // Физ. культура в школе. 2005. № 8. С. 2–28.
3. Гаркуша Ю. Ф. Педагогическое обследование дошкольников. М., 2006.
4. Котешова И. А. Нарушение осанки: лечение и профилактика. М. : ЭКСМО, 2004. 207 с.
5. Степаненкова Э. Я. Теория и методика физического воспитания и развития ребенка. М., 2001.

УДК 616.728.3-018.3:615.82(1-17)

*Солодилов Р. О.*  
*Solodilov R. O.*

## ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ У ЛЮДЕЙ С ГОНАРТРОЗОМ В УСЛОВИЯХ СУБАРКТИЧЕСКОГО СЕВЕРА

### PHYSICAL REHABILITATION FEATURES IN PEOPLE WITH GONARTHROSIS IN SUBARCTIC NORTH

В статье представлены данные об особенностях и преимуществе разработанной программы клинической физической реабилитации с элементами мануальной терапии в сравнении с аналогичной программой, но выполняемой в домашних условиях.

*Ключевые слова:* физическая реабилитация, гонартроз, коленный сустав.

**Введение.** Результаты исследований о влиянии погодных условий на симптомы и признаки гонартроза в условиях арктического севера во многом скудны и противоречивы [7; 14–15]. Некоторые из этих исследований были проведены в схожих климатических условиях, таких как Нидерланды, Бельгия и Канада, где существует большая разница между внутренним и внешним климатом. Однако было установлено, что погодные условия могут модулировать жалобы людей с артрозами на ревматические боли, тугоподвижность в суставах и ограничение уровня физической работоспособности.

Остеоартроз является наиболее распространенным заболеванием суставов, при этом коленный сустав больше других подвержен дегенеративным воздействиям биомеханического характера, которые и приводят в итоге к развитию и прогрессированию остеоартроза [1]. Ранняя диагностика биомеханических и/или кинематических характеристик суставов нижних конечностей нередко могут предсказать возможность появления гонартроза у человека [2].

Для уменьшения симптомов и признаков остеоартроза на сегодняшний день существует большое количество медикаментозных способов лечения, которые в большинстве случаев могут лишь непродолжительно купировать боль. Внутрисуставные инъекции также широко используются при лечении остеоартрозов. Наиболее часто применяемым препаратом является Ацетаминофен (*Acetaminophen*), однако недавние исследования доказали его малоэффективное преимущество в качестве анальгезирующего средства в борьбе с гонартрозом [17]. Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВН, англ. NSAID) также часто

назначают при лечении остеоартрозов, но при всех своих преимуществах они также имеют ряд существенных недостатков в виде побочных эффектов, которые распространяются на работу желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы, почек и печени [11; 16]. Дополнительным средством и своеобразной альтернативой выступают физические упражнения. Растет объём данных относительно их применения, отмечаются преимущества и эффективность перед лекарственными методами терапии. Упражнения повышают уровень физической работоспособности и функциональной мобильности, уменьшают боль и тугоподвижность в суставах людей с остеоартрозом [4; 9], что является важным фактором при составлении и реализации программы физической реабилитации в условиях крайнего Севера. Между тем, наиболее эффективные виды и комбинации упражнений, их дозировка до сих пор остаются недостаточно изученными.

Цель исследования – оценить эффективность и преимущество разработанной программы физической реабилитации гонартроза с элементами мануальной терапии в сравнении с такой же программой, но выполняемой в домашних условиях без элементов мануальной терапии.

**Материалы и методы исследования.** В исследовании приняли участие 33 человека в возрасте 40–65 лет с остеоартрозом коленного сустава 1–2 степени. Они дали письменное информированное согласие на участие в исследовании и прошли учет критериев включения и исключения из него (табл. 1). Затем оставшихся испытуемых случайным образом разделили на 2 группы – А ( $n = 15$ ) и Б ( $n = 15$ ) (табл. 2).

Таблица 1

#### Критерии включения и исключения

Критерии включения	Критерии исключения
Возраст 40–65 лет	Неврологические заболевания или заболевания ОДА, которые могут повлиять на результаты теста
Диапазон сгибания колена 120°	Заболевания разгибательного механизма колена
Способность самостоятельно передвигаться на расстояние > 15 м без вспомогательных устройств	Беременность
Способность самостоятельно вставать со стандартного стула не менее 5 раз, без использования рук*	Кортикостероидные инъекции колена за последние три месяца
Наличие болевых ощущений в коленях более одного года	Хирургическая операция на нижней конечности
Билатеральная боль в коленях	Невозможность присутствия на необходимом количестве лечебных процедур и контрольных срезов

Примечание: \*Высота стандартного стула – 44 см

Таблица 2

#### Исходные характеристики участников, завершивших все этапы исследования

Значение	Группа А ( $n = 15$ )	Группа Б ( $n = 15$ )
Возраст, г ( $M \pm \sigma$ )	54,0 $\pm$ 7,5	54,9 $\pm$ 5,7
Рост, см ( $M \pm \sigma$ )	166,1 $\pm$ 6,0	165,7 $\pm$ 5,2
Масса тела, кг ( $M \pm \sigma$ )	70,1 $\pm$ 6,8	69,1 $\pm$ 6,8
Индекс массы тела ( $M \pm \sigma$ )	25,4 $\pm$ 1,2	25,1 $\pm$ 1,5
Мужчины	3 (20 %)	4 (26 %)
Женщины	12 (80 %)	11 (74 %)
Общий WOMAC, мм ( $M \pm 95$ % ДИ)	753,3 (681,4–825,3)	739,2 (683,6–794,5)
WOMAC-Боль ( $M \pm 95$ % ДИ)	145,6 (128,4–162,7)	145,9 (130,1–161,6)
WOMAC-Тугоподвижность ( $M \pm 95$ % ДИ)	51,2 (44,8–57,7)	49,8 (45,9–53,9)
WOMAC-Физическая функциональность ( $M \pm 95$ % ДИ)	556,5 (508,2–604,9)	549,1 (516,2–581,9)

Примечание: WOMAC – Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index. Общий WOMAC \* возможное значение (ранги) 0–2400 мм; WOMAC-боль, (ранги) 0–500 мм; WOMAC-тугоподвижность, ранги 0–200 мм; WOMAC – физическая функциональность, ранги 0–1 700 мм.

Участники группы А самостоятельно выполняли разработанную нами домашнюю реабилитационную программу (РП), в то время как группа Б выполняла ту же РП, но в совокупности с курсом мануальной терапии. РП состояла из 24 сеансов физической терапии, которые включали в себя активные упражнения для увеличения амплитуды движения в коленных суставах, упражнения на укрепление мышц, упражнения на растяжку и езду на велотренажере. Программа реабилитационных упражнений основана на современных подходах, имеющих достаточную доказательную базу эффективности лечения и способов получения у пациентов желаемого результата [18].

При составлении РП были учтены возможные неблагоприятные признаки и симптомы, которые могли возникнуть в процессе выполнения физических упражнений (усиление боли, увеличение тугоподвижности в суставах и т. п.), которые, в конечном счете, могли неблагоприятно повлиять на ход лечения и мотивацию к продолжению занятий. Все испытуемые, без исключения, прошли теоретическое и практическое обучение по выполнению физических упражнений. Они были проинструктированы о том, что любое проявление болевых ощущений при выполнении упражнений следует избегать, кроме тех случаев, когда боль или тугоподвижность в коленном суставе уменьшается с каждым повторением. Каждый испытуемый получил подробный вспомогательный раздаточный материал, содержащий журнал тренировок, инструкции и рисунки к упражнениям. Испытуемым было разрешено использовать домашние велотренажеры, если они являлись частью их повседневной физической активности. Упражнения на велотренажере не были записаны в журнале тренировок как обязательная часть реабилитационной программы (табл. 3).

Таблица 3

### Сравнение форм вмешательств в исследуемых группах

Группа А	Характеристика	Группа Б	Характеристика
Укрепляющие упражнения на силу	Занятия в домашних условиях	Укрепляющие упражнения на силу	Занятия в зале реабилитации
Упражнения на увеличение диапазона движений в коленном суставе		Упражнения на увеличение диапазона движений в коленном суставе	
Стационарный велотренажер*		Стационарный велотренажер*	
Мануальной терапии нет		Мануальная Терапия есть	
Уровень контроля	Проведение вводного инструктажа, напоминания о выполнении программы через SMS и телефон	Уровень контроля	Проведение вводного инструктажа, визуальный контроль над выполнением упражнений

Примечание: \* езда на велотренажере у всех участников исследования допускалась, если это было частью их повседневной физической активности.

Курс мануальной терапии состоял из 8 процедур, которые проводились один раз в неделю. Мануальная терапия была основана на методах уровневой мобилизации сустава [8]. Уровни мобилизации суставов могут быть использованы для определения местоположения, в котором требуется мобилизация, необходимой затрачиваемой силы, амплитуды или экскурсии движения. Первый уровень мобилизации характеризуется как движение небольшой амплитуды, в начале доступного диапазона движения с возможным небольшим сопротивлением (R1). Второй уровень мобилизации характеризуется как движение большой амплитуды, также в пределах диапазона движения сустава, с возможным небольшим сопротивлением (R1). Третий уровень мобилизации характеризуется движением большой амплитуды, которое достигается в конце диапазона движения и происходит примерно на 50 %, или на полпути

между R1 и R2. Четвертый уровень мобилизации характеризуется движением небольшой амплитуды, которое происходит приблизительно на 50 % между R1 и R2. Пятый уровень мобилизации, также известный как осевая мобилизация, выполняется с высокой скоростью и малой амплитудой движения, в максимальном диапазоне движения. Плюсы (+, ++), минусы (–, ––) используются для уточнения уровней мобилизации. Уровни III– и IV– выполняются в начале R1. Уровни III+ и IV+ выполняются приблизительно на 25 % между R1 и R2. Уровни III++ и IV++ выполняются на 75 % между R1 и R2. Уровни III+++ и IV+++ выполняются в R2 (рис. 1).

Контрольные срезы показателей проходили на нулевой, 4-й и 8-й неделях реабилитации. Каждый контрольный срез включал в себя заполнение индекса WOMAC. Индекс WOMAC (Nicholas Bellamy, Квинсленд, Австралия) [5] является средством, при помощи которого можно определить общий уровень функционального состояния человека, страдающего остеоартрозом нижних конечностей. Данный индекс состоит из 24 критериев, которые представлены 3 отдельными модулями. Модуль «боль» состоит из 5 критериев, модуль «скованности движений в суставе» – 2 критериев и модуль «физическая функциональность» – 17 критериев. Данный индекс показал себя как надежное и достоверное средство оценивания функционального состояния людей, страдающих остеоартрозом коленного и/или тазобедренного суставов [6]. Низкие значения означают большую физическую функциональность, слабые болевые ощущения и меньшую скованность движений в коленных суставах.

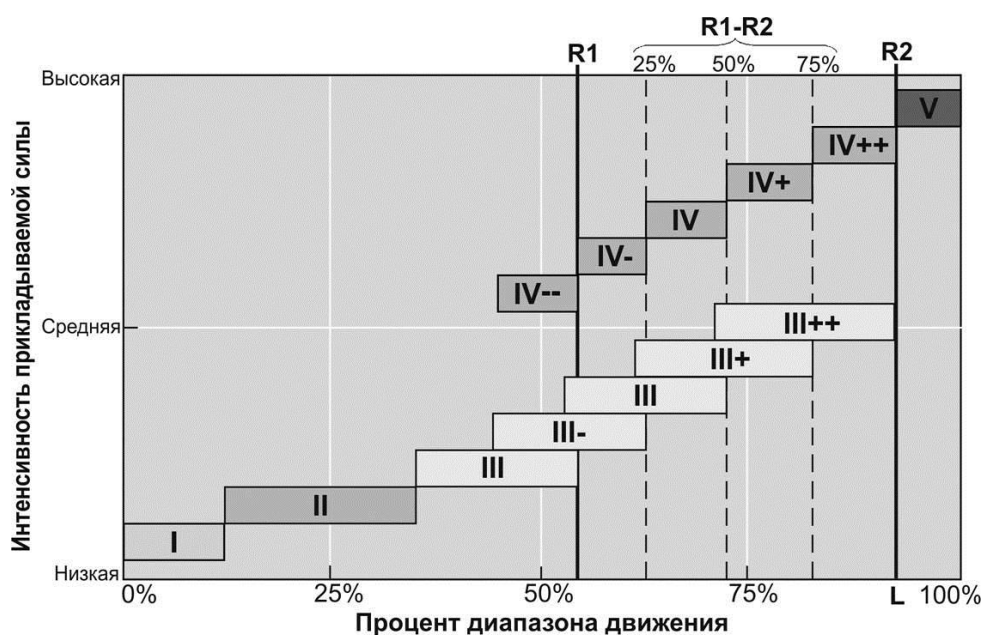


Рис. 1. Уровни мобилизации I–IV, включая плюсы (+) и минусы (–), основанные на позиции по отношению к первому (R1) и последнему (R2) барьерам сопротивления:

R1 – Первый барьер сопротивления; R2 – Последний барьер сопротивления;

L – Лимит свободного движения сустава

**Методы статистической обработки данных.** Описательная статистика в зависимости от задач исследования включала в себя расчет среднего значения  $\langle M \rangle$ , 95 % доверительного интервала  $\langle 95 \% ДИ \rangle$  и стандартного отклонения  $\langle \sigma \rangle$ . При помощи критериев Шапиро – Уилка W и Колмогорова – Смирнова предварительно была оценена нормальность распределения. Гипотезы нормальности распределения были выполнены для трех подшкал индекса WOMAC (подшкалы боли, тугоподвижности в коленном суставе, физической функциональности), совокупного значения трех показателей индекса WOMAC. Статистически значимые различия в динамике показателей между группами А и Б определяли при помощи критерия Mann – Whitney U при уровне статистической значимости различий был  $p < 0,05$ .

Статистически значимые различия в динамике показателей внутри групп определяли при помощи *t*-критерия Стьюдента для зависимых переменных при уровне статистической значимости различий  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования.** Из 33 участников, первоначально включенных в исследование, полностью завершили все этапы экспериментальных процедур 15 человек из группы А и 15 человек из группы Б. В группе А один испытуемый выбыл из исследования по несвязанным с заболеванием причинам. В группе Б один испытуемый был снят с учета и его данные не вошли в статистический анализ из-за получения обезболивающей инъекции в колено, но, тем не менее, добровольно продолжил прохождение реабилитации. Еще один испытуемый прекратил прохождение реабилитации по неизвестным причинам. При статистическом сравнении исходных данных средних показателей индекса WOMAC (по трем подшкалам), возраста, роста, массы тела и индекса массы тела было установлено, что испытуемые обеих групп были полностью однородными ( $p > 0,05$ ). По завершению 4-х недель реабилитации существенные изменения в средних показателях индекса WOMAC были зафиксированы в обеих группах ( $p < 0,01$ ). Однако группа Б показала существенно лучшие показатели, чем группа А ( $p < 0,05$ ), как в среднем совокупном значении (на 49 % против 32 %), так и отдельно по всем трем подшкалам – боль (на 39 % против 27 %), тугоподвижность (на 43 % против 38 %), физическая функциональность (на 52 % против 33 %) соответственно (табл. 4).

Таблица 4

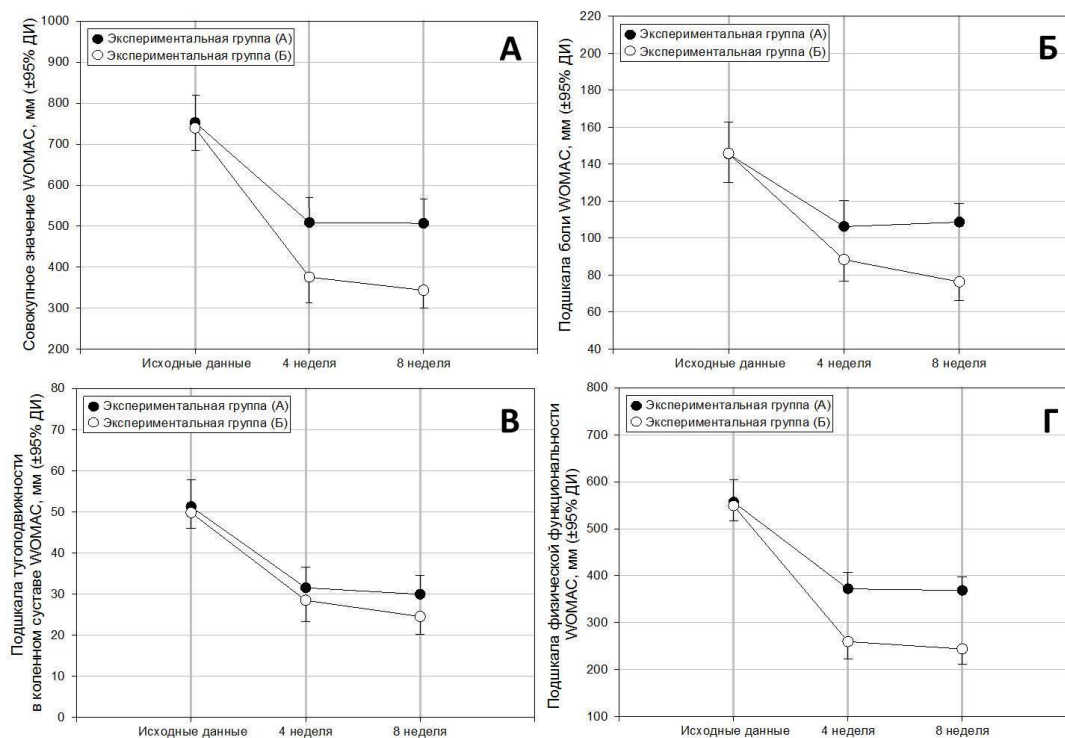
Динамика показателей индекса WOMAC, (М ± 95 % ДИ)

Значение, мм	Исходные данные	4-я неделя	8-я неделя
<b>Группа А</b>			
Общий WOMAC	753,3 (681,4–825,3)	509,5 (454,5–564,7)	507,0 (436,9–550,2)
WOMAC-Боль	145,6 (128,4–162,7)	106,2 (92,0–120,5)	108,6 (98,6–118,7)
WOMAC-Тугоподвижность	51,2 (44,8–57,7)	31,5 (26,4–36,6)	29,9 (25,3–34,5)
WOMAC-Физическая функциональность	556,5 (508,2–604,9)	371,8 (336,1–407,6)	368,5 (340,0–397,1)
<b>Группа Б</b>			
Общий WOMAC	739,2 (683,6–794,5)	376,4* (322,3–430,5)	344,8* (297,1–392,5)
WOMAC-Боль	145,9 (130,1–161,6)	88,4* (76,5–100,2)	76,3* (66,1–86,5)
WOMAC-Тугоподвижность	49,8 (45,9–53,9)	28,4* (23,4–33,5)	24,5* (20,2–28,9)
WOMAC-Физическая функциональность	549,1 (516,2–581,9)	259,6* (222,4–296,8)	244,0* (210,9–277,1)

*Примечание:* WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index). Общий WOMAC возможное значение (ранги) 0–2400 мм. WOMAC-боль, ранги 0–500 мм; WOMAC-тугоподвижность, ранги 0–200 мм; WOMAC-физическая функциональность, ранги 0–1700 мм; \* – достоверные различия между группами,  $p < 0,01$ .

По завершению восьмой недели реабилитации существенных изменений в средних значениях по сравнению с данными, полученными на 4-й неделе, в группе А зафиксировано не было – в совокупном значении улучшение было зафиксировано менее, чем на 1 %, в подшкале тугоподвижности – на 3 %, в подшкале физической функциональности – на 1 %, в подшкале боли произошло небольшое ухудшение – на 4 % ( $p > 0,05$ ). В группе Б существенные улучшения были зафиксированы в подшкале боли (на 8 %) и в подшкале тугоподвижности (на 7 %) ( $p < 0,05$ ). В совокупном значении (на 3 %) и в подшкале физической функциональности (на 3 %) существенных улучшений зафиксировано не было ( $p > 0,05$ ).

**Обсуждение полученных результатов.** Существенное уменьшение симптомов по сравнению с исходными данными были зафиксированы в обеих группах. В группе А улучшение в среднем составило 32 % (исходные данные – 753,3 мм, 95 % ДИ 681,4–825,3 мм; после 8-й недели реабилитации – 507,0 мм, 95 % ДИ 436,9–550,2 мм). В группе Б улучшение составило 53 % (исходные данные – 739,2 мм, 95 % ДИ 683,6–794,5 мм; после 8-й недели реабилитации – 344,8 мм, 95 % ДИ 297,1–392,5 мм) (рис. 2).



**Рис. 2. Динамика показателей индекса WOMAC:**

А – совокупное значение, Б – боль, В – тугоподвижность, Г – физическая функциональность; вертикальные линии – 0, 95 ДИ

Из полученных результатов видно, что группа Б, получавшая помимо занятий физическими упражнениями еженедельные курсы мануальной терапии показала лучшие результаты в устранении симптомов и признаков остеоартроза коленного сустава в виде боли (на 47 % против 25 %), тугоподвижности в суставе (на 50 % против 41 %) и ограничений в уровне физической функциональности (на 55 % против 33 %), чем испытуемые в группе А. Существенная разница между группами ( $p < 0,05$ ), вероятно, связана с дополнительными эффектами клинического вмешательства в виде мануальной терапии. Результаты, полученные в группе Б в нашем исследовании, почти идентичны результатам, полученным ранее, где изучался похожий вид интервенции [8]. В обоих исследованиях уменьшение симптомов и признаков остеоартроза коленного сустава составило около 50 % по индексу WOMAC. Воспроизводство данных выводов имеет большое значение для лечения пациентов с остеоартрозом коленного сустава. Улучшение функционального состояния пациентов с остеоартрозом коленного сустава при помощи клинического воздействия в виде контролируемых физических упражнений и мануальной терапии доказала свою эффективность как по сравнению с другими видами консервативного лечения [3; 10; 13], так и по сравнению с улучшениями, наблюдаемыми после эндопротезирования коленного сустава [12].

**Заключение.** Клиническая программа физической терапии в совокупности с процедурами мануальной терапии доказала свою эффективность и преимущество в сравнении с программой физической реабилитации, выполняемой в домашних условиях, как в уменьшении интенсивности болевых ощущений, уменьшении тугоподвижности в коленном суставе, так и

в увеличении физических возможностей пациента при выполнении повседневных видов деятельности. После одного месяца лечения в клинической группе показатели интенсивности болевых ощущений, тугоподвижности в коленном суставе и физической функциональности были примерно в 2 раза лучше, чем у испытуемых, выполнявших домашнюю реабилитационную программу. Испытуемые клинической группы с меньшей вероятностью будут принимать обезболивающие лекарственные препараты и во время личных персональных бесед в большинстве своем они были вполне удовлетворены общим результатом их восстановительного лечения.

### Литература

1. Солодилов Р. О., Логинов С. И. Влияние остеоартроза коленного сустава на биомеханические показатели тазобедренного сустава // Рос. журн. биомеханики. 2015. № 19 (4). С. 359–371.
2. Солодилов Р. О., Логинов С. И. Трехосевая биомеханическая модель движения коленного сустава в процессе вставания // Теория и практика физической культуры. 2015. № 5. С. 83–87.
3. Van Baar M. E., Assendelft W. J., Dekker J. Effectiveness of exercise therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee: a systematic review of randomized clinical trials // *Arthritis Rheum.* 1999. Vol. 42. P. 1361–1369.
4. Baker K. R., Nelson M. E., Felson D. T. The efficacy of home based progressive strength training in older adults with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial // *J Rheumatology.* 2001. Vol. 28. P. 1655–1665.
5. Bellamy N., Buchanan W. W., Goldsmith C. H., Campbell J., Stitt L. W. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee // *J Rheumatology.* 1988. Vol. 15. P. 1833–1840.
6. Davies G. M., Watson D. J., Bellamy N. Comparison of the responsiveness and relative effect size of the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index and the Short-Form Medical Outcomes Study 185 Survey in a randomized, clinical trial of osteoarthritis patients // *Arthritis Care Res.* 1999. Vol. 12. P. 172–179.
7. Dequeker J., Wuesternraed L. The effect of biometeorological factors on Ritchie Articular Index and pain in rheumatoid arthritis // *Scand J Rheumatol.* 1986. Vol. 15. P. 280–284.
8. Deyle G. D., Henderson N. E., Matekel R. L. Effectiveness of manual physical therapy and exercise in osteoarthritis of the knee: a randomized, controlled trial // *Ann Intern Med.* 2000. Vol. 132. P. 173–181.
9. Felson D. T., Zhang Y., Hannan M. T. The incidence and natural history of knee osteoarthritis in the elderly: the Framingham Osteoarthritis Study // *Arthritis Rheum.* 1995. Vol. 38. P. 1500–1505.
10. Fransen M., McConnell S., Bell M. Therapeutic exercise for people with osteoarthritis of the hip or knee: a systematic review // *J Rheumatology.* 2002. Vol. 29. P. 1737–1745.
11. Gottlieb S. COX 2 inhibitors may increase risk of heart attack // *BMJ.* 2001. Vol. 323. P. 471.
12. Mohamed N. N. Manual physical therapy and exercise improved function in osteoarthritis of the knee // *J Bone Joint Surg Am.* 2000. P. 82. P. 1324.
13. Puett D. W., Griffin M. R. Published trials of nonmedical and noninvasive therapies for hip and knee osteoarthritis // *Ann Intern Med.* 1994. Vol. 121. P. 133–140.
14. Sibley J. T. Weather and arthritis symptoms // *J. Rheumatology.* 1985. Vol. 12. P. 707–710.
15. Rasker J. J., Peters H. J. G. Influence of weather on stiffness and force in patients with rheumatoid arthritis // *Scand J Rheumatology.* 1986. Vol. 15. P. 27–36.
16. Topol E. J. Arthritis medicines and cardiovascular events: “house of coxibs” // *JAMA.* 2005. Vol. 293. P. 366–368.
17. Towheed T. E., Judd M. J., Hochberg M. C., Wells G. Acetaminophen for osteoarthritis // *Cochrane Database Syst Rev.* 2003; CD004257.
18. Wallin D., Ekblom B., Grahn R., Nordenborg T. Improvement of muscle flexibility: a comparison between two techniques // *Am J Sports Med.* 1985. Vol. 13. P. 263–268.

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 504.45.054:546.47:543.33:582.593

Алехина Е. А., Ефремов А. Н.  
Alekhina E. A., Efremov A. N.

### ФИТОЭКСТРАКЦИЯ КАТИОНОВ ЦИНКА ЭЛОДЕЕЙ КАНАДСКОЙ (*ELODEA CANADENSIS* MICHX., HYDROCHARITACEAE)

### ZINC CATIONS PHYTOEXTRACTION BY CANADIAN WATERWEED (*ELODEA* *CANADENSIS* MICHX., HYDROCHARITACEAE)

Выполнено исследование степени фитоэкстракции катионов цинка из водных растворов элодеей канадской (*Elodea canadensis* Michx.) В ходе эксперимента доказано, что *E. Canadensis* обладает высокими фитоэкстракционными свойствами. Максимальная степень фитоэкстракции катионов цинка достигает 52,5 % при концентрации поллютанта 10,1 мг/л.

*Ключевые слова:* катионы цинка, поллютант, фитоэкстракция, *Elodea canadensis*.

Цинк относится к веществам третьего класса опасности. Для водоёмов рыбохозяйственного назначения предельно допустимые концентрации содержания цинка определены в размере 0,01 мг/дм<sup>3</sup> [7], для водоёмов хозяйственно-бытового водопользования – 0,01 мг/л [5], для питьевой воды соответственно 5,0 мг/дм<sup>3</sup> [9]. Соединения цинка токсичны для многих гидробионтов. Концентрация 15 мг/л в течение 8 ч смертельна для всех рыб. Хлорид цинка токсичен для моллюсков и ракообразных при 0,2 мг/л [12].

Цинк в повышенных количествах содержится в воде рек, имеющих истоки на заболоченных водосборах [4]. Для территории Васюганского болота установлено, что 55 % цинка находится в болотных и речных водах болотных экосистем в коллоидной и взвешенной формах, а 45 % – в растворённой. В растворённой форме, в свою очередь, основной формой миграции цинка являются ион  $Zn^{2+}$  и соединения с фульвокислотами, причём доля органоминеральных комплексов уменьшается в нейтральных речных водах по сравнению с кислыми и слабокислыми болотными водами [11]. Обнаруживается тенденция к возрастанию концентрации цинка в речных водах северных районов Западно-Сибирской равнины, в 1990-х гг. средняя концентрация цинка в Оби составляла 2,5 мкг/дм<sup>3</sup>, в 1994–1998 гг. варьировала в пределах 11,3–19,4 мкг/дм<sup>3</sup>. Причиной возрастания концентрации цинка, по всей видимости, является расширение территории промышленного освоения. Основным механизмом при этом выступает возрастание миграционной активности цинка при нарушениях, сопровождающих буровые работы, прокладку коридоров коммуникаций и трубопроводов, строительство инженерных сооружений [4].

Известно, что многие гидромакрофиты способствуют восстановлению и самоочищению природных вод, накапливая в себе различные поллютанты. Такой способ – «фиторемедиация» – широко применим за рубежом, но крайне слабо развит в России [8]. Высокой способностью накапливать поллютанты отличается элодея канадская (*Elodea canadensis* Michx.), плюризональный, космополитный вид, активно расселяющийся в настоящее время по территории Западной Сибири [10]. В связи с этим целью исследования явилось определение способности *E. canadensis* к экстракции катионов цинка из водных растворов.



**Материалы и методы исследования.** Данная работа является одним из этапов многолетнего исследования сотрудников кафедры химии и методики преподавания химии Омского государственного педагогического университета, посвящённого фиторемедиации поллютантов [1–3].

Определение ионов цинка в пробах воды производилось согласно ПНД Ф14.1:2.195-03 (ФР.1.31.2007.03804) [6]. Фотометрический метод определения массовой концентрации ионов цинка основан на взаимодействии ионов цинка в слабокислой среде с сульфарсазеном (плюмбоном) с образованием комплексного соединения красно-оранжевого цвета, интенсивность окраски которого измеряется при длине волны  $\lambda = 540$  нм. Сульфарсазен был заменён на эриохром чёрный, близкий по метрологическим и техническим характеристикам, образующий комплексное соединение красно-фиолетового цвета.

Материалом для исследования послужили растения *E. Canadensis*, полученные из аквариумной культуры. Для постановки опыта были использованы пластиковые ёмкости объёмом 2 л. В каждую ёмкость помещали по 4 равноразмерных растения *E. canadensis* длиной 10–12 см и точную навеску поллютанта. Ионы цинка вносились в виде соли сульфата цинка (II). В контрольном опыте поллютант не вносился. Для создания постоянных условий культивирования (температура днём плюс 20–24 °С, ночью плюс 18–20 °С, освещённость 2200 люкс, фотопериод 16 ч) использовался аппарат «Биотрон».

Образцы воды отбирались из каждой ёмкости еженедельно в течение трёх недель. В каждом случае отбиралось по 5 проб и проводилось два параллельных измерения для каждой пробы. По градуировочным графикам были определены концентрации поллютанта в каждом из исследуемых растворов. Определение оптической плотности осуществлялось на спектрофотометре КФК-3.

Расчёт степени фитозэкстракции выполнен по формуле:

$$W_{\text{фит}} = (1 - C_{\text{исх}}/C_{\text{кон}}) \times 100\%,$$

где  $W_{\text{фит}}$  – степень фитозэкстракции, %;

$C_{\text{исх}}$  – исходная концентрация катионов цинка, мг/л;

$C_{\text{кон}}$  – концентрация катионов цинка через 3 недели, мг/л.

Статистическая обработка данных была проведена в программе Static2.

**Результаты.** В ходе эксперимента была оценена способность *E. canadensis* к фитозэкстракции катионов цинка ( $Zn^{2+}$ ) и определён диапазон концентраций, в котором она проявляет максимальные фитозэкстракционные способности. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Таблица

**Изменение концентрации катионов цинка при фитозэкстракции *Eloдея canadensis***

Серия	Концентрация $Zn^{2+}$ , мг/л				Степень фитозэкстракции, %
	исходная	через 1 неделю	через 2 недели	Через 3 недели	
1, $n = 5$	10,1 ± 0,2	7,9 ± 0,1	6,2 ± 0,1	4,8 ± 0,2	52,5
2, $n = 5$	50,4 ± 0,5	43,7 ± 0,4	34,1 ± 0,3	26,3 ± 0,1	47,8
3, $n = 5$	100,2 ± 2,2	79,8 ± 0,6	72,7 ± 0,9	66,4 ± 1,3	33,7

Таким образом, установлено, что *E. canadensis* отличается наибольшей фитозэкстракционной способностью (степень фитозэкстракции 47,8–52,5 %) при концентрации ионов цинка  $Zn^{2+}$  в диапазоне 10,1–50,4 мг/л.

**Заключение.** В ходе проведённого эксперимента доказана способность *E. canadensis* к фитозэкстракции катионов цинка. Максимальная степень фитозэкстракции катионов достигает 52,5 % при концентрации поллютанта 10,1 мг/л. С возрастанием концентраций поллютанта степень его фитозэкстракции снижается.

Полученные данные позволяют рассматривать *E. canadensis* в качестве перспективного агента для фиторемедиации загрязнённых цинком вод.

### Литература

1. Алехина Е. А., Болдырева Я. И. Фитоэкстракция сульфат-ионов растениями семейства водокрасовые // Инновационное развитие современной науки : сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. 31 января 2014 г. Уфа : РИЦ БашГУ, 2014. Ч. 5. С. 228–230.
2. Алехина Е. А., Ефремов А. Н. Фитоэкстракция катионов цинка валлиснерией спиральной (*Vallisneria spiralis* L., Hydrocharitaceae) // Актуальные проблемы химии и методики её преподавания в школе и в вузе : материал. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию Г. С. Парфёнова (15 апреля 2016 г.). Омск : Изд-во ОмГПУ, 2016. С. 13–19.
3. Болдырева Я. И., Алехина Е. А., Ефремов А. Н. Фитоэкстракция нитрат-ионов растениями семейства водокрасовые // Актуальные проблемы химии и методики её преподавания в школе и в вузе : материал. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. 23 декабря 2013 г. Омск : ИТЦ, 2014. С. 6–8.
4. Московченко Д. В. Эколого-геохимическое состояние водных объектов на территории заказника «Сургутский» // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2007. № 7. С. 163–171.
5. О введении в действие ГН 2.1.5.1315-03 : постановление Главного гос. санитар. врача РФ от 30.04.2003 № 78 (ред. от 16.09.2013) (вместе с ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы : утв. Главным гос. санитар. врачом РФ Г. Г. Онищенко от 27.04.2003) // Рос. газ. 2003. № 119/1. 20 июл.
6. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов цинка в пробах природных и очищенных сточных вод фотометрическим методом с сульфарсазеном: ПНД Ф 14.1:2.195-03. URL: <http://gostrf.com/normadata/1/4293832/4293832512.htm> (дата обращения: 01.03.2016).
7. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения : приказ Федер. агентства по рыболовству от 18.01.2010 г. № 20 // Рос. газ. 2010. № 46. 5 март.
8. Садчиков А. П., Кудряшов М. А. Экология прибрежно-водной растительности. М.: НИА-Природа, РЭФИА, 2004. 220 с.
9. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. М. : Минздрав России, 2002. 62 с.
10. Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В., Ефремов А. Н., Токарь О. Е., Евженко К. С. Элодея канадская *Elodea canadensis* (Hydrocharitaceae) на Западно-Сибирской равнине // Вестн. Томск. гос. ун-та. Сер.: Биология. 2013. № 3 (23). С. 46–55.
11. Скороходова А. А., Савичев О. Г. Содержание и формы миграции меди и цинка в природных водах васюганского болота // Вестн. Томск. гос. ун-та. 2013. № 368. С. 166–172.
12. Химик : сайт о химии. URL: <http://www.ximuk.ru/> (дата обращения: 01.04.2016).

УДК 574.583:556.54:556.55

**Болотов С. Э., Мухортова О. В**  
**Bolotov S. E., Mukhortova O. V.**

**ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА  
В ОБЛАСТИ СМЕШЕНИЯ ВОД МАЛОГО ПРИТОКА  
И ВОДОЕМА-ПРИЕМНИКА: ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТА «ВТОРОГО ДНА»**

**VERTICAL DISTRIBUTION PECULIARITIES OF ZOOPLANKTON  
OF SMALL TRIBUTARY AND INTAKE RESERVOIR MIXING:  
MANIFESTATION OF EFFECT "SECOND BOTTOM"**

Во фронтальной зоне устьевых областей малых притоков водохранилища устанавливаются области расслоения трансформированных речных и водохранилищных вод. На границе более плотных речных вод регистрируется эффект «второго дна»: происходит увеличение удельного видового богатства, обилия и продукции зоопланктона, наблюдается успешное внедрение и натурализация чужеродных видов.

*Ключевые слова:* зоопланктон, устьевая область, малая река, водохранилище, квази-аттрактор, биологические инвазии.

Отличительной чертой устьевых областей притоков водохранилищ с сезонным типом регулирования стока выступает формирование зон смешения речных и водохранилищных вод, их устойчивое вертикальное расслоение. Такие зоны смешения вод реки и водохранилища определяются нами как фронтальные зоны. Для них характерна значительная вертикальная неоднородность по гидрофизическим характеристикам водной среды: расслоение отмечается по электропроводности, температуре, кислороду, плотности. Фронтальная зона р. Ильдь – малого притока Рыбинского водохранилища – характеризуется выраженной вертикальной неоднородностью водных масс (вертикальный градиент электропроводности может достигать величин 100–150 мкСм/см на 1 м), при которой нижнее положение занимают более плотные (в среднем 998,54 кг/м<sup>3</sup>) и холодные (19,8 °С) воды притока, верхнее – менее плотные и теплые воды приемника (соответственно 997,97 кг/м<sup>3</sup> и 21,8 °С).

Водные массы реки и водохранилища на участке стратификации устьевой области хорошо различаются по основным гидрофизическим характеристикам, при этом в области смешения водных масс устанавливаются промежуточные значения гидрофизических параметров (табл. 1).

Верхний слой трансформированных водохранилищных вод имеет минимальные в пределах водной толщи величины электропроводности воды (в среднем 270 мкСм/см), отличается наибольшими значениями содержания растворенного кислорода (7,5 мг/л). Численность зоопланктона составляет в среднем 1,4 млн экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 3,9 г/м<sup>3</sup>. Удельное видовое богатство соответствует в среднем 27,5 видам/пробу. В области смешения вод, где устанавливаются промежуточные значения гидрофизических характеристик, как в среднем за сезон, так и в каждую дату наблюдений устойчиво отмечается максимальные величины численности (1,8 млн экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (7,4 г/м<sup>3</sup>) зоопланктона, нередко – его продукции (388 кал/м<sup>3</sup> × сут.) и удельного числа видов (в среднем 28,8 вида на пробу). В нижнем слое трансформированной водной массы реки электропроводность воды увеличивается в среднем до 400 мкСм/см, а содержание растворенного кислорода падает до критического уровня – 3 мг/л. Зоопланктон этого слоя отличается низкими величинами обилия (0,7 млн экз./м<sup>3</sup> и 2,8 г/м<sup>3</sup>), продукции (230 кал/м<sup>3</sup> × сут) и удельного видового богатства (24,4 вида/пробу).

Таблица 1

**Основные характеристики водных масс и показатели количественного развития зоопланктона на участке стратификации устьевой области р. Ильдъ в 2009–2010 гг.**

Показатель \ Тип вод	Водохранилищные трансформированные	Смешанные	Речные трансформированные
<b>Характеристики водных масс</b>			
$Eh_{18}$ , мкСм/см	$268,98 \pm 17,76$ (228,81–309,15)	$271,42 \pm 13,09$ (242,91–299,93)	$400,11 \pm 15,54$ (367,17–433,05)
T, °C	$21,83 \pm 1,43$ (18,59–25,07)	$20,85 \pm 1,18$ (18,28–23,42)	$19,79 \pm 1,03$ (17,61–21,97)
O <sub>2</sub> , мг/л	$7,49 \pm 0,56$ (6,22–8,76)	$5,32 \pm 0,43$ (4,37–6,26)	$3,32 \pm 0,42$ (2,43–4,21)
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$997,97 \pm 0,33$ (997,22–998,72)	$998,20 \pm 0,26$ (997,62–998,77)	$998,54 \pm 0,22$ (998,07–999,00)
<b>Показатели развития зоопланктона</b>			
N, млн экз./м <sup>3</sup>	$1,41 \pm 0,21$ (0,94–1,89)	$1,82 \pm 0,21$ (1,37–2,27)	$0,74 \pm 0,11$ (0,51–0,98)
B, г/м <sup>3</sup>	$3,88 \pm 0,76$ (2,16–5,60)	$7,42 \pm 2,28$ (2,46–12,38)	$2,84 \pm 0,40$ (1,98–3,69)
S, ед.	$27,50 \pm 1,62$ (23,83–31,17)	$28,77 \pm 1,36$ (25,80–31,74)	$24,35 \pm 0,67$ (22,93–25,77)
P, кал/м <sup>3</sup> ×сут	$249,87 \pm 57,22$ (120,43–379,30)	$388,35 \pm 75,80$ (223,19–553,50)	$229,53 \pm 33,08$ (159,40–299,66)

Примечание:  $Eh_{18}$ , – электропроводность воды, приведенная к 18 °C, T – температура воды, O<sub>2</sub> – содержание растворенного кислорода,  $\rho$  – плотность воды, N – численность зоопланктона, B – его биомасса, S – удельное видовое богатство, P – продукция сообщества. Над чертой – среднее  $\pm$  стандартная ошибка среднего, под чертой – 95 % доверительный интервал.

Сообщества зоопланктона трансформированных водных масс реки и водохранилища, а также слоя их смешения различаются комплексами характерных для них видов и в некоторых случаях демонстрируют своеобразие видовой структуры. Так, наиболее специфичная видовая структура свойственна зоопланктону слоя трансформированных речных вод. Основная ценотическая роль здесь принадлежит видам *Filinia longiseta* ( $IndVal = 81,3$ ,  $p < 0,05$ ), *Bosmina longirostris* (60,1), *Ceriodaphnia pulchella* (56,1), *Mesocyclops leuckarti* (51,2), *Thermocyclops crassus* (50,1) и *Bdelloida spp.* (50,0). Относительно биоценоза речных трансформированных вод сообщества вышележащих горизонтов обладают слабовыраженными, но статистически значимыми отличиями видовой структуры (ANOSIM:  $R_{1,3} = 0,113$ ,  $p = 0,012$ ;  $R_{2,3} = 0,167$ ,  $p = 0,003$ ). В слое смешения вод наибольшую ценотическую роль играют, главным образом, виды, тяготеющие к мезоэвтрофным условиям среды обитания, – *Keratella cochlearis* ( $IndVal = 99,4$ ,  $p < 0,05$ ), *Trichocerca (D.) similis* (88,1), *Pompholyx sulcata* (77,6), *Daphnia cucullata* (59,2), *Polyarthra euryptera* (52,5), а также *Asplanchna priodonta* (52,3) и *Bosmina coregoni* (51,2). Однако статистически значимых отличий видовой структуры зоопланктона трансформированных водохранилищных и нижележащего слоя смешанных вод обнаружить не удалось (ANOSIM:  $R_{1,2} = -0,054$ ,  $p = 0,071$ ), что обусловлено значительной вариабельностью динамики количественного развития сообществ. В слое трансформированных водохранилищных вод характерными видами выступают *Euchlanis dilatata* ( $IndVal = 53,8$ ,  $p < 0,05$ ), науплиусы Cyclopoida (53,1), *Synchaeta pectinata* (49,6), *Brachionus angularis* (45,8) и *Polyarthra vulgaris* (45,3).

Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о существенном и статистически значимом влиянии вертикальной неоднородности на количественное развитие зоопланктона участка стратификации вод. Так, обнаружено значимое влияние этого фактора на чис-

ленность ( $F_{[2, 37]} = 11,6, p = 0,0001$ ), биомассу ( $F_{[2, 37]} = 3,3, p = 0,048$ ) и удельное видовое богатство ( $F_{[2, 37]} = 4,4, p = 0,019$ ) зоопланктона.

Следует отметить, что статистически значимые различия количественных показателей развития зоопланктона в области смешения вод относительно граничащих слоев трансформированных вод выражены только для численности и биомассы сообществ. По величине удельного видового богатства такие различия проявляются только между слоем трансформированных речных вод и вышележащими слоями, а для продукции зоопланктона – не выражены совсем.

Вероятной причиной этого может служить значительная сезонная вариабельность этих показателей [1], не позволяющая при ограниченном количестве описаний статистически обосновать различия вертикального распределения зоопланктона в области расслоения вод. Тем не менее, многократная (в 8 из 9 съемок) регистрация максимальных величин удельного видового богатства и продукции зоопланктона в слое смешения вод, наряду с устойчиво наблюдаемым повышенным обилием организмов, позволяет рассматривать эту переходную область контакта речных и водохранилищных вод как экотон.

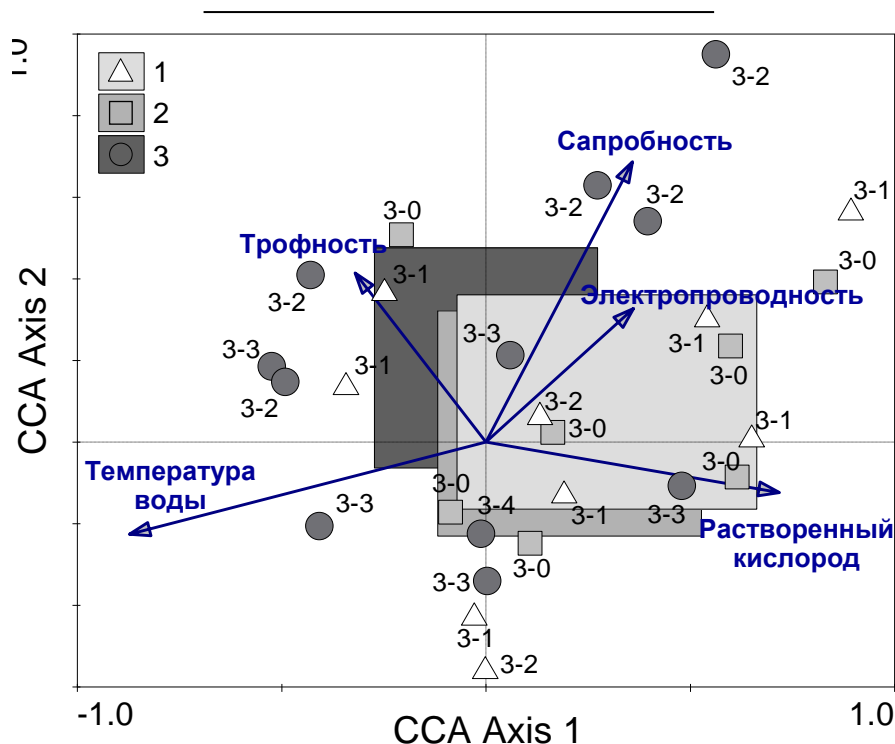
Методом канонического анализа соответствий выполнена экологическая оценка влияния факторов среды на структуру и динамику сообществ зоопланктона на участке стратификации речных и водохранилищных вод во фронтальной зоне устьевой области притока. Полученная статистическая модель описывает > 44 % изменчивости видовой структуры зоопланктона, а обусловленная влиянием факторов среды изменчивость сообществ составляет ~98 % (табл. 2).

Таблица 2

**Результаты канонического анализа соответствий видовой структуры зоопланктона на участке стратификации устьевой области р. Ильдъ**

Показатели	Ось ССА				Общая инерция
	1	2	3	4	
Собственное число	0,514	0,360	0,096	0,068	2,347
Корреляция структуры сообществ с факторами среды	0,956	0,859	0,852	0,705	
Накопленная изменчивость (%):					
- видовой структуры сообществ	21,9	37,2	41,3	44,2	
- видовой структуры, объясненной факторами среды	48,4	82,3	91,3	97,7	
Сумма собственных значений					2,347
Сумма канонических собственных значений					1,062

В пределах участка стратификации наибольшее сходство видовой структуры зоопланктона проявляется между сообществами слоя трансформированных водохранилищных и смешанных вод, вероятностные области которых на ординационном пространстве значительно перекрываются (рис. 1). Относительно вышележащих слоев несколько своеобразным положением отличается зоопланктоценоз трансформированных речных вод, что удовлетворительно согласуется с результатами дисперсионного анализа. Зоопланктон горизонта речных вод обладает более высокой, по сравнению с вышележащими слоями, стабильностью его видовой структуры, о чем свидетельствует меньшая площадь рассчитанной для этого сообщества 95%-й вероятностной области на ординационном пространстве.



**Рис. 1. Ординация сообществ зоопланктона участка стратификации устьевой области р. Ильдь на основе доли обилия видов по биомассе (%):**

1 – трансформированные водохранилищные воды, 2 – область смешения вод;  
 3 – трансформированные речные воды; прямоугольниками выделены области 95%-го доверительного интервала для каждого типа вод

К слою трансформированных водохранилищных вод тяготеют такие виды, как: *Brachionus urceus*, *Euchlanis dilatata*, *Kellicottia longispina*, *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta tremula*, *Bosmina longispina*, *Daphnia galeata*, *Eudiaptomus gracilis* и неполовозрелые Calanoida (рис. 2). В области смешения вод преимущественно встречаются коловратки *Anuraeopsis fissa*, *Gastropus hyptopus*, *Keratella cochlearis*, *Lecane luna*, *Polyarthra euryptera*, *P. major*, ракообразные *Bosmina coregoni*, *Daphnia cucullata*, неполовозрелые Cyclopoida и другие. Для слоя трансформированных речных вод характерны, например, *Asplanchna girodi*, *Brachionus calyciflorus*, *Euchlanis deflexa*, *Lecane stenroosi*, *Platyias patulus*, *P. quadricornis*, *Testudinella patina*, *Trichocerca cylindrica*, *Alona rectangula*, *Chydorus sphaericus*, *Mesocyclops leuckarti* и *Thermocyclops crassus*.

Тестирование полученной статистической модели распределения зоопланктона на участке стратификации вод на основе пермутационного теста Монте-Карло позволило выполнить идентификацию основных факторов среды, определяющих видовую структуру и экологическую динамику сообществ (табл. 3).

Статистический анализ влияния экологических параметров среды показал, что структура и динамика сообществ зоопланктона участка стратификации вод, расположенного во фронтальной зоне устьевой области притока, определяется преимущественно особенностями вертикального распределения температуры воды ( $\lambda_A = 0,43$ ,  $F = 5,56$ ,  $p = 0,002$ ), а также, в меньшей степени, концентрацией растворенного кислорода ( $\lambda_A = 0,25$ ,  $F = 3,90$ ,  $p = 0,002$ ) и содержанием легкоокисляемой органики ( $\lambda_A = 0,22$ ,  $F = 3,16$ ,  $p = 0,010$ ), выражаемое величиной сапробности.

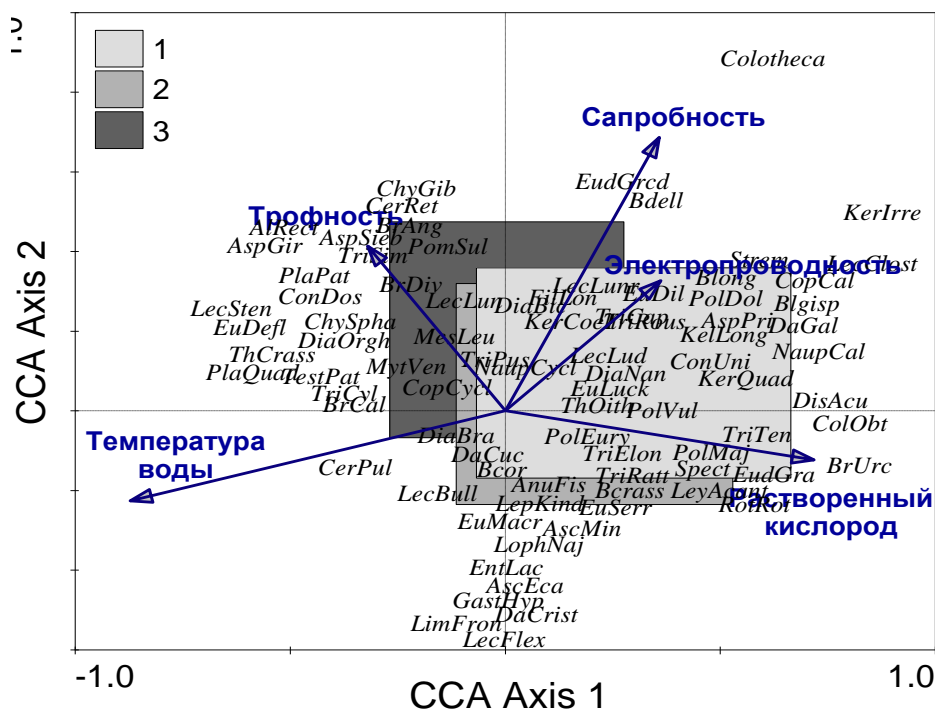


Рис. 2. Экологическая ординация видов животных зоопланктона участка стратификации устьевой области р. Ильд в пространстве основных факторов среды

Таблица 3

Результаты пошагового регрессионного анализа объясняющих переменных среды методом Монте-Карло

Параметр среды	$\lambda_A$	$R^2$ , %	$F$	$p$
Температура воды	0,43	40,57	5,56	<b>0,002</b>
Растворенный кислород	0,25	23,58	3,90	<b>0,002</b>
Сапробность	0,22	20,76	3,16	<b>0,010</b>
Коэффициент трофности	0,09	8,49	1,55	0,100
Электропроводность	0,07	6,60	1,14	0,296

Относительно выше- и нижележащих горизонтов в слое смешения вод формируется разнообразное, обильное и высокопродуктивное сообщество, обладающее также выраженной хаотической динамикой (рис. 3). Так, максимальные объемы хаотических квазиаттракторов сообщества зоопланктона ( $\nu X = 2,7 \times 10^{59}$  усл. ед.) регистрируются на верхней границе более плотных трансформированных речных вод, меньшие ( $\nu X = 2,5 \times 10^{57}$  усл. ед.) – в поверхностном слое водохранилищных вод, а минимальные – придонном слое речных вод ( $\nu X = 9,1 \times 10^{53}$  усл. ед.). При этом в слое смешения вод устойчиво отмечается и в пределах водной толщи достигает наибольшего обилия южный вселенец *Diaphanosoma orghidani* Negrea. Очевидно, хаотически организованный экотон области смешения вод выступает в роли своеобразного рефугиума для развития популяций видов-вселенцев. Сопоставление особенностей количественного развития популяций инвазионных видов и параметров квазиаттракторов сообществ свидетельствует о формировании повышенной популяционной плотности инвазионных беспозвоночных в сообществах с наиболее выраженной хаотической динамикой. Это позволяет рассматривать хаотически функционирующие экотоны устьевой области притоков водохранилища как потенциальные мишени вторжения и успешной натурализации чужеродных видов зоопланктона.

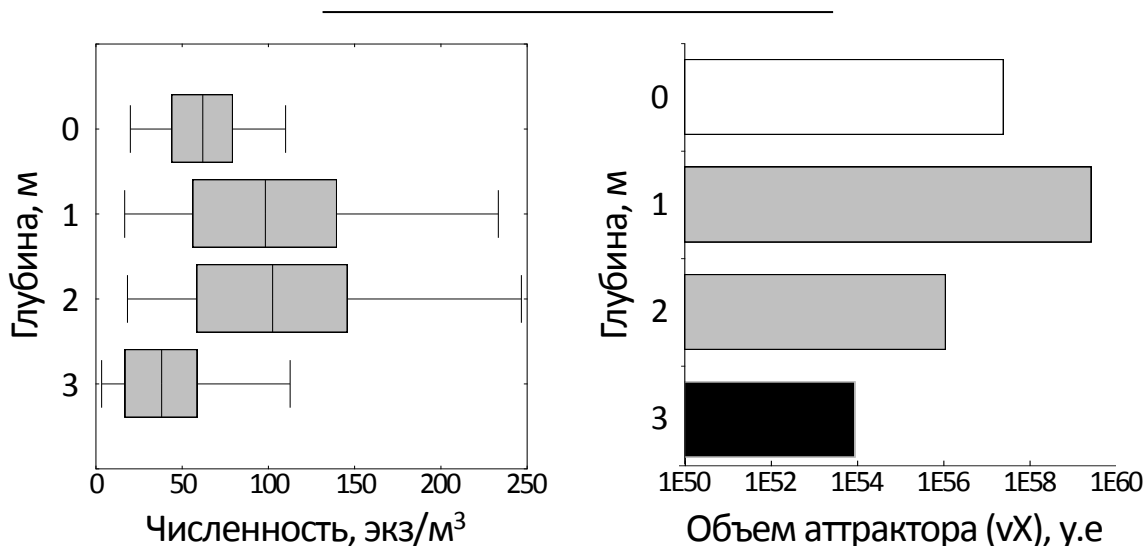


Рис. 3. Вертикальное распределение популяции вида-вселенца *Diaphanosoma orghidani* и объемы хаотических квазиаттракторов сообществ зоопланктона на участке стратификации устьевой области р. Ильдъ

Следовательно, полученные данные показали, что на участке стратификации во фронтальной зоне устьевой области притока равнинного водохранилища имеется два расположенных один над другим слоев воды: 1) слоя менее минерализованных смешанных вод реки и водохранилища и 2) слоя более минерализованных трансформированных речных вод. В нижнем слое «речных» вод уменьшается температура воды и содержание растворенного кислорода. Аналогичные результаты были получены и в 2008 г. [2].

Наибольшие показатели количественного развития зоопланктона были отмечены на границе двух слоев воды. Вероятная причина их локализации – плотностная стратификация. Как известно, повышение электропроводности происходит при увеличении минерализации воды, что, наряду с меньшими температурами, способствует возрастанию плотности и вязкости воды [3–4]. В этом случае граница трансформированных вод реки могла служить «вторым дном», на котором задерживалась часть седимента.

Об этом свидетельствуют данные о содержании в воде взвешенного органического углерода (ВОУ), полученные Н. В. Лобусом (Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН). Так, в поверхностном слое концентрация ВОУ составляла 1,85 мг/л, на границе вод – 11,42 мг/л, в придонном слое – 3,38 мг/л. Как известно, ВОУ активно напрямую используется зоопланктоном и в малых водоемах способно обеспечивать от 37 до 73 % его пищевых потребностей [5]. Очевидно, ВОУ повышает кормовую базу зоопланктеров на участке стратификации во фронтальной зоне устьевой области реки.

Таким образом, на участке стратификации во фронтальной зоне устьевой области притока равнинного водохранилища наблюдается расслоение водной массы, в результате чего верхнее положение занимают менее минерализованные трансформированные воды водохранилища, нижнее – более минерализованные воды притока. На границе более плотных речных вод возникает «второе дно», на котором задерживалась часть седимента и формировалась богатая кормовая база, создающая благоприятные условия для развития планктона и успешной натурализации видов-вселенцев.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Министерства образования и науки Самарской области и Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-34-50136).



## Литература

1. Болотов С. Э., Мухортова О. В., Козлова В. В., Крылов А. В. Хаотические квазиаттракторы сообществ зоопланктона малого притока равнинного водохранилища и их изменения в аномально жаркие годы // V съезд биофизиков России : материалы докл. : в 2 т. Ростов-н/Дону : Изд-во Южного федер. ун-та, 2015. Т. 2. С. 346.
2. Крылов А. В., Цветков А. И., Малин М. И. Вертикальное распределение зоопланктона малой реки // Поволжск. эколог. журн. 2009. № 1. С. 47–53.
3. Френкель Я. И. Кинетическая теория жидкостей. Л. : Наука, 1975. 226 с.
4. Эдельштейн К. К. Водные массы долинных водохранилищ. М. : Изд-во МГУ, 1991. 139 с.
5. Cole J. J., Carpenter S. R., Pace M. L., Van de Bogert M. C., Kitchell J. L., Hodgson J. R. Differential support of lake food webs by three types of terrestrial organic carbon // Ecology Letters. 2006. V. 9. № 5. P. 558–568.

УДК 574.583.033.045:556.54:556.55

*Болотов С. Э., Мухортова О. В.*  
*Bolotov S. E., Mukhortova O. V.*

### **МНОГОМЕРНАЯ ХАОТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ЗООПЛАНКТОНА УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ ПРИТОКА РАВНИННОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ В АНОМАЛЬНО ЖАРКИЕ ГОДЫ**

### **MULTIDIMENSIONAL CHAOTIC DYNAMICS OF ZOOPLANKTON IN MOUTH AREA OF SMALL TRIBUTARY OF FLATLAND RESERVOIR AND ITS CHANGE DURING ABNORMALLY HOT YEARS**

Проанализирована многомерная хаотическая динамика зоопланктона устьевой области малого притока равнинного водохранилища в условиях аномально жарких лет. Показано, что в устьевой области притока, по сравнению со смежными участками реки и водохранилища, происходит значительное увеличение параметров хаотических аттракторов сообществ. Под влиянием погодных термических аномалий жарких лет нарушается видовая структура зоопланктона гидроэкологических зон устьевой области, снижается их биоценотическая специфика и активизируется буферная система экотона, которая определяет ослабленную реакцию зоопланктона фронтальной зоны устьевой области притока на аномально высокие температуры воды. В условиях термического эвтрофирования параметры хаотических аттракторов сообществ сигнализируют о серьезных функциональных нарушениях в зоопланктоне и переходе его в состояние патологии.

*Ключевые слова:* зоопланктон, река, водохранилище, устьевая область, температура воды, аномальные климатические условия, хаос, квазиаттрактор.

В последние годы в отечественной и зарубежной литературе возникло и активно развивается представление о планктонных сообществах как о сложных хаотически организованных биологических динамических системах [3; 7; 9–10; 12]. Результаты экспериментального изучения и математического моделирования однозначно свидетельствуют о выраженной хаотической динамике сообществ пресноводного зоопланктона, проявляющейся в непредсказуемой вариабельности его жизненных показателей [3; 6; 11].

Исследование хаотической динамики сообществ малых и средних притоков равнинных водохранилищ может выступать эффективным вспомогательным инструментом диагно-

стики экологических последствий влияния природных (погодно-климатическая изменчивость) и антропогенных (гидроэкологическая зональность речной системы, обусловленная выклиниванием подпора и его уровенным режимом) факторов. Системный анализ и синтез экологической динамики зоопланктона устьевой области притока на основе методов многомерной статистики и теории хаоса и самоорганизации позволяет комплексно охарактеризовать поведение вектора состояния зоопланктоценозов и прогнозировать развитие патогенетических состояний, связанных с нарушениями в системе гомостаза сообществ в изменяющихся условиях среды, в том числе климатических аномалий жарких лет.

Цель работы – анализ многомерной хаотической динамики зоопланктона устьевой области малого притока равнинного Рыбинского водохранилища и оценка реакции хаотической системы сообществ в условиях погодно-климатических аномалий жарких лет.

В основу работы положены материалы зоопланктонных съемок, выполненных с мая по октябрь 2009–2011 гг. в зоне свободного течения реки Ильдъ (I), гидроэкологических зонах ее устьевой области (IIa – переходная притока, IIб – фронтальная, IIв – переходная приемника) и глубоководном участке приемника – Волжском плесе Рыбинского водохранилища (III). Зоопланктон собирали на медиали: на мелководных участках ведром, на глубоководных – планктоботометром объемом 5 л в столбе воды от поверхности до дна. Через газ (размер ячеек – 64 мкм) процеживали 20–60 л воды, пробы фиксировали 4 %-м раствором формальдегида. Камеральную обработку проб проводили по стандартной методике. Расчеты ансамбля 23 экологически значимых параметров развития сообществ зоопланктона выполнены с применением компьютерной программы «*FW-Zooplankton*», разработанной одним из авторов на кафедре биофизики и нейрокибернетики Сургутского государственного университета и в Лаборатории экологии водных беспозвоночных ИБВВ РАН.

В рамках системного анализа и синтеза при исследовании сообществ зоопланктона малого притока водохранилища нами использованы подходы на основе теории хаоса-самоорганизации, разработанные научной школой нейрокибернетики и биофизики сложных систем под руководством профессора В. М. Еськова. Вариабельность жизненных параметров зоопланктона устьевой области притока может быть описана хаотическим квазиаттрактором – областью многомерного фазового пространства, в границах которой по каждой из 23 координат, соответствующих конкретным исследованным синэкологическим параметрам, задается облако состояний сообщества.

Расчеты параметров хаотических квазиаттракторов поведения вектора состояния зоопланктоценозов выполнены с использованием авторского запатентованного компьютерного модуля «Программа идентификации параметров хаотических квазиаттракторов сообществ пресноводного зоопланктона» [2], реализующей идентификацию параметров аттрактора поведения вектора состояния биосистем в  $m$ -мерном фазовом пространстве, предназначенной для исследования систем с хаотической организацией. Производили расчет координат граней, соответствующих конкретным синэкологическим параметрам сообществ, их длины ( $D_i$ ) и объема 23-мерного параллелепипеда ( $\nu X$ ), ограничивающего квазиаттрактор, внутри которого двигался (варьировал) вектор состояния зоопланктоценоза, а также показателя асимметрии между стохастическим и хаотическим центром квазиаттрактора ( $rX$ ) [8].

Матрицы межаттракторных расстояний рассчитывали на основании экологических показателей развития зоопланктона, которые образовывали компартменты диагностических признаков в пределах одной фазовой координаты  $x_{ic}$  – из набора всех координат  $m$ -мерного фазового пространства. Каждая проба, характеризующая зоопланктонное сообщество, имеет свои компоненты вектора состояния и задается точкой в  $m$ -мерном фазовом пространстве состояний, а группа проб образует некоторый квазиаттрактор (облако состояний) зоопланктоценоза с геометрическим (статистическими математическими ожиданиями) и хаотическим центром. Полученные расстояния между геометрическими или хаотическими центрами  $k$ -го и  $f$ -го квазиаттрактора количественно представляют степень близости (или, наоборот, удаленности) этих сравниваемых квазиаттракторов в фазовом пространстве и являются интегративной мерой оценки изменения состояния сообществ зоопланктона.

Зоопланктон исследованной акватории сложен весьма разнообразным составом, включающим в себя > 250 видов и внутривидовых форм. Минимальное количество видов отмечается в водохранилище (97 видов) и проточном участке реки (137). Наибольшее видовое богатство зоопланктона неизменно формируется в устьевой области реки: в 2009 и 2010 гг. во фронтальной соответственно 90 и 125 видов, а в 2011 г. в переходной зоне приемника – 100 видов. Максимальная численность и биомасса планктонных животных в целом за вегетационный период и в каждую дату наблюдений устойчиво отмечается в устьевой области реки. Экстремумы обилия ( $0,6\text{--}1,5$  млн экз/м<sup>3</sup> – по численности, и  $4,5\text{--}9,3$  г/м<sup>3</sup> – по биомассе) формируются, как правило, во фронтальной зоне, иногда регистрируются в переходной зоне притока или приемника. При этом обилие зоопланктона устьевой области притока в жарком 2011 г. в 1,5–2 раза превышает фоновый 2009 и аномально жаркий 2010 г. Основными факторами, определяющими эти различия, выступают гидроэкологическая специфика районированных зон ( $ANOVA: N - F_{(3; 176)} = 49,05, p < 0,001$ ;  $B - F_{(3; 176)} = 40,37, p < 0,001$ ) и межгодовая погодноклиматическая изменчивость ( $ANOVA: N - F_{(2; 176)} = 4,14, p = 0,018$ ).

Оценка межгрупповых различий, выполненная в рамках апостериорного (post-hoc) LSD-теста множественных сравнений средних на основе критерия Снедекора-Фишера, показывает, что зоопланктон устьевой области притока статистически значимо отличается от граничных систем реки и водохранилища более высокими величинами удельного видового богатства, численности, биомассы и продукции. Значимые отличия проявляются также внутри устьевой области – между сообществами фронтальной и переходной зоны приемника. Однако в условиях сильного прогрева воды в аномально жарком 2010 г. эти различия выравниваются и оказываются статистически не значимыми.

Результаты многомерного неметрического шкалирования сообществ по видовой структуре показывают, что зоопланктоценозы выделенных зон устьевой области значимо различаются как между собой, так и в сравнении с граничными водными системами реки и водохранилища (рис. 1).

В результате сильного прогрева воды в жаркие годы стираются биоценотические различия зоопланктона внутри устьевой области притока, а именно между фронтальной и переходной зоной приемника. При этом зоопланктон 2011 г. характеризуется своеобразной видовой структурой, значимо отличной от предшествующих лет.

Основные параметры квазиаттракторов, а именно величина асимметрии между геометрическим и хаотическим центром квазиаттрактора ( $rX$ ) и его объем ( $vX$ ) удовлетворительно согласуются с данными о качественном и количественном развитии локальных сообществ зоопланктона и хорошо отражают различия, обусловленные принадлежностью к районированным гидроэкологическим зонам. Максимальные значения величины асимметрии центров квазиаттракторов и его объем устойчиво регистрируются во фронтальной зоне устьевой области ( $rX = 14,0 \times 10^5$ ,  $vX = 5,2 \times 10^{61}$ ), которую по совокупности признаков (повышенному видовому богатству и развитию краевого эффекта) мы определяем как зону напряжения – экотон [1; 4]. Минимальные значения параметров хаотических аттракторов наблюдали в зоне свободного течения притока ( $rX = 0,2 \times 10^5$ ,  $vX = 1,3 \times 10^{39}$ ) и в водохранилище ( $rX = 1,1 \times 10^5$ ,  $vX = 1,1 \times 10^{49}$ ).

Относительно периода климатической нормы 2009 г. в аномально жаркие годы – 2010–2011 гг., когда наблюдали продолжительный (> 1,5 месяца) аномальный прогрев всей водной толщи до 29–33 °С, глубокий дефицит растворенного кислорода (< 4 мг/л), гиперцветение синезеленых водорослей и катастрофическое ухудшение качества воды [5], зоопланктон гидросистемы малого притока характеризовался необычно высоким уровнем количественного развития и сильнейшими перестройками видовой структуры. В этих условиях происходит увеличение объема квазиаттракторов сообществ, расширение их границ (табл. 1). Такая реакция хаотических квазиаттракторов свидетельствует о неудовлетворительной адаптации сообществ зоопланктона к термическому эвтрофированию и сигнализирует об их переходе в область патологии.

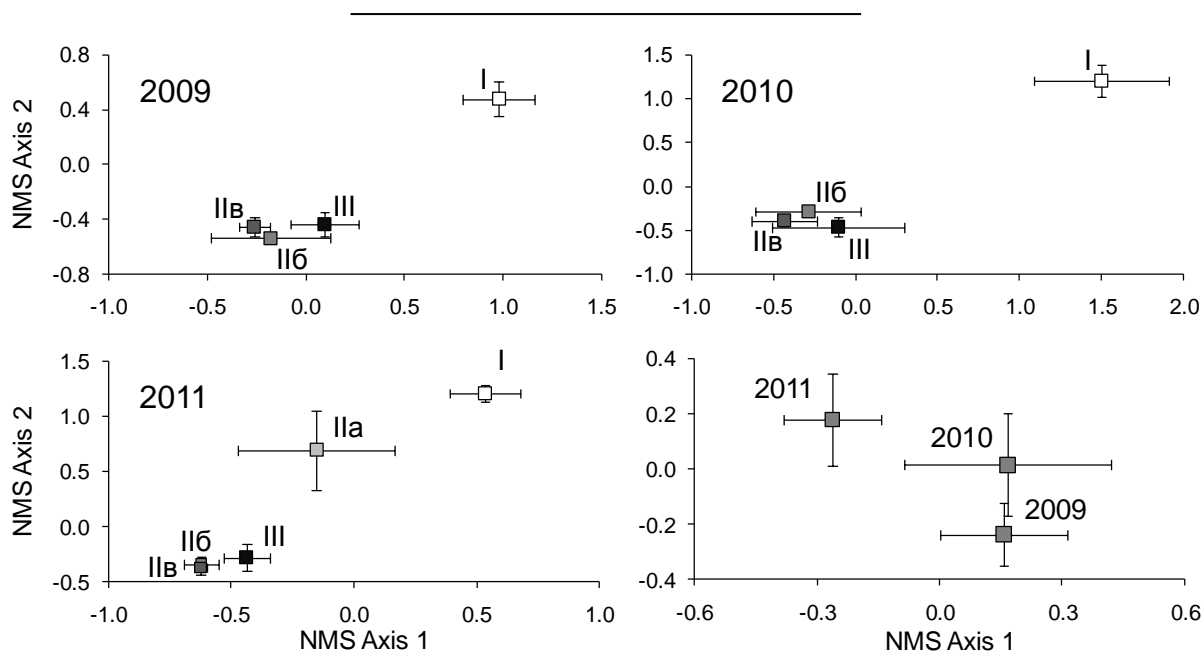


Рис. 1. Многомерное неметрическое шкалирование сообществ зоопланктона гидросистемы малого притока равнинного водохранилища по видовой структуре

Таблица 1

Объемы хаотических квазиаттракторов (усл. ед.) сообществ зоопланктона водной системы малого притока в вегетационные периоды климатической нормы (2009 г.) и аномальной жары (2010–11 гг.)

Год	РЕКА	УСТЬЕВАЯ ОБЛАСТЬ			ВДХР-ЩЕ
	I	IIa	IIb	IIв	III
2009		$2,8 \times 10^{56}$			
	$4,1 \times 10^{25}$	–	$7,7 \times 10^{54}$	$9,4 \times 10^{50}$	$8,2 \times 10^{36}$
2010		$1,0 \times 10^{58}$			
	$4,8 \times 10^{21}$	–	$7,7 \times 10^{54}$	$6,6 \times 10^{51}$	$1,8 \times 10^{43}$
2011		$1,1 \times 10^{62}$			
	$3,3 \times 10^{26}$	$1,4 \times 10^{56}$	$5,3 \times 10^{58}$	$3,9 \times 10^{53}$	$1,6 \times 10^{44}$

Интересно, что интегративный параметр хаотического квазиаттрактора зоопланктоценоза фронтальной зоны, а именно его суммарный объем, в аномально жарком 2010 году по сравнению фоновым 2009 г. практически не изменяется ( $vX = 7,7 \times 10^{54}$  усл. ед.). Это может свидетельствовать об активизации буферной системы экотона фронтальной зоны в ответ на аномальный прогрев воды.

Анализ фазовых портретов сезонной динамики зоопланктона свидетельствует о более выраженной хаотической динамике экотонного сообщества фронтальной зоны, отличающегося максимальной площадью хаотического квазиаттрактора (рис. 2). Меньший уровень хаотичности наблюдается в сообществе переходной зоны приемника и водохранилища, а минимальный – в зоопланктоценозе проточного участка реки, жестко стабилизированном высокой скоростью течения.

Относительно фонового периода в аномально жаркий год повышается вариабельность поведения вектора состояния сообществ, увеличивается площадь их хаотических аттракторов. Наиболее значительные экологические модификации сообществ зоопланктона, выражаемые отклонением хаотических центров аттракторов для фонового и жаркого года регистрируются в устьевой области притока (0,402 и 0,436 усл. ед. для фронтальной и переходной зоны приемника соответственно).

Идентификация межаттракторных расстояний стохастических центров квазиаттракторов, характеризующих различия статистических параметров развития сообществ, свидетельствует о существенных отличиях в показателях количественного развития зоопланктона устьевой области притока по сравнению с граничными водными системами реки и водохранилища, что удовлетворительно согласуется с данными многомерной статистики (рис. 3). Однако оценка межаттракторных расстояний хаотических центров аттракторов демонстрирует экологическую специфичность зоопланктона устьевой области, и особенно ее фронтальной зоны, обособляющейся отдельным кластером и отличающейся более выраженной хаотической динамикой.

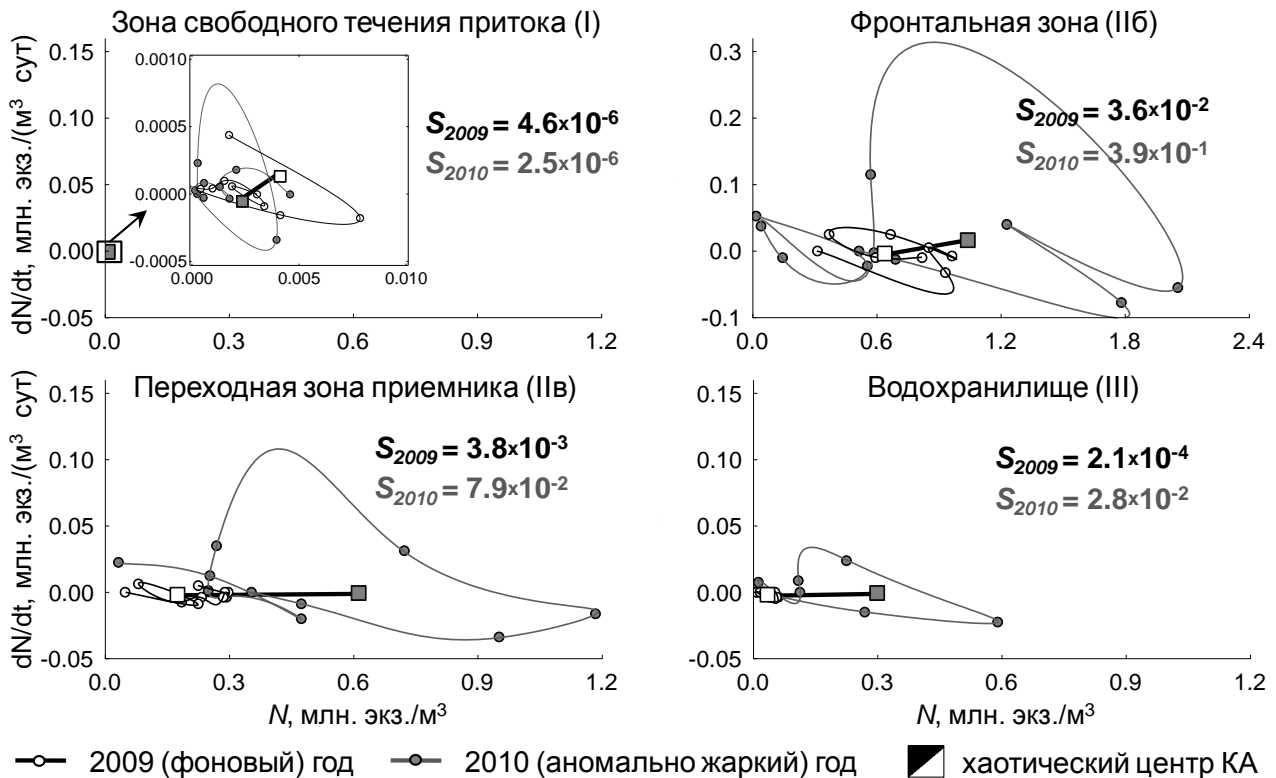


Рис. 2. Фазовые портреты сезонной динамики обилия зоопланктона гидроэкологических зон в фоновом и anomalно жарком годах

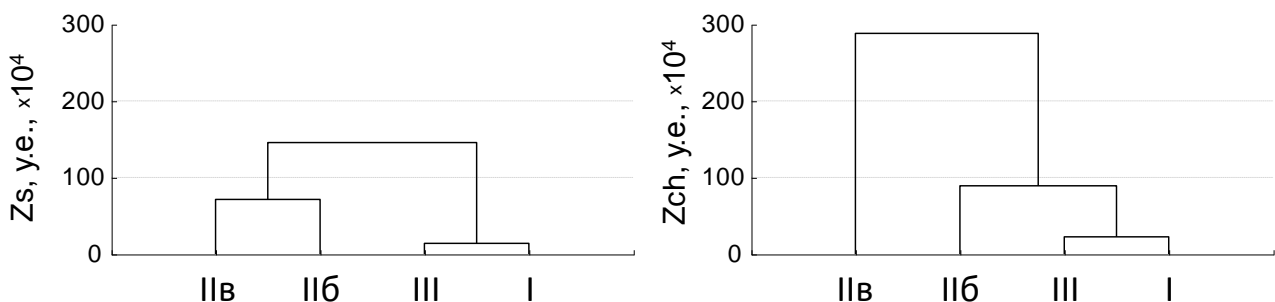
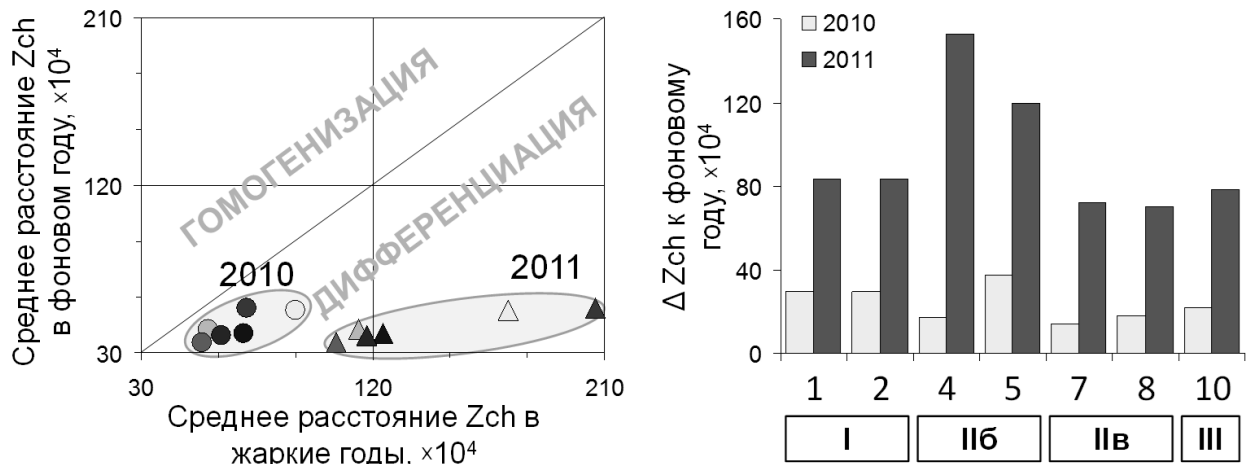


Рис. 3. Межаттракторные расстояния, рассчитанные между стохастическими ( $Z_s$ ) и хаотическими ( $Z_{ch}$ ) центрами квазиаттракторов сообществ зоопланктона водной системы притока водохранилища

По сравнению с фоновым периодом в жаркие годы увеличиваются межаттракторные расстояния, а квазиаттракторы сообществ «разбегаются» друг относительно друга в многомерном фазовом пространстве, что может свидетельствовать об экологической дифференци-

ации сообществ, по-разному реагирующих на аномальные условия (рис. 4). При этом наиболее сильно от референсных состояний удаляются аттракторы сообществ фронтальной зоны. Таким образом, несмотря на ослабленную реакцию зоопланктона на аномальный прогрев воды в жаркие годы, исследование его хаотической динамики позволяет выявить нарушения в системе гомеостаза сообществ гидробионтов фронтальной зоны в изменяющихся условиях среды.



**Рис. 4. Изменение межаттракторных расстояний хаотических квазиаттракторов сообществ зоопланктона изученных станций и гидроэкологических зон в жаркие годы относительно фонового периода**

Параметры аттракторов сообществ обусловлены особенностями режима гидроэкологических зон ( $rX - F_{[3; 9]} = 119,1, p < 0,001; \nu X - F_{[3; 9]} = 402,1, p < 0,001$ ) и межгодовой погоднo-климатической изменчивостью ( $rX - F_{[2; 9]} = 10,4, p < 0,01; \nu X - F_{[2; 9]} = 8,7, p < 0,01$ ), обнаруживают тесную статистическую связь с элементами экологической структуры зоопланктона и приоритетными факторами среды, а именно таксономическим разнообразием и вариативностью таксономической структуры, биоценотической структурой, числом Фруда, температурой воды, содержанием растворенного кислорода и величиной БПК<sub>5</sub>.

Таким образом, хаотические аттракторы показательны при описании структурно-функциональной организации сообществ зоопланктона малого притока равнинного водохранилища. Параметры квазиаттрактора достигают максимальных значений в устьевой области притока, и особенно ее фронтальной зоне, зоопланктон которой отличается ярко выраженным хаотическим режимом функционирования и которую по совокупности признаков, а именно повышенному видовому богатству и развитию краевого эффекта, мы определяем как экотон. Благодаря буферным свойствам экотона во фронтальной зоне устьевой области притока наблюдалась ослабленная реакция хаотической системы сообщества зоопланктона на аномально высокие температуры воды. Это удовлетворительно согласуется со стабильностью основных количественных показателей развития (численности, биомассы и продукции) зоопланктоценоза фронтальной зоны в период аномальной жары 2010 г. [1].

Параметры хаотических аттракторов сообществ обусловлены особенностями режима гидроэкологических зон и межгодовой погоднo-климатической изменчивостью, и в условиях погоднo-климатических аномалий жарких лет сигнализируют о серьезных функциональных нарушениях комплексного характера, срыве адаптации зоопланктоценозов и переходе сообществ в область патологии.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Министерства образования и науки Самарской области и Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-34-50136).*

## Литература

1. Болотов С. Э. Изменения структуры и параметров хаотических аттракторов сообществ зоопланктона устьевой области малого притока равнинного водохранилища в условиях погоднo-климатических аномалий // Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность : материалы междунар. науч. конф. М. : ИВП РАН, 2014. С. 108–111.
2. Болотов С. Э. Программа идентификации параметров хаотических квазиаттракторов сообществ пресноводного зоопланктона : свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ Федер. службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) № 2014613776 от 07.04.2014 г. ; опубли. 2014 г. Электрон. бюл. РОСПАТЕНТ. 2014. №5. 1 с.
3. Болотов С. Э., Крылов А. В., Еськов В. М., Козлова В. В., Мухортова О. В. Сравнительный анализ экологической структуры и параметров хаотической организации зоопланктона устьевой области притока равнинного водохранилища // Известия Самар. науч. центра РАН. 2014. Т.16. №1. С. 223–226.
4. Болотов С. Э., Крылов А. В., Цветков А. И., Соколова Е. А., Поддубный С. А. Водные массы и зоопланктон зоны подпора притока Рыбинского водохранилища // Поволж. эколог. журн. 2012. № 2. С. 134–141.
5. Лазарева В. И., Минеева Н. М., Жданова С. М. Пространственное распределение планктона в водохранилищах Верхней и Средней Волги в годы с различными термическими условиями // Поволж. коллог. журн. 2012. № 4. С. 394–407.
6. Медвинский А. Б., Петровский С. В., Тихонова И. А., Тихонов Д. А., Ли Б. Л., Вентурино Э., Мальхё Х., Иваницкий Г. Р. Формирование пространственно-временных структур, фракталы и хаос в концептуальных экологических моделях на примере динамики взаимодействующих популяций планктона и рыбы // Успехи физических наук. 2002. Т. 172. С. 31–66.
7. Beninca E., Huisman J., Heerkloss R. et al. Chaos in a long-term experiment with a plankton community // Nature. 2006. Vol. 451. P. 822–825.
8. Eskov V. M., Gavrilenko T. V., Kozlova V. V., Filatov M. A. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems // Measurement techniques. 2012. Vol. 55. Issue 9. P. 1096–1101.
9. Gao M., Shi H., Li Z. Chaos in a seasonally and periodically forced phytoplankton – zooplankton system // Nonlinear Analysis: Real World Applications. 2009. Vol. 10. Issue 3. P. 1643–1650.
10. Mandal S, Ray S., Roy S., Jørgensen S. E. Order to chaos and vice versa in an aquatic ecosystem // Ecological Modelling. 2006. Vol. 197. P. 498–504.
11. Popova E., Fasham M. J. R., Osipov A., Ryabchenko V. Chaotic behaviour of an ocean ecosystem model under seasonal external forcing // Journal of Plankton Research. 1997. Vol. 19. № 10. P. 149 –1515.
12. Scheffer M., Rinaldi S., Huisman J., Weissing F. J. Why plankton communities have no equilibrium: solutions to the paradox // Hydrobiologia. 2003. Vol. 491. P. 9–18.

УДК 504.3.064.36(571.122):574

*Завьялова И. В., Казанцев Ю. В.*  
*Zavyalova I. V., Kazantsev Yu. V.*

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ЛИЦЕНЗИОННЫХ УЧАСТКАХ В ХМАО – ЮГРЕ В 2009–2014 гг.**

### **RESULTS OF LOCAL MONITORING OF ATMOSPHERIC AIR AT KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG-UGRA LICENSE BLOCKS IN 2009–2014 YEARS**

На территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры проведена оценка состояния атмосферного воздуха. Основой послужили результаты наблюдений за 2009–2014 гг., полученные в пунктах локального экологического мониторинга на лицензионных участках. Проведено сравнение средних концентраций в зависимости от категории пункта наблюдений: фоновые, контрольные и подфакельные.

*Ключевые слова: атмосферный воздух, лицензионный участок, мониторинг.*

Атмосферный воздух является жизненно важным компонентом, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных. Загрязняющие вещества, попавшие в атмосферу, легко мигрируют в различные типы сред и способны перемещаться на значительные расстояния. Перенос загрязняющих веществ на большие расстояния осуществляется главным образом за счет общей циркуляции атмосферы и зависит от высоты выброса, скорости и направления ветра. Поступающие в атмосферу примеси, подхваченные воздушными потоками, могут распространяться на расстояние от нескольких сотен до нескольких тысяч километров.

В автономном округе с 2003 г. и по настоящее время на лицензионных участках проводятся наблюдения за состоянием атмосферного воздуха согласно постановлению Правительства ХМАО – Югры от 23.12.2011 г. № 485-п [1]. Периодичность опробования атмосферного воздуха – 2 раза в год в бесснежный период. В среднем по округу на один лицензионный участок приходится 3 поста мониторинга.

Результаты исследований состояния атмосферного воздуха в границах участков предоставляются в единую базу мониторинга химического загрязнения окружающей среды. За 2014 г. эти данные проанализированы в сравнении с пятилетним периодом. Кроме того, за 2013 и 2014 гг. дополнительно данные были проанализированы в разрезе разных категорий пунктов наблюдения: фоновых, подфакельных и контрольных.

Концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе оценивалась по действующим экологическим нормативам в соответствии с ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [2]. Использовались данные по ПДК<sub>мр</sub>-максимальной разовой.

В исследуемый период (2009–2014 гг.) экологический мониторинг выполняли 52–63 предприятий-недропользователей на 255–309 участках недр. Ежегодно проводилось от 8 777 до 16 509 измерений. За 2014 г. отчиталось 63 предприятия в 838 пунктах наблюдений на 309 ЛУ, количество измерений составило 11 753 (рис. 1).

Определены статистические параметры качества атмосферного воздуха, средние концентрации загрязняющих веществ, в т. ч. по категориям пунктов наблюдения (табл. 1).



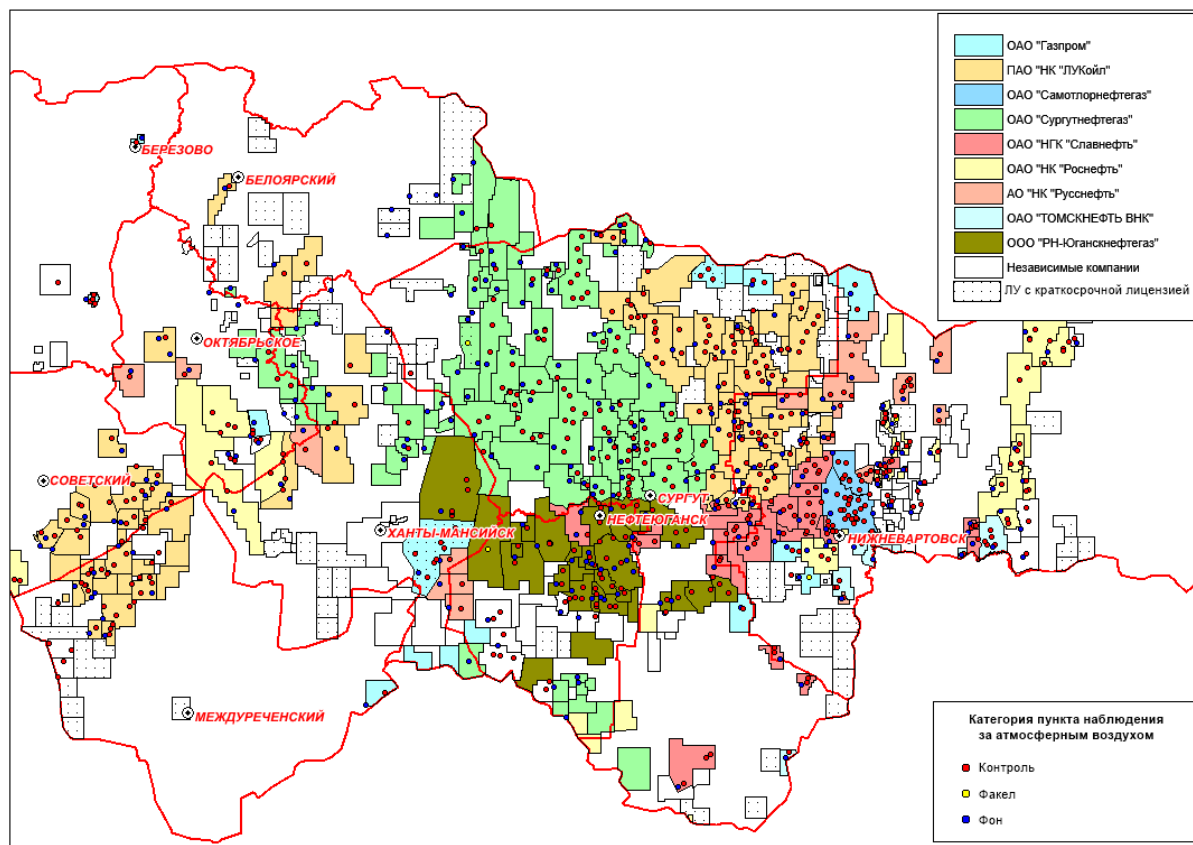


Рис. 1. Посты мониторинга за атмосферным воздухом на участках недропользования

Таблица 1

Сводные статистические параметры проб атмосферного воздуха  
за 2009–2014 гг. на лицензионных участках

Год	Название показателя	Тип точки	ПДК	Количество измерений	Минимум	Максимум	Среднее
2009	Взвешенные вещества	массив	0,5	1 585	0,01	3,7	0,136
2010	Взвешенные вещества	массив	0,5	1 579	0,01	0,43	0,13
2011	Взвешенные вещества	массив	0,5	1 412	0,01	0,468	0,120
2012	Взвешенные вещества	массив	0,5	2 378	0,01	0,396	0,143
2013	Взвешенные вещества	массив	0,5	1 299	0,009	1,05	0,097
2013	Взвешенные вещества	фон	0,5	392	0,009	1,05	0,095
2013	Взвешенные вещества	контроль	0,5	329	0,01	0,41	0,100
2013	Взвешенные вещества	факел	0,5	578	0,01	0,3	0,096
2014	Взвешенные вещества	массив	0,5		0,01	0,42	0,093
2014	Взвешенные вещества	фон	0,5	535	0,01	0,41	0,094
2014	Взвешенные вещества	контроль	0,5	422	0,01	0,41	0,089
2014	Взвешенные вещества	факел	0,5	722	0,01	0,42	0,095
2009	Диоксид азота NO <sub>2</sub>	массив	0,2	1 563	0,001	0,198	0,032
2010	Диоксид азота NO <sub>2</sub>	массив	0,2	1 583	0,0005	1	0,03
2011	Диоксид азота NO <sub>2</sub>	массив	0,2	1 551	0,001	0,38	0,031
2012	Диоксид азота NO <sub>2</sub>	массив	0,2	2 338	0,001	0,19	0,047
2013	Диоксид азота NO <sub>2</sub>	массив	0,2	1 299	0,001	0,5	0,029
2013	Диоксид азота NO <sub>2</sub>	фон	0,2	391	0,001	0,11	0,030
2013	Диоксид азота NO <sub>2</sub>	контроль	0,2	331	0,002	0,12	0,025

Продолжение табл. 1

Год	Название показателя	Тип точки	ПДК	Количество измерений	Минимум	Максимум	Среднее
2013	Диоксид азота NO <sub>2</sub>	факел	0,2	577	0,001	0,5	0,030
2014	Диоксид азота NO <sub>2</sub>	массив	0,2	1 679	0,001	0,5	0,026
2014	Диоксид азота NO <sub>2</sub>	фон	0,2	535	0,001	0,22	0,027
2014	Диоксид азота NO <sub>2</sub>	контроль	0,2	422	0,001	0,12	0,023
2014	Диоксид азота NO <sub>2</sub>	факел	0,2	722	0,001	0,5	0,028
2009	Диоксиды серы SO <sub>2</sub>	массив	0,5	1 561	0,001	0,49	0,040
2010	Диоксиды серы SO <sub>2</sub>	массив	0,5	1 588	0,00005	1	0,04
2011	Диоксиды серы SO <sub>2</sub>	массив	0,5	1 506	0,001	2	0,033
2012	Диоксиды серы SO <sub>2</sub>	массив	0,5	2 391	0,001	0,25	0,033
2013	Диоксиды серы SO <sub>2</sub>	массив	0,5	1 193	0,001	1	0,033
2013	Диоксиды серы SO <sub>2</sub>	фон	0,5	372	0,001	0,25	0,034
2013	Диоксиды серы SO <sub>2</sub>	контроль	0,5	303	0,003	0,38	0,036
2013	Диоксиды серы SO <sub>2</sub>	факел	0,5	518	0,001	1	0,030
2014	Диоксиды серы SO <sub>2</sub>	массив	0,5	1 679	0,0001	0,92	0,029
2014	Диоксиды серы SO <sub>2</sub>	фон	0,5	535	0,0001	0,92	0,030
2014	Диоксиды серы SO <sub>2</sub>	контроль	0,5	422	0,002	0,5	0,034
2014	Диоксиды серы SO <sub>2</sub>	факел	0,5	722	0,0005	0,159	0,025
2009	Метан	массив	50	1 385	0,01	50	3,142
2010	Метан	массив	50	1 517	0,137	49,1	3,69
2011	Метан	массив	50	1 450	0,456	12,5	4,166
2012	Метан	массив	50	2 283	0,025	87	5,007
2013	Метан	массив	50	1 192	0,125	25,1	4,049
2013	Метан	фон	50	372	0,125	19,9	4,309
2013	Метан	контроль	50	302	0,125	25,1	4,013
2013	Метан	факел	50	518	0,19	15	3,883
2014	Метан	массив	50	1 679	0,015	46,8	5,356
2014	Метан	фон	50	535	0,213	41,5	5,179
2014	Метан	контроль	50	422	0,025	46,8	5,524
2014	Метан	факел	50	722	0,015	37,4	5,389
2009	Оксид азота NO	массив	0,4	1 565	0,0005	0,616	0,039
2010	Оксид азота NO	массив	0,4	1 582	0,0005	0,362	0,04
2011	Оксид азота NO	массив	0,4	1 391	0,0005	0,12	0,030
2012	Оксид азота NO	массив	0,4	2 374	0,0007	2,24	0,050
2013	Оксид азота NO	массив	0,4	1 301	0,001	0,5	0,028
2013	Оксид азота NO	фон	0,4	392	0,001	0,105	0,030
2013	Оксид азота NO	контроль	0,4	331	0,001	0,11	0,025
2013	Оксид азота NO	факел	0,4	578	0,001	0,5	0,030
2014	Оксид азота NO	массив	0,4	1 679	0,001	0,174	0,025
2014	Оксид азота NO	фон	0,4	535	0,001	0,136	0,025
2014	Оксид азота NO	контроль	0,4	422	0,002	0,0954	0,023
2014	Оксид азота NO	факел	0,4	722	0,001	0,174	0,027
2009	Оксид углерода CO	массив	5	1 568	0,004	4,21	0,852
2010	Оксид углерода CO	массив	5	1 589	0,025	14	0,79
2011	Оксид углерода CO	массив	5	1 475	0,086	4,3	0,838
2012	Оксид углерода CO	массив	5	2 440	0,025	5	1,007
2013	Оксид углерода CO	массив	5	1 192	0,1	6,48	0,802
2013	Оксид углерода CO	фон	5	372	0,13	6,48	0,791
2013	Оксид углерода CO	контроль	5	303	0,25	5,65	0,808
2013	Оксид углерода CO	факел	5	517	0,1	3,38	0,807
2014	Оксид углерода CO	массив	5	1 679	0,0065	5,15	0,971

Окончание табл. 1

Год	Название показателя	Тип точки	ПДК	Количество измерений	Минимум	Максимум	Среднее
2014	Оксид углерода СО	фон	5	535	0,1	3,3	0,937
2014	Оксид углерода СО	контроль	5	422	0,0065	3,03	0,919
2014	Оксид углерода СО	факел	5	722	0,024	5,15	1,027
2009	Сажа (углерод)	массив	0,15	1 550	0,0125	0,26	0,021
2010	Сажа (углерод)	массив	0,15	1 537	0,0003	0,142	0,02
2011	Сажа (углерод)	массив	0,15		0,0125	0,049	0,015
2012	Сажа (углерод)	массив	0,15	2 305	0,0025	4	0,055
2013	Сажа (углерод)	массив	0,15	1 301	0,005	0,13	0,013
2013	Сажа (углерод)	фон	0,15	392	0,007	0,13	0,014
2013	Сажа (углерод)	контроль	0,15	331	0,005	0,03	0,013
2013	Сажа (углерод)	факел	0,15	578	0,005	0,13	0,013
2014	Сажа (углерод)	массив	0,15	1 679	0,01	13	0,025
2014	Сажа (углерод)	фон	0,15	535	0,01	13	0,039
2014	Сажа (углерод)	контроль	0,15	422	0,01	3,8	0,023
2014	Сажа (углерод)	факел	0,15	722	0,01	0,22	0,015

Концентрации **взвешенных веществ** в 2014 г. изменялись от 0,01 мг/м<sup>3</sup> до 0,41 мг/м<sup>3</sup>, в среднем составляя 0,093 мг/м<sup>3</sup>, оставаясь на уровне 2013 г. (табл. 1). Во всех пробах в 2014 г. не отмечено превышение ПДК, за пятилетний период выявлено 7 случаев с максимумом 7,4 ПДК на Овальном ЛУ в 2009 г.

В подфакельных пунктах наблюдений концентрация чуть выше, чем в фоновых и контрольных в среднем в 1–1,1 раза соответственно.

В большинстве проанализированных проб, отобранных на ЛУ, концентрация взвешенных веществ ниже предела обнаружения метода – 88 % случаев (в 2014 г.), в прошлые годы также в подавляющем большинстве проб концентрации менее 0,2 мг/м<sup>3</sup>.

Концентрация **диоксида азота** по данным мониторинга на лицензионных участках за 2014 г. изменялась от 0,001 мг/м<sup>3</sup> до 0,5 мг/м<sup>3</sup>, в среднем составляя 0,026 мг/м<sup>3</sup>, что в 1,1 раза меньше, чем в 2013 г. (табл. 1).

Имеются различия по категориям пунктов мониторинга: выявлено повышенное содержание диоксида азота в подфакельных пунктах в отличие от в фоновых и контрольных в среднем в 2,3 и 4 раза соответственно. По сравнению с 2013 г. увеличение средней концентрации произошло в фоновых пунктах в 2 раза.

В большинстве проб концентрация ниже предела обнаружения метода до 0,1 мг/м<sup>3</sup>. Превышения ПДК зафиксировано по 1 случаю в 2010, 2011 и 2013 гг., в 3 случаях в 2014 г., с максимумом 5 ПДК в 2010 г. на Приобском южная часть ЛУ.

Концентрация **диоксида серы** в 2014 г. изменялась от 0,0001 мг/м<sup>3</sup> до 0,92 мг/м<sup>3</sup>, в среднем 0,029 мг/м<sup>3</sup> чуть ниже уровня 2013 г. (табл. 1).

Средние концентрации среди разных категорий пунктов мониторинга отличаются. Так, в контрольных пунктах концентрация выше в 1,1 раз, чем в фоновых пунктах и в 1,4 раза выше, чем в подфакельных.

В большинстве проб концентрация диоксида серы ниже предела обнаружения метода, который сильно отличается в зависимости от методики определения от < 0,001 до < 0,25 мг/м<sup>3</sup>.

В 2014 г. отмечалось превышение ПДК в 1,8 раза в одной пробе, в 2013 г. – в 1 случае, в 2011 г. в 3 случаях, в 2010 г. – в 6 случаях, с максимумом 4 ПДК в 2010 г. на Самотлорском сев. ЛУ.

Концентрация **метана** по данным мониторинга на лицензионных участках за 2014 г. изменялась от 0,015 мг/м<sup>3</sup> до 46,8 мг/м<sup>3</sup>, в среднем составляя 5,4 мг/м<sup>3</sup>, что в 1,3 раза больше, чем в 2013 г. (табл. 1). Превышения ПДК в текущем году не отмечено, за последние пять лет лишь в 2012 г.у были зафиксированы 5 случаев на Славинском и Хултурском ЛУ – 1,7 ПДК.

Среди разных категорий пунктов отмечено, что в фоновых пунктах концентрация чуть ниже, чем в подфакельных и контрольных примерно в 1,1 раза.

Содержание метана в проанализированных пробах в большинстве случаев меньше предела обнаружения метода, который очень сильно изменяется в зависимости от метода определения, что отражается в расчете ежегодных средних концентраций: < 25 мг/м<sup>3</sup> электрохимический, < 4 мг/м<sup>3</sup> фотоакустический, < 30 мг/м<sup>3</sup> термокаталитический, < 2 мг/м<sup>3</sup> газовая хроматография.

В 2014 г. концентрация **оксида азота** изменялась от 0,001 до 0,174 мг/м<sup>3</sup>, в среднем составляя 0,03 мг/м<sup>3</sup>, как в 2013 г. (табл. 1). Концентрация в подфакельных пунктах в 1,2 раза выше, чем в контрольных и в 1,1 раза выше, чем в фоновых пунктах мониторинга. В 2013 г. во всех категориях пунктов средняя концентрация была больше, чем в 2014 г.

В большинстве проанализированных проб концентрация ниже предела обнаружения метода.

Превышение ПДК в 2014 г. не отмечено ни в одном пункте наблюдения, в 2013 г. зафиксирован 1 случай, в 2012 г. – 3 случая, в 2009 г. – 2 случая, максимум в 2012 г. на Ватинском ЛУ – 5,6 ПДК.

Концентрация **оксида углерода** сильно варьирует от 0,007 до 5,15 мг/м<sup>3</sup>, в среднем составляя 0,97 мг/м<sup>3</sup>, что выше 2013 г. в 1,2 раза (табл. 1).

В подфакельных пунктах концентрация немного выше (в 1,1 раза), чем в фоновых и контрольных. В 1,2 раза увеличилась средняя концентрация в фоновых и контрольных пунктах по сравнению с пунктами наблюдений 2013 г., в 1,3 раза в подфакельных пунктах.

Большая часть проб с концентрацией ниже предела обнаружения метода (87 %), который отличается для разных методик.

Незначительное превышение ПДК в 2014 г. отмечено в 1 случае, в 2010 г. также в 1 случае, но максимальный 2,8 ПДК на Рогожниковском-4 ЛУ и в 2013 г. в 2 случаях.

Содержание **сажи** в атмосферном воздухе на участках по данным недропользователей за 2014 г. изменяется от < 0,025 до 13 мг/м<sup>3</sup>, в среднем составляя 0,025 мг/м<sup>3</sup>, что в 2 раза выше концентраций прошлого года (табл. 1).

Средняя концентрация в фоновых пунктах наблюдения в 2014 г. составила 0,039 мг/м<sup>3</sup>, что выше в 2,6 раза, чем в подфакельных пунктах (0,015 мг/м<sup>3</sup>) и в 1,7 раза выше, чем в контрольных (0,023 мг/м<sup>3</sup>).

Большинство проб за последние пять лет содержит сажу в концентрациях менее 0,05 мг/м<sup>3</sup>. Превышение ПДК отмечено в четырех случаях в 2009 и 2014 гг., в 20 случаях в 2012 г., также в 2012 г. на уровне 1 ПДК находилось 24 измерения.

Анализ данных мониторинговых наблюдений (2009–2014 гг.) за качеством атмосферного воздуха на лицензионных участках показал, что состояние атмосферного воздуха в округе можно считать удовлетворительным, среднее содержание определяемых веществ в большинстве случаев составили десятые и сотые доли ПДК. Отмечены единичные случаи превышения ПДК, расположенные вдали от населенных пунктов и не оказывающие влияния на здоровье населения.

Тем не менее, по данным наблюдений 2014 г. выявлено, что содержание загрязняющих веществ отличается в зависимости от категории пункта наблюдений, т. е. расположения техногенных объектов. В **подфакельных пунктах** концентрация выше, чем в фоновых и контрольных в среднем в 1,1 раза по взвешенным веществам, 2,3 и 4 раза по диоксид азоту, 1,1 и 1,2 раза по оксид азоту, 1,1 раза по оксид углероду соответственно. В **контрольных пунктах** концентрация диоксида серы выше в 1,1 раз, чем в фоновых и в 1,4 раза выше, чем в подфакельных пунктах, содержание метана также незначительно выше. В **фоновых пунктах** наблюдения средняя концентрация сажи выше в 2,6 раза, чем в подфакельных пунктах и в 1,7 раза выше, чем в контрольных.

По сравнению с пятилетним периодом отмечается тенденция к снижению средней концентрации взвешенных веществ, диоксид азота, оксид азота, стабилизация диоксида се-

ры. По сравнению с 2009 г. происходит увеличение средней концентрации метана в воздухе в 1,7 раза, оксид углерода в 1,2 раза, сажи в 1,5 раза.

На данном этапе проведена общая оценка текущего состояния атмосферного воздуха в округе, выявлены намечающиеся тенденции в динамике содержания загрязняющих веществ. Дальнейшее накопление материала регулярных многолетних наблюдений и углубленное детальное его изучение даст возможность делать более определенные выводы о степени интегрального воздействия нефтегазодобывающего сектора на окружающую среду.

### **Литература**

1. «О системе наблюдения за состоянием окружающей среды в границах лицензионных участков на право пользования недрами с целью добычи нефти и газа на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» (вместе с Положением об организации проведения исследований исходной загрязнённости компонентов природной среды в границах лицензионных участков на право пользования недрами с целью добычи нефти и газа на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, Положением об организации локального экологического мониторинга в границах лицензионных участков на право пользования недрами с целью добычи нефти и газа на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры) : постановление Правительства ХМАО – Югры от 23.12.2011 № 485-п (ред. от 21.03.2014) // Собр. законодательства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. 31.12.2011, № 12 (ч. II, т. 2), ст. 1258.

2. О введении в действие ГН 2.1.6.1338-03 (вместе с ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы : постановление Глав. гос. санитар. врача РФ от 30.05.2003 № 114 (ред. от 30.08.2016) // утв. Главн. гос. санитар. врачом РФ 21.05.2003 : зарегистр. в Минюсте России 11.06.2003 № 4679.

УДК 597.6:591.526(282.256.14)

*Ибрагимова Д. В., Аслямова А. И.  
Ibragimova D. V., Aslyamova A. I.*

### **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ АМФИБИЙ ОКРЕСТНОСТЕЙ ДЕРЕВНИ ЮГАН**

### **STATE ESTIMATION OF AMPHIBIANS POPULATION IN UGAN VILLAGE VICINITIES**

Предпринята попытка оценить состояние популяций амфибий Среднего Приобья на примере окрестностей деревни Юган Сургутского района ХМАО – Югры. Установлен видовой состав амфибий, биотопическое распределение и половая структура популяций обыкновенной жабы и остромордой лягушки, оценены обилие животных и их упитанность, рассмотрен полиморфизм остромордой лягушки.

*Ключевые слова: амфибии, структура популяции, остромордая лягушка, обыкновенная жаба, север Западной Сибири.*

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра приравнен к районам Крайнего Севера. Фауна данной территории характеризуется небольшим разнообразием, а класс позвоночных животных – амфибии – представлен всего шестью видами, что составляет 0,08 % от мировой

батрахофауны. Это ничтожно малая доля в сравнении с размерами территории округа. Тем не менее, амфибии являются неотъемлемой частью биоценозов, т. к. по ряду биологических особенностей экологически более эффективны в сравнении с птицами и млекопитающими [1].

В настоящее время амфибии наиболее уязвимый класс среди позвоночных животных, что ставит перед учеными проблему всестороннего изучения их биологии и экологии.

**Цель данной работы** – исследовать популяционные характеристики амфибий окрестностей деревни Юган.

Исследования проведены близ деревни Юган Сургутского района с 25 июня по 5 июля 2015 г. Учтено 10 особей *Salamandrella keyserlingii* Dybowski, 1870, 120 – *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), 515 – *Rana arvalis* Nilsson, 1842.

Отлов амфибий проводился с помощью наплавливающих канавок и заборчиков из полиэтиленовой пленки (в переувлажненных биотопах) [11]. Обилие пересчитывалось на 100 конусо-суток. Оценку обилия проводили с использованием балльной шкалы А. П. Кузякина [10]. Пол устанавливали при вскрытии. Полиморфизм окраски остромордой лягушки описан по методике В. Г. Ищенко [8]: М – пятнистая, Р – крапчатая, В – чистая (дикий тип), S – полосатая, R – бугорчатая, Ас – светлогорлая, Ав – светлобрюхая, Nс – темногорлая. Коэффициент упитанности рассчитывали по Фультону :

$$КУ = \frac{m \times 100}{L^3},$$

где  $m$  – масса (в г),  $L$  – длина тела (в см) [12].

На изученной территории выявлено три вида амфибий: сибирский углозуб, обыкновенная жаба и остромордая лягушка (табл. 1). Доминирующим видом была остромордая лягушка. Этот вид представлен во всех исследованных биотопах, в среднем в окрестностях деревни был многочислен: на разнотравном лугу он был редок, на верховом болоте и темнохвойном лесу обычен, в остальных – многочислен. Обилие обыкновенной жабы заметно уступало лягушке, но в целом по стационару она так же была многочисленна: обычна в четырех биотопах и в трех многочисленна. Сибирский углозуб в среднем на данной территории обычен, хотя и встречался только в двух биотопах. Следует отметить, что смешанные травянистые леса данной территории в 2015 г. для амфибий были наиболее предпочтительны, здесь обитали все виды, и обилие их было высоко, тогда как на разнотравных лугах обилие амфибий было минимально. Это главным образом связано с высоким уровнем воды во время паводка на р. Оби и ее притоках. Затопление поймы вынуждает животных мигрировать на террасу. По ряду физиологических причин остромордая лягушка и сибирский углозуб в большей степени, чем обыкновенная жаба, зависимы от увлажненности местообитаний [9]. Для сибирского углозуба длительное пребывание на солнце губительно [12]. Этим, скорее всего, и объясняются низкие показатели обилия данных видов в открытых биотопах. Смешанные же разнотравные леса удовлетворяли микроклиматическим характеристикам биотопов, предпочитаемых амфибиями.

Таблица 1

**Биотопическое распределение и относительное обилие амфибий  
(особей на 100 конусо-суток) окрестностей д. Юган (июнь-июль 2015 г.)**

№	Биотоп	<i>R.arvalis</i>	<i>B.bufo</i>	<i>S.keyserlingii</i>
1	Кедрово-сосновое кустарничково-сфагновое верховое болото	1,11	2,22	0,00
2	Берёзово-осиново-сосновый разнотравный лес	428,33	105,00	6,66
3	Берёзово-елово-кедровый рябиновый мелкотравный лес	170,00	8,33	9,99
4	Малиновый разнотравный луг	0,56	1,67	0,00
5	Пихтово-берёзово-осиновая вырубка	204,71	60,00	0,00
6	Иван-чайный луг	38,82	98,82	0,00
7	Пихтово-еловый брусничный зеленомошный лес	1,76	3,53	0,00
	В среднем по стационару	120,76	39,94	2,38

Важной характеристикой популяции, указывающей на ее благополучие, является половая структура. Соотношение полов в популяции остромордой лягушки соответствовало теоретическому во всех биотопах, где ее обилие было высоко, кроме иван-чайного луга, где самок было почти в три раза больше (табл. 2). В тех биотопах, где у обоих видов обилие было низким, а также в целом в популяции обыкновенной жабы, выявлено доминирование самок. Смещение соотношения полов в сторону самок свидетельствует о благополучии популяций в репродуктивном плане [4], однако статистически значимых отклонений в половой структуре амфибий на данной территории не выявлено (табл. 3).

Таблица 2

**Соотношение полов в популяциях амфибий окрестностей д. Юган (июнь-июль 2015 г.)**

Биотоп*	<i>R. arvalis</i> (%)		<i>B. bufo</i> (%)		♀:♂	
	♀	♂	♀	♂	<i>R. arvalis</i>	<i>B. bufo</i>
1	100	0	100	0	-	-
2	49	51	63	37	1 : 1	1,7 : 1
3	51	49	100	0	1 : 1	-
4	50	50	100	0	1 : 1	-
5	55	45	71	29	1,2 : 1	2,4 : 1
6	73	27	71	29	2,7 : 1	2,4 : 1
7	100	0	100	0	-	-

Примечание: \* – номера биотопов соответствуют номерам из табл. 1.

Таблица 3

**Значимость различий соотношения полов в популяциях амфибий окрестностей д. Юган (июнь-июль 2015 г.) критерием  $\chi^2$  (df = 1)**

Биотоп*	2	3	4	5	6
<i>R. arvalis</i>	0,025	0,009	0	0,133	0,614
<i>B. bufo</i>	0,877	-	-	0,784	1,292

Примечание: \* – номера биотопов соответствуют номерам из табл. 1.

Для сравнения коэффициента упитанности (КУ) были взяты три качественно различных биотопа: смешанный лес, вырубка и иван-чайный луг. Установлено, что самая низкая упитанность у остромордой лягушки в лесу, высокая – на лугу (табл. 4). В целом упитанность самок и самцов остромордой лягушки значимо не различалась ( $t_{st} = 0,277$ ;  $df = 301$ ). У самок обыкновенной жабы КУ относительно однороден во всех биотопах, тогда как у самцов на вырубке КУ самый низкий. КУ самок жабы несколько выше, чем у самцов, что, вероятно, связано с большей массой икры по сравнению с семенниками, однако половых различий у этого вида также не выявлено ( $t_{st} = 0,231$ ;  $df = 94$ ).

Таблица 4

**Упитанность амфибий окрестностей д. Юган (июнь-июль 2015 г.)**

Биотоп*	<i>R. arvalis</i>		<i>B. bufo</i>	
	♀	♂	♀	♂
2	9,05 ± 0,25	9,66 ± 0,39	11,37 ± 0,37	11,11 ± 0,79
5	11,33 ± 0,57	10,87 ± 0,53	11,99 ± 1,33	9,02 ± 0,99
6	10,15 ± 0,73	13,82 ± 3,39	11,98 ± 0,61	11,39 ± 1,18

Примечание: \* – номера биотопов соответствуют номерам из табл. 1.

По характеру полиморфизма рисунка спины бурых лягушек также можно судить о стабильности популяции. В окрестностях д. Юган у остромордой лягушки выявлено восемь

из одиннадцати возможных у бурых лягушек морф (табл. 5). Наиболее показательны из них чистая и полосатая морфы. В сравнении с другими популяциями остромордой лягушки ХМАО [5] дикий тип встречается часто и во всех биотопах, кроме темнохвойного. Как известно, животные, окрашенные в темные тона или имеющие меланиновые пятна на коже, лучше улавливают солнечный свет [3], что, вероятно, и стало причиной отсутствия непигментированных лягушек в затененном биотопе. Также на это указывает высокий процент пятнистых особей в данном биотопе. Полосатая морфа является индикатором состояния окружающей среды, т. к. особи с такой морфой имеют ряд физиологических особенностей, позволяющих адаптироваться к трансформации местообитаний [2]. Лягушек с полосатой морфой на данной территории сравнительно немного. Например, в г. Сургуте их встречается от 50 до 65 % в зависимости от зоны города [7]. В пойменных популяциях остромордой лягушки (заказники Березовский и Кулуманский) встречаемость этой морфы также низка [6]. Установлено, что распределение морф значительно отличается по биотопам ( $\chi^2_R = 40,58$ ;  $\chi^2 = 12,59$ ;  $r = 6$ ), что свидетельствует о влиянии биотопического градиента на полиморфизм остромордой лягушки. Это подтверждается и более ранними исследованиями [7].

Таблица 5

**Распределение морф в популяции остромордой лягушки окрестностей д. Юган**

Биотоп*	М	Р	В	С	Р	Ас	Ав	Нс
2	15,56	8,95	7,00	24,90	64,59	87,55	87,55	7,78
3	16,67	12,75	7,84	22,55	39,22	81,37	81,37	0,00
4	32,14	14,29	4,76	25,00	48,81	94,05	94,05	5,95
5	8,62	8,62	5,17	37,93	75,86	96,55	96,55	6,90
6	63,64	9,09	0,00	9,09	27,27	100,00	100,00	0,00

Примечание: \* – номера биотопов соответствуют номерам из табл. 1.

Итак, в окрестностях деревни Юган учтено три вида амфибий. В целом популяции остромордой лягушки и обыкновенной жабы стабильны, о чем свидетельствует их высокое обилие, преобладание самок в популяциях, фенотипическое разнообразие и высокая доля редких морф у остромордой лягушки. О состоянии популяции сибирского углозуба судить преждевременно, необходимы дополнительные исследования.

**Литература**

1. Вершинин В. Л. Амфибии и рептилии Урала. Екатеринбург : УрО РАН. 2007. 172 с.
2. Вершинин В. Л. Видовой состав и биологические особенности амфибий ряда промышленных городов Урала : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1983. 20 с.
3. Джапова В. В., Стародубов С. М., Голиченков В. А. Динамика численности дермальных меланофоров у личинок *Xenopus laevis* на ранних стадиях развития // Ученые записки ЗабГГПУ. 2012. № 1 (42). С. 92–97.
4. Замалетдинов Р. И., Файзулин А. И., Чихляев И. В. Результаты и перспективы исследования земноводных, обитающих на урбанизированных территориях Среднего Поволжья // Вопросы герпетологии : материалы III съезда Герпетологического общества им. А. М. Никольского, 9–13 октября 2006 г. г. Пушино. СПб., 2008. С. 130–135.
5. Ибрагимова Д. В. Фенетическая изменчивость *Rana arvalis* Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) // Наука и инновации XXI века : материалы VIII окружн. конф. молодых ученых. 22–23 ноября 2007 г. Сургут. Сургут : Изд-во СурГУ, 2008. Т. 1. С. 56–57.
6. Ибрагимова Д. В., Стариков В. П. Материалы по экологии амфибий юга Ханты-Мансийского автономного округа // Северный регион: наука, образование, культура. Сургут : ИЦ СурГУ, 2008. № 2. С. 80–88.



7. Ибрагимова Д. В., Стариков В. П. Амфибии города Сургута: проблема оптимизации городской среды. Сургут : Библиографика, 2013. 166 с.
8. Ищенко В. Г. Динамический полиморфизм бурых лягушек фауны СССР. М. : Наука, 1978 . 147 с.
9. Кузьмин С. Л. Земноводные бывшего СССР. М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2012. 370 с.
10. Кузякин А. П. Зоогеография СССР // Учен. записки МОПИ им. Н. К. Крупской. М., 1962. Т. 109. С. 3–182.
11. Лада Г. А., Соколов А. С. Методы исследований земноводных: научно-методическое пособие. Тамбов : Изд-во ТГУ им. Г. Р. Державина, 1999. 75 с.
12. Моисеев П. А., Азизова Н. А., Куранова И. И. Ихтиология. М. : Лёгкая и пищевая промышленность, 1981. 381 с.
13. Сибирский углозуб (*Salamandrella keyserlingii* Dybowski, 1870): Экология, поведение, охрана / С. Л. Кузьмин [и др.] ; отв. ред. Э. И. Воробьева ; Ин-т пробл. экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН. М. : Наука, 1995. 235 с.

УДК: 504.45:064.2/.36(571.122)

*Казанцева Л. Н., Казанцев Ю. В.  
Kazantseva L. N., Kazantsev Yu. V.*

## **КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНАХ ХМАО – ЮГРЫ ПО ДАННЫМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НЕДРОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ**

### **SURFACE WATER QUALITY IN ADMINISTRATIVE REGIONS OF KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG – UGRA ACCORDING TO SUBSOIL USERS ENVIRONMENTAL MONITORING**

Статья посвящена экологическому мониторингу поверхностных вод, осуществляемому недропользователями на территории ХМАО – Югры. Дается характеристика качества вод как по автономному округу в целом, так и по отдельным административным районам. На основе статистического анализа результатов мониторинга за 2009–2014 гг. показаны различия в качестве вод в сезонной динамике на фоновых и контрольных постах.

*Ключевые слова: мониторинг, качество вод, загрязнения, недропользование, экология.*

В соответствии с региональным законодательством на месторождениях ХМАО – Югры недропользователями проводится мониторинг состояния окружающей природной среды, в том числе и мониторинг поверхностных вод. Без преувеличения можно сказать, что в автономном округе действует крупнейшая региональная сеть экологического мониторинга, насчитывающая более 1 700 постов и сотни тысяч измерений. Это позволяет оценить современное состояние экосистем и прогнозировать экологические последствия нефтедобычи.

Сбор, обработку, анализ и подготовку информации о результатах мониторинга на лицензионных участках недр обеспечивает Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений ХМАО – Югры.

Мониторинг поверхностных вод – один из важнейших разделов экологического мониторинга. Общеизвестно, что химический состав природных вод является индикатором состояния геосистем прилегающего водосборного бассейна. Неслучайно количество ежегодных

измерений качества поверхностных вод сопоставимо, а зачастую и превышает суммарное количество измерений всех остальных природных сред.

Пункты мониторинга поверхностных вод организуются на водоёмах и водотоках, подверженных техногенному загрязнению (контрольные пункты); кроме того, создаются пункты наблюдений на относительно незагрязнённых водоёмах и водотоках (фоновые пункты) этого же лицензионного участка [1]. Количество пунктов мониторинга в автономном округе со временем изменяется, но соотношение контрольных и фоновых сохраняется на протяжении ряда лет примерно 1 : 4, т. е. около 20 % постов – фоновые, 80 % – контрольные.

Действующие нормы предусматривают контроль 19 параметров качества природных вод: рН, БПК<sub>5</sub>, концентрации металлов, солей, органических веществ, токсичность.

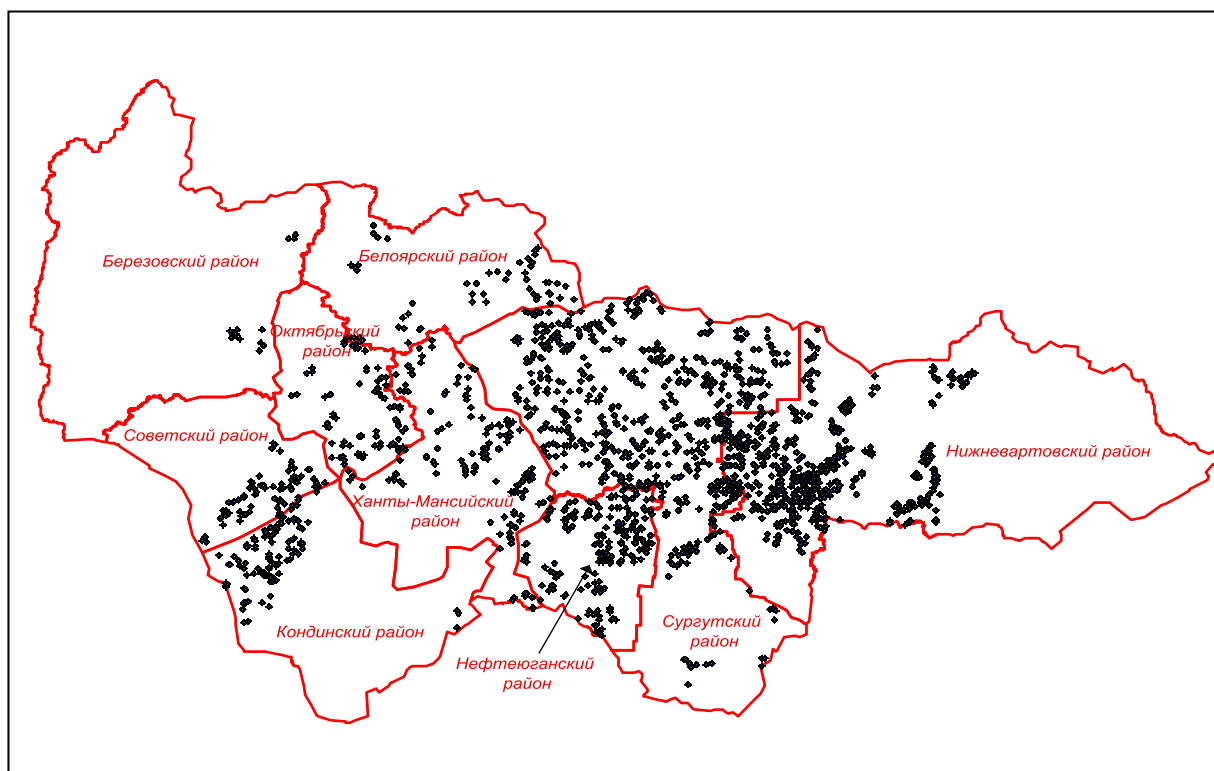


Рис. 1. Расположение постов мониторинга поверхностных вод в административных районах ХМАО – Югры

Большое количество измерений обусловлено не только числом постов и широким перечнем исследуемых компонентов, но и периодичностью отбора проб. В течение года на каждом посту пробы отбираются не менее трёх раз в разные гидрологические фазы: в начале половодья, в летне-осеннюю межень, перед ледоставом – и анализируются по полному перечню показателей. На реках Обь, Иртыш и крупных реках 1 порядка дополнительно проводится отбор проб в зимнюю межень [1]. Кроме того, ежемесячно с начала половодья и до ледостава в контрольных пунктах мониторинга проводится отбор проб воды для определения хлоридов и нефтепродуктов как приоритетных загрязняющих веществ. Таким образом, количество измерений хлоридов и нефтепродуктов в течение года почти в два раза больше других показателей. Так, например, в 2014 г. концентрации хлоридов и нефтепродуктов измерялись по 8 852 раза, а прочих компонентов только по 4 737 раз.

В 2014–2015 гг. АУ НАЦРН им. В. И. Шпильмана проанализировал результаты мониторинга природных сред, осуществляемого недропользователями в период с 2009 по 2014 гг. Анализ качества поверхностных вод за этот период выполнен на основе более чем 560 тысяч измерений. Проанализирована динамика показателей 19 компонентов за 6 лет в целом по

ХМАО – Югре, а также в разрезе 9 административных районов за 6 лет и 9 вертикально-интегрированных нефтяных компаний за 6 лет. Отдельно проведено сравнение концентраций компонентов в фоновых и контрольных точках.

Был проведён статистический анализ результатов в программе Rast.3. в целом по округу, отдельно по фоновым и контрольным точкам, в разрезе 9 административных районов автономного округа, а также в отдельности по крупным нефтяным компаниям ХМАО – Югры. Результаты 2014 г. также были обработаны по выборкам разных гидрологических фаз: половодье, межень, перед ледоставом, – что позволило проанализировать сезонную динамику.

Оценка качества поверхностных вод осуществлялась в сравнении с показателями предыдущих лет, а также с установленными государственными нормами и государственными стандартами качества воды по предельно допустимым концентрациям для вод рыбохозяйственных водоёмов (ПДК<sub>вр</sub>); проведено сопоставление средних показателей контрольных пунктов отбора проб поверхностных вод со средними фоновыми характеристиками.

В исследуемый период (2009–2014) экологический мониторинг выполняли 60–79 предприятий-недропользователей на 269–312 участках недр. Ежегодно проводилось от 82 805 до 102 243 измерений. Наибольшее количество измерений выполнено в 2010 г., более 102 тысяч, наибольшее число постов и предприятий – в 2012 г., наибольшее число участков и наибольшее количество водных объектов обследовано в 2014 г.

В 2014 г. обследованы поверхностные воды на 312 участках недр. Анализ проведён по данным, предоставленным 69 предприятиями, которыми было проведено 98 202 измерения качества поверхностных вод, в том числе 93 488 измерений химического состава и 4 714 исследований токсичности. Обследовано не менее 840 водных объектов более чем в 1700 точках (табл. 1).

Таблица 1

**Количество объектов, исследованных в 2009–2014 гг.**

Год	Количество водотоков и водоёмов (не менее)	Количество предприятий	Количество лицензионных участков	Количество пунктов мониторинга	Количество измерений
2009	718	65	269	1906	98 882
2010	714	62	283	1819	102 243
2011	713	60	277	1787	82 805
2012	586	79	301	2376	87 066
2013	784	59	287	1798	91 931
2014	840	69	312	1704	98 202
<b>Итого</b>					<b>561 129</b>

*Административные районы ХМАО – Югры* значительно различаются как по природным условиям, так и по антропогенной нагрузке на них. Неравномерно представлены в районах и объекты недропользования. Как следствие, число постов экологического мониторинга и, соответственно, число измерений качества поверхностных вод различается в десятки и сотни раз (табл. 2).

В 2014 г. наибольшее число измерений качества поверхностных вод выполнено в Сургутском (32 948) и в Нижневартовском (31 245) районах. За счёт интенсивного недропользования водные объекты этих территорий тщательно обследованы. Необходимо учитывать, что границы административных районов ХМАО – Югры зачастую проходят по природным объектам – водоразделам и др. Гидографическая сеть в районах также развита неравномерно. Так, например, территория Сургутского района сильно заозерена, доля водопокрытой площади превышает 10 %, в то время как в Советском районе наименьшая доля водопокрытой площади – менее 1 %.

В Нефтеюганском районе водных объектов сравнительно мало, покрыто водой менее 2 % территории, в то время как техногенная нагрузка очень высокая, и, соответственно, постов мониторинга много. Таким образом, Нефтеюганский район обследован лучше всего как на единицу общей площади, так и водопокрытой (табл. 2). Хуже всего обследованы Берёзовский и Белоярский районы.

Существенные различия наблюдаются и в качестве проанализированных образцов. Среди административных районов относительно низкими концентрациями измеряемых компонентов в поверхностных водах отличаются Белоярский и Советский районы. Воды Берёзовского района богаты железом, сульфатами и фосфатами. В Кондинском районе наиболее низкие средние концентрации АПАВ, ионов аммония, фенолов, хлоридов. Воды Октябрьского района наименее загрязнены углеводородами, ионами аммония, АПАВ. Воды Нефтеюганского района загрязнены в наибольшей степени: здесь средние значения концентрации АПАВ, ионов аммония, никеля, свинца, хрома, фенолов, хлоридов значительно выше, чем в целом по округу. Воды Нижневартовского, Сургутского и Ханты-Мансийского районов также подвержены антропогенному загрязнению.

Таблица 2

**Число измерений качества поверхностных вод в административных районах  
в 2014 году**

Административный район	Общая площадь района, тыс. га	Водопокрытая площадь, тыс. га	Число измерений качества вод в 2014 г.	Число измерений на га	Число измерений на тыс. га водопокрытой площади
Белоярский	4 164,6	174,214	2274	546	13
Берёзовский	8 810,05	143,2602	836	95	6
Кондинский	5 517,03	409,727	5 359	971	13
Нефтеюганский	2 476,59	48,8357	11 040	4 458	226
Нижневартовский	1 1784,14	581,6221	31 245	2 651	54
Октябрьский	2 531,61	129,0022	3 168	1 251	25
Советский	3 009,25	17,737	4 063	1 350	229
Сургутский	10 555,33	1 182,865	32 948	3 121	28
Ханты-Мансийский	4 631,5	235,621	7 270	1 570	31
<b>ХМАО – Югра</b>	<b>53 480,1</b>	<b>2 922,89</b>	<b>98 203</b>	<b>1 836</b>	<b>34</b>

В качестве интегральной характеристики загрязнённости поверхностных вод используются классы качества воды, оцениваемые по величинам «индекса загрязнённости воды» (ИЗВ). Его расчёт производился для каждого района по 17 исследованным показателям (все, кроме pH и токсичности).

По ИЗВ поверхностные воды округа характеризуются преимущественно как «загрязнённые» (4-й класс качества). Исключение составляют воды Белоярского, Нефтеюганского, Сургутского и Ханты-Мансийского районов, где ИЗВ не превышает 2, что соответствует 3-му классу качества – «умеренно загрязнённые». Наиболее высокие показатели ИЗВ в западной части округа: в Берёзовском, Октябрьском, Советском и Кондинском районах, что связано с высоким содержанием типоморфных металлов в исследованных образцах (табл. 3). Так, Берёзовский район характеризуется очень высокими концентрациями железа, в Советском районе – наибольшие концентрации марганца. В Октябрьском районе, помимо высокого содержания типоморфных металлов (железа, марганца, меди), зафиксировано высокое содержание ртути.

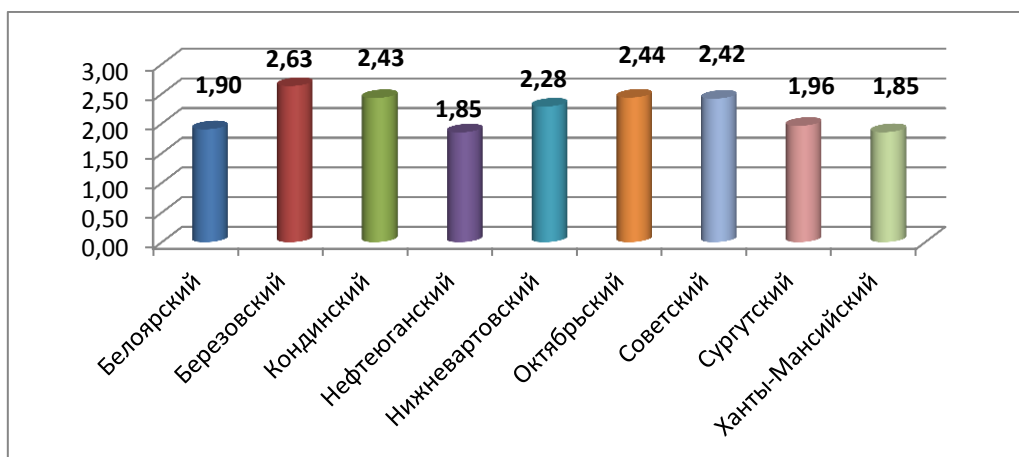


Рис. 2. Индексы загрязнённости вод по административным районам ХМАО – Югры

Индекс загрязнения воды (ИЗВ) в 2014 г., рассчитанный с учётом 17 показателей, в целом по округу равен **2,1**, что соответствует 4-му классу качества вод – «загрязнённые». Основной вклад в эту величину вносят типоморфные металлы (рис. 3). Исключив все исследуемые металлы и рассчитав ИЗВ по 9 компонентам, получаем значение 0,48, что соответствует 2-му классу качества – «чистые».

В целом по ХМАО – Югре исследования 2014 г. показали, что природные воды в большинстве своём слабо-кислые или нейтральные, с низким содержанием солей, характеризуются чрезвычайно высоким содержанием металлов: железа, марганца, меди, цинка (рис. 3).

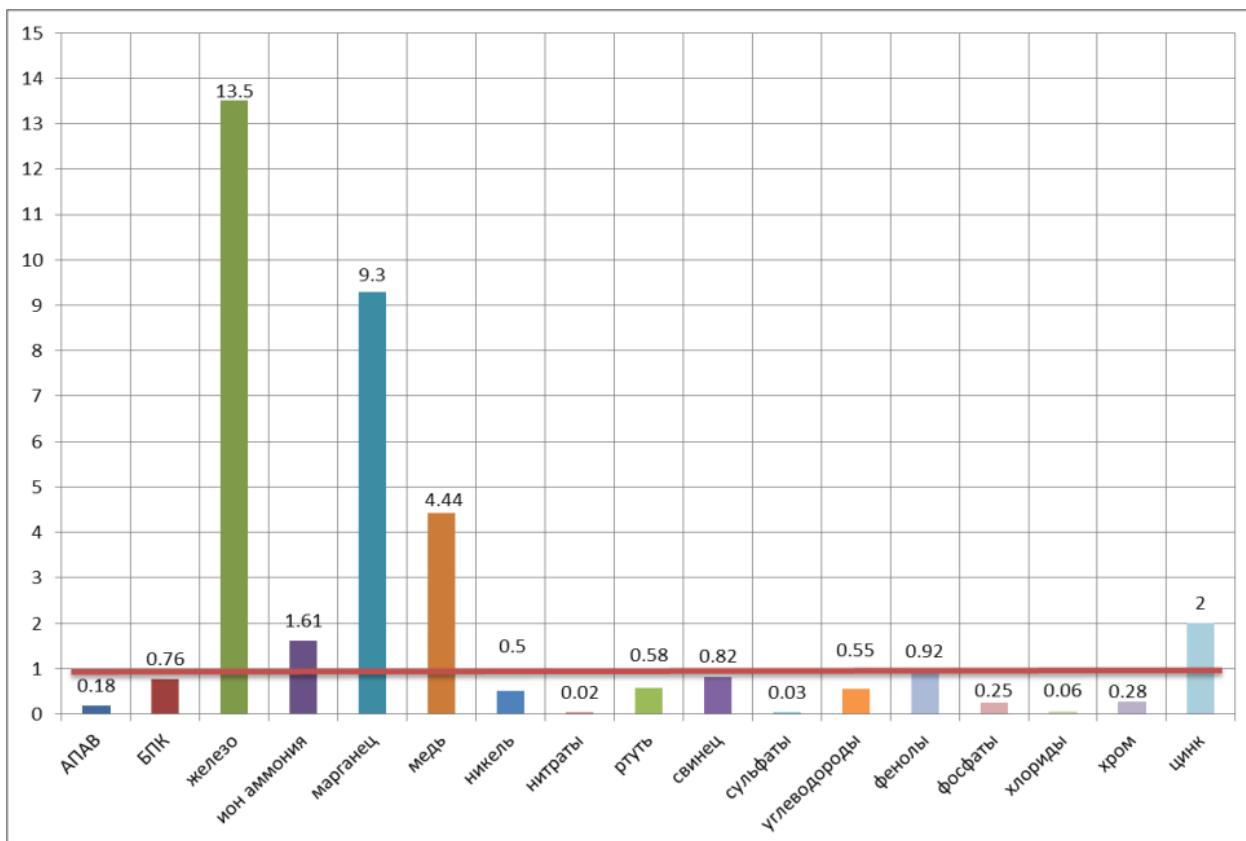


Рис. 3. Кратность ПДК средних концентраций компонентов

Таблица 3

**Средние концентрации компонентов в поверхностных водах ХМАО – Югры  
в разрезе административных районов в 2014 г. (мг/дм<sup>3</sup>)**

Показатель	Административный район								
	Белояр-ский	Березов-ский	Кондин-ский	Нефтею-ганский	Нижневар-товский	Октябрь-ский	Совет-ский	Сургут-ский	Ханты-Мансийский
рН	5,86	6,80	6,11	6,35	6,09	6,36	6,01	6,06	5,98
АПAB	0,012	0,017	0,013	0,030	0,017	0,013	0,013	0,017	0,022
БПК	2,05	2,82	2,42	2,11	2,02	2,42	2,55	2,52	2,43
железо	1,35	2,04	1,29	1,00	1,46	1,37	1,20	1,42	1,16
ион аммония	0,816	0,951	0,518	1,043	0,759	0,517	0,464	0,861	0,901
марганец	0,060	0,098	0,183	0,038	0,109	0,146	0,216	0,068	0,071
медь	0,0031	0,0047	0,0043	0,0051	0,0060	0,0054	0,0027	0,0032	0,0036
никель	0,0025	0,0021	0,0024	0,0163	0,0038	0,0036	0,0011	0,0034	0,0064
нитраты	0,265	0,054	2,824	0,875	0,588	0,676	4,720	0,790	0,765
ртуть	0,000005	0,000004	0,000007	0,000002	0,000006	0,000015	0,000007	0,000006	0,000006
свинец	0,0027	0,0029	0,0026	0,0184	0,0025	0,0017	0,0011	0,0033	0,0081
сульфаты	2,26	9,85	4,90	3,26	2,51	4,26	5,93	2,92	3,73
углеводороды	0,0193	0,0401	0,0360	0,0297	0,0274	0,0181	0,0351	0,0266	0,0268
фенолы	0,0007	0,0006	0,0004	0,0016	0,0009	0,0005	0,0003	0,0010	0,0007
фосфаты	0,207	0,277	0,156	0,167	0,187	0,215	0,204	0,092	0,151
хлориды	4,58	5,56	4,12	24,82	24,48	5,34	4,98	13,33	5,58
хром	0,0027	0,0055	0,0034	0,0089	0,0072	0,0019	0,0016	0,0047	0,0037
цинк	0,0447	0,0351	0,0079	0,0149	0,0135	0,0219	0,0035	0,0296	0,0199

По показателю биологического потребления кислорода воды округа в большинстве своём характеризуются как «слабозагрязнённые» (2–3 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>), но превышения экологического норматива немногочисленны (5 %).

В 2014 г. не зафиксировано превышения ПДК нитратов и сульфатов. Более половины (53 %) всех исследованных образцов были загрязнены ионом аммония, средняя концентрация которого в 2014 г. составила 0,8 мг/дм<sup>3</sup>, снизившись по отношению к измерениям прошлых лет.

Большинство исследованных образцов поверхностных вод содержали железа в количествах 1–20 ПДК, марганца – 1–10 ПДК, в 14 % проб превышена ПДК никеля, в 64 % – ПДК меди, в 18 % – ПДК свинца, в 53 % – ПДК цинка.

Как и в прежние годы, отмечается несоответствие экологическим нормативам большого количества проб по таким показателям как рН (61 % проб), концентрация иона аммония (53 % проб), железа (98 %), марганца (90 %), меди (64 % проб), (рис. 4).

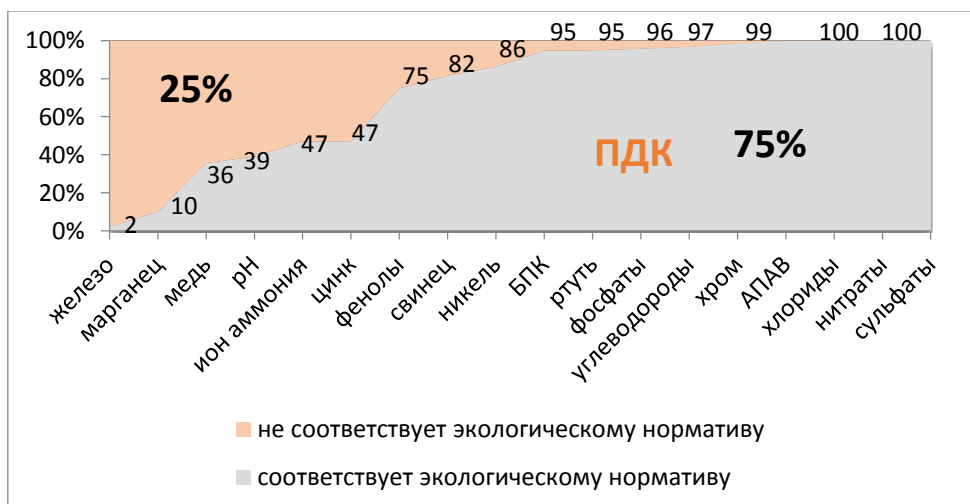


Рис. 4. Доля проб, соответствующих экологическому нормативу, (%)

В соответствии с ГОСТ 17.1.2.04–77 по показателю сапробности большая часть исследованных в 2014 г. образцов природных вод ХМАО – Югры относится к категории «загрязнённые» по содержанию фосфатов и иона аммония, к категории «слабозагрязнённых» по показателю БПК и к категории «чистых» по содержанию нитратов.

Обширная сеть мониторинга, большое количество постов и высокая периодичность отбора проб позволили собрать огромный массив фактических данных о качестве поверхностных вод ХМАО – Югры за несколько лет. Именно большое количество измерений нивелирует погрешности, которые могут возникать в процессе пробоотбора и анализа образцов. Поэтому полученная информация даёт уникальную возможность оценки качества вод ХМАО – Югры. Проанализировав данные мониторинга поверхностных вод, удалось выявить сезонную динамику содержания компонентов, различия, связанные с местоположением водных объектов как географически, так и относительно объектов промышленной инфраструктуры.

Разные оценки с применением комплексных индексов и интегральных показателей характеризуют воды округа как «загрязнённые» либо «умеренно загрязнённые». Причиной этого является, как правило, высокое содержание типоморфных элементов, в частности, металлов. В то же время некоторые вещества, например, соли, содержатся в поверхностных водах округа в очень малых количествах.

Для объективной оценки качества вод необходимо разработать региональные нормативы содержания ряда компонентов, для которых сравнение с ПДК не показательно вследствие природных особенностей. В частности, для рН, хлоридов, нитратов, сульфатов – ниже существующих нормативов; для железа, марганца, меди, цинка, ионов аммония – выше. Для этого необходимо установить эти значения на незагрязнённых территориях с учётом природных особенностей. Другим вариантом может быть разработка некоего регионального комплексного индекса оценки качества вод, где концентрации веществ учитывались бы с поправкой на природные особенности, а техногенная составляющая была бы усилена. Также в этом индексе должны учитываться результаты биотестирования пробы (токсичность).

Это позволит объективнее оценивать качество вод на разных территориях ХМАО – Югры.

### **Литература**

1. «О системе наблюдения за состоянием окружающей среды в границах лицензионных участков на право пользования недрами с целью добычи нефти и газа на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (вместе с Положением об организации проведения исследований исходной загрязнённости компонентов природной среды в границах лицензионных участков на право пользования недрами с целью добычи нефти и газа на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, Положением об организации локального экологического мониторинга в границах лицензионных участков на право пользования недрами с целью добычи нефти и газа на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры) : постановление Правительства ХМАО – Югры от 23.12.2011 N 485-п (ред. от 21.03.2014) // Собр. законодательства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. 2011. № 12 (ч. II, т. 2). Ст. 1258.

УДК: 582.912.46:581.132:581.5(571.122)

*Котельная Я. И., Кравченко И. В., Мурашко Ю. А., Назаркина К. Е.*  
*Kotel'naya Ya. I., Kravchenko I. V., Murashko Yu. A., Nazarkina K. E.*

**ОСОБЕННОСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ПИГМЕНТНОГО  
АППАРАТА В ЛИСТЬЯХ *VACCINIUM VITIS-IDAEA* L.,  
ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО – ЮГРЫ**

**FEATURES OF PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND PIGMENTAL APPARATUS  
IN *VACCINIUM VITIS-IDAEA* L LEAVES,  
GROWING ON KHMAO – UGRA TERRITORY**

Исследованы количественное содержание фотосинтетических пигментов и показатели суммы флавоноидных соединений в листьях *Vaccinium vitis-idaea* L., собранной на территории Сургутского района ХМАО – Югры. Установлено повышенное содержание пигментов (хлорофиллов *a*, *b*) и пониженное содержание флавоноидных соединений в исследуемых образцах по сравнению с аптечным препаратом «Листья брусники».

*Ключевые слова:* хлорофилл *a*, хлорофилл *b*, каротиноиды, флавоноиды, *Vaccinium vitis-idaea* L., ХМАО – Югра, Север.

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра в целом и Сургутский район в частности отличаются высоким уровнем промышленной деятельности человека, связанной с нефтедобычей. Помимо этого для города Сургута характерны большое количество автотранспорта и высокая плотность населения. Все эти факторы, безусловно, оказывают воздействие на окружающую среду.

Изменения пигментной системы растений является одним из критериев оценки влияния на них факторов окружающей среды, что позволяет использовать растения в качестве биоиндикаторов [2; 5; 9].

Выявление связей между функциональными характеристиками растений и экологической обстановкой в местах их обитания привлекает большое внимание исследователей в связи с возможностью прогнозирования реакции видов на воздействия различного происхождения, в том числе и антропогенного характера [1; 3; 5; 8].

В работе представлены результаты количественного определения фотосинтетических пигментов (хлорофилла *a*, хлорофилла *b*, каротиноидов) и показателей суммы флавоноидных соединений в листьях *Vaccinium vitis-idaea* L., полученные в 2010 и 2015 гг. Проведено сопоставление результатов с образцом сравнения.

**Объект и методы исследования.** В качестве объекта исследования были выбраны листья брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и образец сравнения – аптечный препарат «Листья брусники» (Московская область, Ленинский район). Выбор данного вида для исследования обусловлен тем, что брусника является типичным представителем флоры ХМАО – Югры. *Vaccinium vitis-idaea* – лекарственное растение, содержащее флавоноиды – соединения, обладающие широким спектром полезных свойств как для человека, так и для самого растения. В частности, флавоноиды как антиоксиданты участвуют в процессе фотосинтеза и защищают хлорофилл от окисления, а также защищают растение от избытка солнечной радиации [6]. Жители округа, особенно коренные народы Ханты и Манси, заготавливают ягоды и листья брусники и используют их в пищевых и медицинских целях.

Сбор растительного материала проводился осенью на двух пробных участках методом конверта (рис. 1). Первый участок выбран в черте города на территории парка «За Саймой».



Площадка характеризуется ярковыраженным древесным ярусом, который представлен сосной сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и редкими березами (*Betula*). Второй участок – в лесном массиве Сургутского района в 1,5 км северо-восточнее от дачного посёлка «Рябинушка». Древесный ярус представлен сосной сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), кустарничково-травяной ярус: багульник болотный (*Ledum palustre* L.), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), черника (*Vaccinium myrtillus* L.) и др.

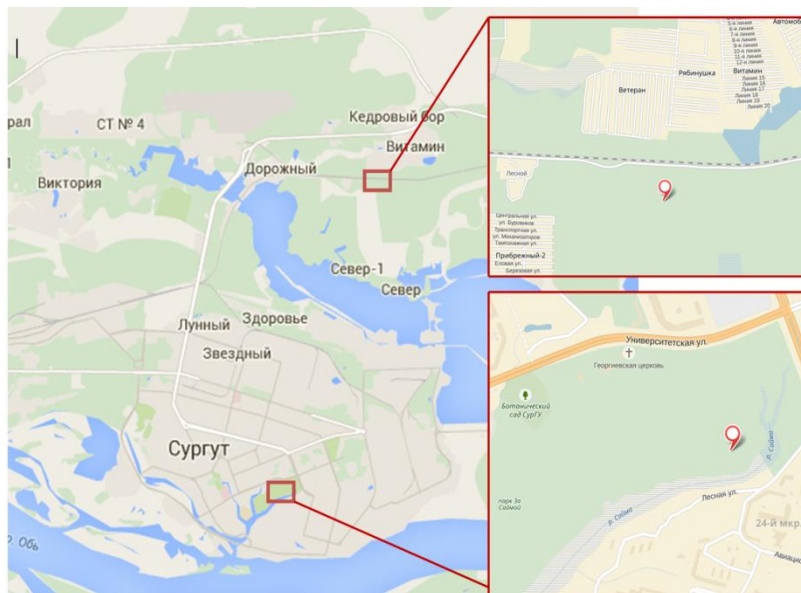


Рис. 1. Карта расположения мест отбора проб

Содержание хлорофиллов *a*, *b*, каротиноидов и показателей суммы флавоноидных соединений (в пересчёте на рутин) определяли спектрофотометрическим методом на спектрофотометре СФ-56. Оптическую плотность растительного экстракта определяли при разных длинах волн ( $\lambda$ ): 665 нм (хлорофилл *a*), 649 нм (хлорофилл *b*), 470 нм (каротиноиды) [7], 410 нм (флавоноиды) [4]. Статистическую обработку проводили с помощью программы MS Excel.

Данная работа выполнена на базе научной лаборатории биохимии и комплексного мониторинга окружающей среды НИИ экологии Севера Сургутского государственного университета.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Количественные результаты исследования содержания фотосинтетических пигментов в листьях растений представлены в табл. 1 и на рис. 2.

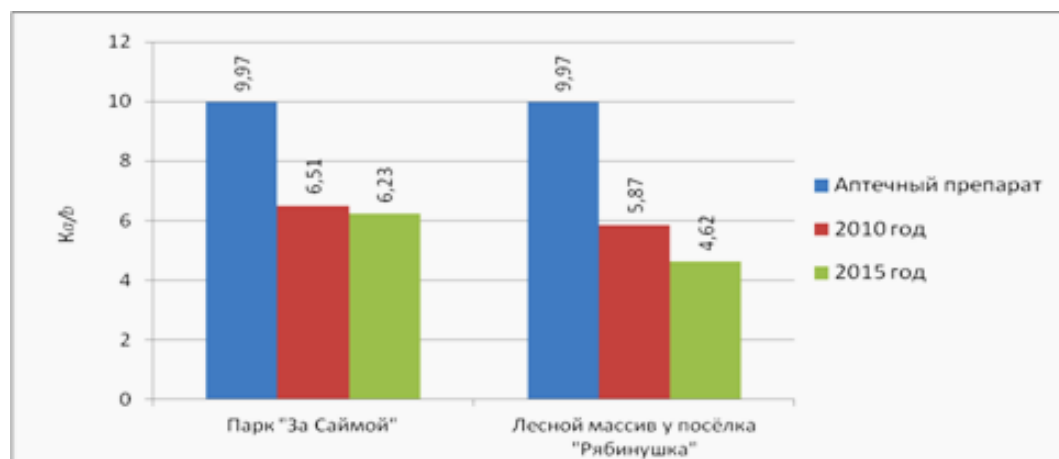
Таблица 1

**Содержание хлорофиллов (*a*, *b*), каротиноидов и суммы флавоноидов в листьях *Vaccinium vitis-idaea* в сравнении с аптечным препаратом**

Образец	Содержание хлорофиллов, мг/г			$K_{a/b}$	Содержание каротиноидов, мг/г	$K_{a+b/car}$	Содержание флавоноидов, %
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a + b</i>				
Аптечный препарат «Листья брусники»	0,74	0,07	0,81	9,97	0,08	10,13	6,1
<b>Парк «За Саймой»</b>							
Брусника (2010 г.)	1,44	0,22	1,66	6,51	0,14	11,86	4,62
Брусника (2015 г.)	0,97	0,16	1,12	6,23	0,07	16,00	3,91
<b>Лесной массив у пос. «Рябинушка»</b>							
Брусника (2010 г.)	0,93	0,16	1,08	5,87	0,09	12,00	3,05
Брусника (2015 г.)	1,01	0,22	1,23	4,62	0,07	17,57	3,06

Сопоставление результатов анализа пигментного состава образцов брусники, собранных в черте города Сургута (участок 1) и в Сургутском районе (участок 2) обнаруживает существенные различия в содержании хлорофиллов *a* и *b*. Различия в содержании каротиноидов в природных образцах, собранных на разных участках в разные годы, и в образце сравнения выражены слабее.

Наиболее наглядным показателем реакции растений на неблагоприятные внешние воздействия является средний показатель соотношения концентрации хлорофилла *a* и хлорофилла *b* ( $K_{a/b}$ ) (табл. 1, рис. 2) [5].



**Рис. 2. Отношение концентраций хлорофилла *a* и хлорофилла *b* в листьях *Vaccinium vitis-idaea* по сравнению с аптечным препаратом**

По полученным данным значение показателя  $K_{a/b}$ , характеризующего соотношение разных форм хлорофилла, для образцов Сургутского района изменяется в интервале значений – 4,62–6,51. Абсолютная величина данного показателя значительно выше у образца сравнения  $K_{a/b} = 9,97$ , что может говорить о неблагоприятных условиях произрастания природных образцов на территории ХМАО – Югры.

Ещё одним важным критерием оценки состояния растений является отношение количества хлорофиллов разных форм к содержанию каротиноидов ( $K_{a+b/car}$ ). Данный показатель характеризует общее состояние ассимиляционного аппарата в растительных образцах. Если данный показатель находится на низком уровне, это свидетельствует о дисбалансе между основной и вспомогательной формами пигментов [5]. Расчетные значения этого показателя для опытных образцов и образца сравнения имеют близкие величины. Однако для растений брусники, собранных на территории Югры, этот коэффициент имеет более высокое значение, чем для аптечного препарата. Установленный факт говорит о том, что дисбаланс содержания хлорофиллов *a* и *b* в тканях растений, собранных на опытных участках менее выражен, чем в образце сравнения.

Результаты исследования содержания суммы флавоноидов в растительных образцах брусники обыкновенной, произрастающих на разных опытных участках достоверно показали, что уровень содержания флавоноидов в северных образцах ниже, чем в аптечном препарате. Минимальное значение содержания флавоноидов отмечено на участке отбора парк «За Саймой».

#### **Выводы:**

1. По содержанию хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов образцы, собранные на территории ХМАО – Югры, значительно превышают показатели лекарственного образца, но по критерию оценки  $K_{a/b}$  уступают почти в 2 раза, что говорит об особенностях произрастания *Vaccinium vitis-idaea* в условиях Севера.

2. Значение параметра оценки состояния ассимиляционного аппарата в растительных объектах ( $K_{a+b/car}$ ) для природных образцов выше, чем для аптечного препарата, что говорит о меньшем дисбалансе содержания хлорофиллов  $a$  и  $b$  для опытных образцов.

### Литература

1. Белявская Н. А., Волошина Н. Ю., Дидух Я. П. Влияние различных уровней освещённости на структурно-функциональную организацию хлоропластов листьев двух видов клёнов // Физико-химические основы структурно-функциональной организации растений : тезисы док. междунар. науч. конф. г. Екатеринбург, 6–10 октября 2008 г. Изд-во Урал. ун-та, 2008. С. 70–71.
2. Гетко Н. В. Растения в техногенной среде. Минск : Наука и техника. 1989. 206 с.
3. Головки Т. К., Далькэ И. В., Бочаров Д. С. Мезоструктура и активность фотосинтетического аппарата трех видов растений семейства Grassulaceae в холодном климате // Физиология растений. 2008. Т. 55. Вып. 5. С. 671–680.
4. Государственная фармакопея Российской Федерации ; XII изд. М. : Медицина, 2015. Т. III. С. 428–436.
5. Иванова Н. А., Корчагина Л. Е. Особенности фотосинтетической активности и пигментного аппарата листьев растений в условиях нефтяного загрязнения на территории среднего приобья // Естественные науки. 2012. № 1 (38). С. 37–46.
6. Куркин В. А. Фармакогнозия : учебник для студ. фармацевт. вузов. Самара : Офорт : СамГМУ, 2004. 1180 с.
7. Мокроносов А. Т. Малый практикум по физиологии растений : учеб. пособие. М. : Изд-во МГУ, 1994. 184 с.
8. Слемнев Н. Н. Особенности фотосинтетической деятельности растений Монголии: Эволюционные, экологические и фитоценотические аспекты // Физиология растений. Вып. 3. Т. 41. С. 418–436.
9. Lichtenthaler H. K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes // Methods Enzymol. 1987. № 148. P. 350–382.

УДК: 504.3.054.064.2:556.124

*Мурашко Ю. А., Ширькова А. А.*  
*Murashko Yu. A., Shirykova A. A.*

### ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ В ОКРЕСТНОСТЯХ г. СУРГУТА ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЯ СНЕГА

#### ATMOSPHERE POLLUTION CHARACTERISTICS IN SURGUT AREAS ACCORDING TO SNOW RESEARCH

Для оценки загрязнения атмосферы в окрестностях г. Сургута по данным исследования снега были выявлены характерные особенности. Установлено, что снежный покров в окрестностях города характеризуется низкой минерализацией и имеет незначительное количество твердых примесей. Талая вода, полученная из снега, слабо окрашена и имеет слабокислую реакцию (рН). Техногенное влияние на состав снежного покрова проявляется присутствием в талой воде тяжёлых металлов. Отмечено повышенное содержание цинка и железа. Ионный состав талой воды показал, что основными загрязняющими веществами являются соли, содержащие соединения серы и азота, которые поступают в атмосферу в результате выбросов предприятий энергетического комплекса и транспорта.

*Ключевые слова:* экологический мониторинг, снежный покров, физико-химические показатели, ионный состав, тяжелые металлы, ХМАО – Югра, северные территории.

Основу системы экологического мониторинга составляют наблюдения за состоянием элементов биосферы и источниками антропогенного воздействия. В Стратегии социально-экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа – Югры до 2020 г. среди основных проблем, стоящих перед округом, отмечены и экологические, связанные с высоким уровнем техногенного воздействия на все три основные составляющие биосферы: воздушную, водную и земельную [7].

В настоящее время важным направлением изучения процессов загрязнения окружающей среды является исследование химического состава снежного покрова. Способность снега к накоплению разнообразных веществ делает его одним из важнейших объектов при изучении загрязнения атмосферы. На территории Ханты-Мансийского автономного округа, где длительность периода с устойчивым снежным покровом составляет большую часть календарного года (до 200 дней), актуальность анализа физико-химических показателей снежного покрова несомненна [9].

Снежный покров обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором загрязнения как самих атмосферных осадков, так и последующего загрязнения поверхностных вод и верхних горизонтов почвы. В результате сухого и влажного осаждения концентрации загрязняющих веществ в снежном покрове оказываются обычно на два-три порядка выше, чем в атмосферном воздухе. Поэтому мониторинг содержания этих веществ в снежном покрове может производиться достаточно простыми методами и с высокой степенью надежности. Проба, отобранная по всей толщине снежного покрова, дает представительные данные о загрязнении в период образования устойчивого снежного покрова до момента отбора пробы [2].

Цель данной работы заключалась в исследовании физико-химического состава снежного покрова в г. Сургуте и его окрестностях.

**Объекты и методы исследования.** В качестве объекта исследования использовали пробы снежного покрова, взятые в окрестностях г. Сургута и на его территории. Отбор проб осуществлялся в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05-85. Точки отбора проб представлены на рис. 1.



**Рис. 1. Точки отбора проб снега:**

- 1 – Сургут, 7 км шоссе на Нижневартовск, берег р. Почекуйка, м/у руслом и Лесополосой; 2 – Сургут, дачный кооператив «Ветеран-2», ул. 7, уч. 352; 3 – Сургут, берег р. Черная; 4 – Сургут, выезд из дачного кооператива «Виктория» на восточную дорогу (ЛЭП, опора № 26); 5 – Сургут, парк «Старый Сургут» (берег р. Сайма у моста от гл. корпуса СурГУ)

Отбор проб проводился в конце марта текущего года перед началом активного таяния снега. Пробы снега вырезались в виде цилиндрических кернов на полную глубину залегания снежного покрова без захвата частиц грунта с использованием пластикового пробоотборника (труба площадью сечения 78,5 см<sup>2</sup> и длиной 100 см). В лаборатории пробы снежного покрова помещали в стеклянные ёмкости и растапливали при комнатной температуре. После таяния снега был проведен физико-химический анализ талой воды.

Для исследования талых вод использовали методы титриметрии [6], гравиметрии [4; 10], потенциометрии [8], кондуктометрии, фотоколориметрии [5], флюориметрии [11], атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) [12] и высокоэффективной жидкостной ионной хроматографии (ВЭЖХ) [15; 16]. Данные измерения осуществляли с использованием приборной базы научной лаборатории биохимии и комплексного мониторинга окружающей среды НИИ экологии Севера СурГУ: многопараметрического анализатора жидкости «Эко-тест-2000», кондуктометра «Эксперт-002», аналитических весов «GH-200», сушильного шкафа SNOL 58/350, фотоэлектрического фотометра КФК-3, анализатора жидкости «Флюорат-02-3М», атомно-абсорбционного спектрометра МГА-915МД и жидкостного ионного хроматографа «Стайер». Для определения ионного состава методом ВЭЖХ использовали разделительные ионообменные хроматографические колонки для анионов – Transgenomic ICSEP AN2, для катионов – Shodex IC YS-50. Методом ААС определены концентрации тяжелых металлов Ni, Cr, Zn, Fe.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты исследования физико-химических характеристик талых снеговых вод представлены в табл. 1–3.

Таблица 1

**Физико-химические показатели проб снежного покрова в окрестностях г. Сургута**

Наименование показателя	Точки отбора проб					ПДК
	1	2	3	4	5	
рН	5,60	5,95	5,75	5,82	5,89	6,5–8,5 [13]
Электрическая проводимость, мкСм/см	12,78	11,57	12,57	23,14	16,65	
Цветность, ° по ХКШ	43	87	56	27	15	20 [14]
Содержание взвешенных веществ, мг/дм <sup>3</sup>	0,0113	0,3202	0,9263	0,0219	0,0135	0,75 [13]
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	4	9	5	16	4	1 000 [14]
Содержание нефтепродуктов, мг/дм <sup>3</sup>	0,06	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05 [13]

Ввиду отсутствия утверждённых значений ПДК для снежного покрова, концентрации загрязняющих веществ в нем оценивались по предельно допустимым концентрациям для водных объектов рыбохозяйственного значения [1].

По результатам измерения уровня кислотности (рН) установлено, что рН талых снеговых вод находятся в диапазоне слабокислых значений от 5,60 до 5,95 ед., что свидетельствует о подкислении осадков вследствие антропогенного влияния (выбросов продуктов сгорания с преобладанием оксидов серы, азота, углерода).

Измеренные величины массы сухого остатка, электрической проводимости, содержания взвешенных веществ, которые характеризуют количество растворённых солей и косвенно общую минерализацию, свидетельствуют о том, что снежный покров в окрестностях г. Сургута по величине минерализации изменяется от 4–16 мг/дм<sup>3</sup>, что не превышает принятых значений ПДК.

В связи с тем, что талая вода на изучаемых участках маломинерализована, значения проводимости невысокие и не превышают величину 23,14 мкСм/см.

Цветность воды определяется содержащимся в ней общим количеством минеральных и органических примесей и загрязнений. Обычно на цвет влияют соли железа, гуминовые

кислоты и нефтепродукты. По хром-кобальтовой шкале (ХКШ) цветности исследуемые пробы находятся в диапазоне от 15° до 85°. Цветность на 1–4-м участке превышает нормативы ПДК в 1,35–4,35 раз.

Для взвешенных веществ характерно неравномерное распределение по местам отбора проб. Содержание твердых, нерастворимых частиц в снеге невелико из-за слабой запыленности атмосферы в зимний период и в большинстве проб снега не превышает допустимую норму. Однако на одном из участков зафиксировано превышение на 25 % нормативного показателя (точка 3).

Концентрация нефтепродуктов на четырёх из пяти обследованных участков находится в пределах нормативов ПДК и не превышает 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Незначительное превышение отмечено только на одной площадке отбора проб.

Обязательным является определение в пробах снеговых вод сульфатов, нитратов и хлоридов, учитывая их значение для индикации процессов техногенеза. Соли, содержащие перечисленные ионы, накапливаются в снеге за счет осаждения аэрозолей диоксида серы, азота и хлорсодержащих частиц из воздуха вместе с пылью под действием сил гравитации. По всем точкам содержание сульфатов и нитратов достаточно однородно и заключено в диапазоне от 1,20 до 2,78 мг/дм<sup>3</sup>, концентрация нитратов колеблется от 1,79 до 3,38 мг/дм<sup>3</sup>, хлоридов – в диапазоне 0,60 – 2,80 мг/дм<sup>3</sup>.

Повышенное содержание СГ наблюдается в 4-й и 5-й точке отбора проб, которые располагаются вблизи автодороги и пешеходных территорий, для очистки которых от снега и льда применяются солевые технологии.

Таблица 2

**Ионный состав проб талой воды из снежного покрова в окрестностях г. Сургута**

Точки отбора проб	Концентрация ионов, мг/дм <sup>3</sup>								
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
1	2,11	3,16	0,78	2,44	0,63	0,45	0,20	1,84	0,33
2	1,20	1,98	0,82	3,66	0,49	0,54	0,14	1,82	0,14
3	1,25	1,79	0,60	3,66	0,47	0,37	0,19	1,79	0,09
4	2,78	3,38	2,80	2,44	2,02	0,25	0,29	2,41	0,17
5	1,73	2,36	1,74	3,66	0,79	0,34	0,27	2,22	0,32
ПДК	100	40	300		120	50	40	180	0,5

Содержание сульфатов, нитратного азота и хлоридов в снеговых водах невысокое и не превышает нормативы ПДК.

Особая роль в мониторинге и оценке экологического состояния окружающей среды отводится изучению содержания тяжелых металлов, которые в списке приоритетности занимают одно из ведущих мест. Данные по содержанию тяжелых металлов в снежном покрове обследованных территорий представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Содержание тяжелых металлов в пробах снежного покрова в окрестностях г. Сургута**

Точки отбора проб	Концентрация тяжелых металлов, мкг/дм <sup>3</sup>			
	Fe	Zn	Ni	Cr
1	41,16	24,57	1,50	0,22
2	698,43	26,17	1,80	1,26
3	513,63	16,54	1,43	0,14
4	138,70	51,93	2,62	1,95
5	81,83	45,82	0,89	0,12
ПДК, мкг/дм <sup>3</sup>	100 [13]	10 [13]	10 [13]	50 [14]



Проведенные исследования показали, что на изучаемых участках содержание  $Zn$  в снеговых водах изменяется в диапазоне от  $16,54 \text{ мкг/дм}^3$  до  $51,93 \text{ мкг/дм}^3$ , что говорит о превышении норматива ПДК по этому элементу на всей исследованной территории.

Концентрация железа максимальных значений достигает в точках 2 и 3, где превышает норматив ПДК в 7 и 5 раз соответственно. В точке 4 имеется незначительное превышение. Концентрации железа в 1-й и 5-й точке находятся в пределах нормы.

Особый интерес представляет анализ элементов, которые считаются индикаторами сжигания жидкого топлива и влияния буровых работ [9]. Например, атмосферные аэрозоли, образующиеся при сжигании нефти, содержат повышенное количество  $Ni$ . Концентрации никеля на участках в окрестностях г. Сургута не превышают  $2,62 \text{ мкг/дм}^3$ .

Концентрация  $Cr$  на исследуемых участках также невелика и находится в диапазоне от  $0,13$  до  $1,95 \text{ мкг/дм}^3$  и не превышает норматива ПДК.

#### **Выводы:**

1. Снежный покров в окрестностях г. Сургута характеризуется малой минерализацией, слабокислой реакцией талой воды и незначительным количеством твердых примесей. Вследствие малой минерализации талые воды имеют невысокую электропроводность. Основной вклад в электрическую проводимость вносят сульфат-, нитрат-, гидрокарбонат- и хлорид-ионы а также ионы щелочных металлов: натрия, калия, кальция и магния.

2. Степень минерализации снеговых вод характеризует интенсивность техногенного воздействия на окружающую среду, а их химический состав указывает на источники поступления поллютантов. Основными загрязнителями являются вещества, поступающие в атмосферу в результате выбросов промышленных предприятий энергетического комплекса и транспорта.

3. Снежный покров обследованных территорий в Сургуте и его окрестностях характеризуется повышенным содержанием тяжёлых металлов: цинка и железа. Отмечены территории с превышением нормативов ПДК по этим элементам.

#### **Литература**

1. Богомолов А. В., Крюкова М. В., Набокова Е. В. и др. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2012 году // Тематическая редакция док. ОАО «НПЦ Мониторинг».

2. Ветров В. А., Кузовкин В. В., Манзон Д. А. Кислотность атмосферных осадков и атмосферные выпадения серы и азота в Арктической зоне Российской Федерации по данным мониторинга химического состава снежного покрова // Науч. исследования в Арктике. 2014. № 3. С. 46–51.

3. ГОСТ 17.1.5.05-85 Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. Введ. 1986-07-01. М. : Стандартинформ, 2010. 12 с.

4. ГОСТ 18164-72 Метод определения содержания сухого остатка. Введ. 1974-01-01. М. : Стандартинформ» 2010. 4 с.

5. ГОСТ Р 52769-007 Методы определения цветности. Введ. 2009-01-01. М. : Стандартинформ, 2007. 12 с.

6. ГОСТ Р 52963-2008 Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов. Введ. 2010-01-01. М. : Стандартинформ, 2009. 30 с.

7. Козин В. В., Кузнецова Э. А. Физико-географические факторы пространственно-временной изменчивости снежного покрова нефтегазопромыслового региона // Нижневартовск : Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2015. С. 151.

8. Методика количественного химического анализа вод и водных растворов определения активности ионов водорода (рН) потенциометрическим методом с помощью ионоселективного электрода «Эком-рН» // Эконикс. М., 1997. 7 с.

9. Московченко Д. В., Бабушкин А. Г. Особенности формирования химического состава снеговых вод на территории Ханты-Мансийского автономного округа // Криосфера Земли. 2012. Т. XVI. № 1. С. 71–81.

10. ПНД Ф 14.1:2.110-97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений содержаний взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных водах гравиметрическим методом // Гос. комитет РФ по охране окружающей среды. М., 2004. 11 с.

11. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «флуорат-02» // Гос. комитет РФ по охране окружающей среды. М., 1998. 19 с.

12. ПНД Ф 14.1:2.253-09 Методика измерений массовой концентрации тяжелых металлов в пробах природных и сточных вод атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией с использованием атомно-абсорбционного спектрометра модификаций МГА-915 МД // Федер. служба по надзору в сфере природопользования. М., 2009. 36 с.

13. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения : приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20.

14. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Введ. 01.01.2002 г. 46 с.

15. ФР.1.31.2005.01738 Свидетельство № 18-08 от 04.03.08 // Сб. методик выполнения измерений. М., 2012. 539 с.

16. ФР.1.31.2005.01724 Свидетельство № 19-08 от 04.03.08 // Сб. методик выполнения измерений. М., 2012. 539 с.

УДК 504.062.2(98)

*Некрич А. С.  
Nekrich A. S.*

## **ПУТИ К РАЦИОНАЛЬНОМУ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЮ В АРКТИКЕ**

### **WAYS TO RATIONAL USE OF NATURAL RESOURCES IN THE ARCTIC**

В странах Арктики крайне важно бережное отношение к ее уязвимой природе при освоении ресурсов. Рациональное природопользование здесь должно быть нацелено на снижение техногенного воздействия на природную среду и население. Достичь гармонии между защитой окружающей среды, эксплуатацией ресурсов и сохранением уклада жизни коренных народов возможно только совместными усилиями специалистов науки, представителей государственного сектора, бизнеса и населения. Одним из путей реализации такой задачи становятся стратегии развития всех приполярных государств.

*Ключевые слова:* Арктика, природопользование, стратегия, национальная безопасность.

Рациональное природопользование в Арктике, регионе, где сочетается разнообразие природных, этнокультурных, демографических, социально-экономических и политических условий, невозможно без следования действующим стратегиям развития всех приполярных государств, а также без развития сырьевой базы с применением ресурсосберегающих технологий [1; 4–6; 8; 10].



Арктические стратегии нацелены на обеспечение государственного суверенитета, устойчивого социально-экономического развития, охрану окружающей среды и поддержание многостороннего научно-технологического сотрудничества. Тем не менее, не все стратегии стран арктического региона одинаковы. Существуют отличительные принципы и определенные задачи в их реализации на уровне каждой страны Арктической зоны. Рассмотрим стратегии арктических государств в качестве инструмента для реализации рационального природопользования.

Особый интерес представляет специфика «*Стратегии развития Арктической зоны и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации на период до 2020 г.*». Помимо приоритета в поддержании национальной безопасности России к основополагающим принципам Стратегии относятся: комплексный подход к освоению топливных полезных ископаемых, недопущение нарушений уязвимых компонентов природной среды, создание экологически благоприятной обстановки для развития хозяйственно-экономического, инфраструктурного и социального секторов с сохранением образа жизни коренных народов Севера [7].

В Канаде действует «*Северная стратегия (Canada's Northern Strategy)*» [3], ведущий принцип которой заключается в комплексном освоении этого региона и имеет внутреннюю направленность, что сближает ее с российской стратегией. Научно-техническое сотрудничество и совместные исследования Канады и России развиваются в области охраны окружающей среды (устранение экологических загрязнений), энергоэффективности, нанотехнологий, биомедицинских технологий, обмена опытом управления территориями проживания коренных народов Севера. Среди крупных проектов – создание механизмов экосистемного управления окружающей средой в Арктике, интегрированная оценка многосторонних факторов, происходящих в регионе трансформаций в меняющихся условиях климата. Важна практическая подготовка квалифицированных специалистов, способных обеспечить устойчивое природопользование в Арктике, не нарушая экологического баланса и не затрагивая уклад жизни коренного населения [3].

*Арктическая стратегия США* нацелена на защиту национальной безопасности, гарантирование свободы трансарктических перелетов и мореплавания, охрану окружающей среды (в том числе мониторинг изменения климата) и освоение природных ресурсов [11]. Сотрудничество США и России взаимовыгодно идет в обмене опытом по изучению экосистем в Арктическом регионе. Принимаемые решения по экономическому освоению Арктических территорий обеих стран основаны на научном анализе северных экосистем перед антропогенным воздействием в экстремальных климатических условиях.

*Стратегии развития Арктики скандинавских стран Европейского союза* связаны с Россией как с ближайшим соседом. В Норвегии действует стратегический документ в виде доклада парламенту «*Крайний Север – видение и стратегия*» [2; 7; 9; 11], который содержит следующие приоритетные направления развития: углубление и обновление сотрудничества с Россией; освоение запасов углеводородов на шельфе; управление морскими ресурсами; повышение судоходной активности в связи с изменением климата; разграничение морского пространства; экономическое и социальное развитие; создание системы сотрудничества с арктическими и североευропейскими странами в рамках *Совета Баренцева / Евроарктического региона (СБЕР), Арктического Совета (АС), Совета министров северных стран, «Северного измерения»*.

*Государственная стратегия Финляндии в Арктике (Finland's Strategy for the Arctic Region)* соответствует российским приоритетам развития и характеризуется высоким уровнем сотрудничества с приарктическими государствами [12]. Арктическая политика, национально-технологическое и научно-исследовательское сотрудничество реализуются через экспертное участие Финляндии в международных организациях, проектах и программах, в том числе с Данией, Исландией, Норвегией, Швецией, в следующих областях: обеспечение безопасности суверенитета, охрана окружающей среды, экономическое развитие, защита интересов коренного населения, улучшение транспортного сообщения.

В Шведской Арктической стратегии обозначены следующие национальные приоритеты: сохранение Арктики как региона с низкой политической напряженностью, укрепление роли Арктического Совета как центрального многостороннего форума по арктическим вопросам и сотрудничества в Баренцевом / Евроарктическом регионе, содействие в разработке арктической политики Европейского Союза. Ведущие направления деятельности Швеции в Арктике – изучение изменения климата, охрана окружающей среды, экономическое и социальное развитие [9].

Задачи «Стратегии Королевства Дании в отношении Арктики на 2011–2020 гг.» нацелены на взаимовыгодное научно-технологическое сотрудничество и обмен данными с Россией по вопросам устойчивого развития, определения границ континентального шельфа, освоения нефтегазовых месторождений шельфа, использования морских транспортных путей, охраны окружающей среды, оценке климатических изменений [2].

Во всех национальных стратегиях развития северных государств детально обозначен приоритет рационального природопользования. Однако его реализация затруднительна без достижения социально-экономического и экологически безопасного развития с сохранением целостности национального пространства. Так, реализация национальных стратегий Норвегии, Финляндии и Канады требует эффективной работы исследовательской инфраструктуры с единой методологией экологического мониторинга. Исследования проводятся с учетом ключевых направлений осуществления программ, позволяющих рассматривать регион как экологический капитал, обеспечивающий страны экосистемными услугами, минерально-сырьевыми ресурсами, объектами для размещения трудовых ресурсов и существования коренного населения. Работы ведутся в сфере изменения климата Арктики, рационального природопользования, энергосберегающих технологий, экологического мониторинга, социально-экономического развития, сохранения биоразнообразия и уклада жизни коренных народов Севера.

Ключевым звеном большинства стратегий является бережное отношение к природным ресурсам Арктики и сохранения их для будущих поколений (устойчивое развитие). В российском секторе Арктики для достижения устойчивого природопользования необходима модернизация ресурсного сектора [1]. Однако существуют преграды:

1. Техническая затрудненность проведения комплексного изучения и разведки запасов полезных ископаемых континентального шельфа Арктики.
2. Дорогостоящая финансово-технологическая реализация крупных инфраструктурных проектов по освоению нефтегазовых провинций и месторождений углеводородов на континентальном шельфе морей Арктики.
3. Недостаточное объединение ресурсов, возможностей бизнеса и науки для формирования конкурентоспособного научно-технологического сектора в области разработки и внедрения ресурсосберегающих технологий.
4. Слабое внедрение технологий по предотвращению и ликвидации аварийных ситуаций при добыче и транспортировке топливных ископаемых в сложных природно-климатических условиях Арктики.
5. Недостаточное развитие транспортной инфраструктуры Арктики. В частности: нехватка специализированных портов, перегрузочных терминалов, баз для судоремонта, гидрометеорологических постов мониторинга природных компонентов и их нарушений, аварийно-спасательных комплексов.

Остро стоит проблема снабжения регионов Арктики высокотехнологичным оборудованием для обеспечения устойчивого природопользования. Отечественные технологии добычи ресурсов в экстремальных природных условиях характеризуются низкой конкурентоспособностью по сравнению с зарубежными аналогами.

Таким образом, анализ задач и проблем, стоящих на пути к реализации устойчивого природопользования в Арктике, показал: существующий в российской Арктике уровень природопользования на данном этапе развития страны определяется взаимодействием экономи-

ческой составляющей, внедрением ресурсосберегающих технологий и функционированием всей социально-экономической инфраструктуры. Сравнивая Россию со Скандинавскими и Североамериканскими странами, можно отметить нехватку финансирования для реализации рационального природопользования в Арктике, недостаточное применение ресурсосберегающих технологий, а иногда и их полное отсутствие, недоучет опыта коренных народов Севера в освоении уязвимой природной среды Арктики. Повышению уровня природопользования могут способствовать и научно-технологическое сотрудничество со странами Арктики в рамках стратегий и соглашений и диалог между бизнесом, государством, научным сектором и представителями коренных народов Севера в сфере бережного освоения ресурсов.

### **Литература**

1. Башмакова Е. П., Селин В. С. Значение северных и арктических регионов в новых геоэкономических условиях развития России // Регион: экономика и социология. 2010. № 3. С. 23–39.
2. Датская предварительная Арктическая стратегия (Danish preliminary Arctic strategy). URL: [http://www.geopoliticsnorth.org/index.php?id=40&Itemid=108&option=com\\_content&view=category](http://www.geopoliticsnorth.org/index.php?id=40&Itemid=108&option=com_content&view=category) (дата обращения: 01.12.2015).
3. Канадская Северная стратегия (Canada's Northern Strategy). URL: <http://www.northernstrategy.gc.ca/index-eng.asp> (дата обращения: 02.12.2015).
4. Некрич А. С. Изучение нарушений природной среды и изменения климата слабоосвоенных регионов России и Канады // Проблемы региональной экологии. 2010. № 6. С. 195–199.
5. Некрич А. С. Современные тенденции антропогенного преобразования северных территорий России и Канады в условиях изменения климата // Перспективы науки. 2012. № 2 (29). С. 11–15.
6. Некрич А. С. Реакция природной среды северных территорий на антропогенное воздействие (на примере России и Канады) // Молодежь и наука: реальность и будущее : материалы IV междунар. науч.-практич. конф. Невинномысск : Изд-во Невинномыс. ин-т экономики, управления и права, 2011. С. 67–70.
7. Норвежская арктическая стратегия (Norwegian High North strategy). URL: [http://www.geopoliticsnorth.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=84:arctic-strategy-documents&catid=52&showall=&limitstart=7](http://www.geopoliticsnorth.org/index.php?option=com_content&view=article&id=84:arctic-strategy-documents&catid=52&showall=&limitstart=7) (дата обращения: 01.12.2015).
8. Стратегии развития Арктической зоны и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г. URL: [http://narfu.ru/aan/Encyclopedia\\_Arctic/Encyclopedia\\_AZRF.pdf](http://narfu.ru/aan/Encyclopedia_Arctic/Encyclopedia_AZRF.pdf) (дата обращения: 01.12.2015).
9. Шведская стратегия для Арктического региона (Sweden's strategy for the Arctic region). URL: [http://www.arctic.or.kr/files/pdf/m4/sweden\\_eng.pdf](http://www.arctic.or.kr/files/pdf/m4/sweden_eng.pdf) (дата обращения: 04.12.2015).
10. Nekrich A. S. The Ore mining Impact on the Environment and Possible Climate Changes in Canada: Concepts and Methods of Research (Research Project) // Проблемы региональной экологии. 2010. № 3, С. 169–175 (In English).
11. National strategy of the Arctic region. URL: [https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/nat\\_arctic\\_strategy.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/nat_arctic_strategy.pdf) (дата обращения: 03.12.2015).
12. Finland's Strategy for the Arctic Region 2013. Government resolution on 23 August 2013. Prime Minister's Office Publications 16/2013. Edita Prima, 2013. P. 71.

УДК 631.4:551.435.122(282.256.14)

*Птуха М. В., Мурашко Ю. А.*

*Ptukha M. V., Murashko Yu. A.*

## **ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ ПОЙМЫ р.ОБЬ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ХМАО – ЮГРЫ**

## **FEATURES OF MORPHOLOGY AND CHEMICAL COMPOSITION OF FLOOD PLAIN SOIL RIVER OB OF THE TAIGA ZONE KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG – UGRA**

В статье представлены результаты исследования морфологического и химического состава аллювиальных почв поймы р. Обь, взятых на территории Сургутского района ХМАО – Югры. Проанализирован их гранулометрический состав, окраска, гигроскопическая влажность, актуальная кислотность, качественный химический состав и содержание гумуса. В результате проведенных исследований выявлена взаимосвязь между данными показателями, получена информация, которая позволяет характеризовать экологическое состояние данной территории и судить о возможности использования пойменных почв в промышленной и хозяйственной деятельности.

*Ключевые слова: аллювиальные почвы, морфологические свойства, гумус, актуальная кислотность, химический состав, пойма р. Обь, ХМАО – Югра, Северные территории России.*

Пойма – это своеобразный тип ландшафта, почвенный покров которого находится под непрерывным интенсивным воздействием геологических, гидрологических и биологических факторов и представляет собой весьма сложное природное образование. Пойменные почвы отличаются не только характерными свойствами, но и естественным плодородием. Установленным фактом является и то, что пойменные почвы за счет аллювиальных и русловых процессов постоянно обновляются [6; 9].

В Тюменской области практически все наиболее плодородные почвы используются человеком, и резервы увеличения полезной площади за их счет исчерпаны. По этой причине повсеместно под сельскохозяйственные угодья всё чаще используют аллювиальные почвы, в том числе и на северных территориях. Почвы поймы р. Обь в пределах Сургутского района ХМАО – Югры, имея особое хозяйственное значение, в полной мере еще не исследованы. Почва Обской поймы формируется в условиях периодического затопления в период половодья и во время паводков. Наиболее продуктивное и рациональное использование пойменных территорий возможно только при всестороннем изучении основных морфологических и физико-химических свойств почв.

**Объект и методы исследования.** Объектом исследования служили пойменные почвы, отобранные вблизи протоки Кривая левобережья р. Оби на территории Сургутского района ХМАО – Югры. Отбор почвенных образцов осуществляли с помощью стандартного цилиндрического пробоотборника с глубин 0–20, 20–40, 40–60, 60–80 см., по размеченным б створам (рис. 1).

Для каждого из образцов определяли гранулометрический состав и окраску, измеряли актуальную кислотность почвы, гигроскопическую влажность, присутствие и количество карбонатов, процентное содержание гумуса.

Для определения гранулометрического состава почв использовались полевой и лабораторный методы. Полевой метод, основанный на ощущениях при растирании почвы на ладони, использовался непосредственно при отборе проб и позволял сделать приблизительную оценку

состава образца, а лабораторный позволил уточнить и количественно охарактеризовать результаты полевого изучения. В качестве лабораторного был выбран метод отмучивания [4].

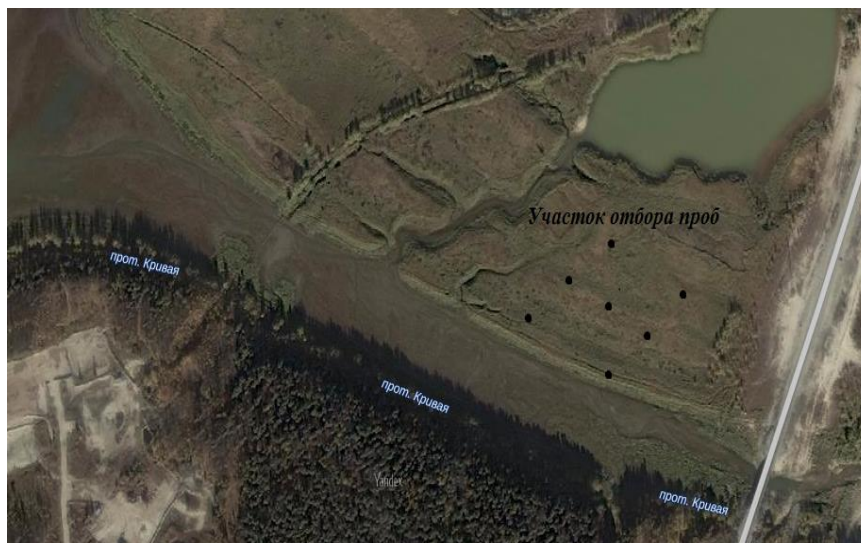


Рис. 1. Местоположение участка отбора проб на карте

Количество гигроскопической влаги измеряли гравиметрически с использованием способа многоразовой просушки фиксированной навески воздушно-сухой почвы в сушильном шкафу [10].

Окраску почвенного образца определяли по цвету мазка, который выполняли смоченной почвой на бумаге [5]. Мазок наносили однородной массой определённой консистенции. Цвет фиксировали после полного высыхания. Диаметр мазка составлял от 2 до 2,5 см.

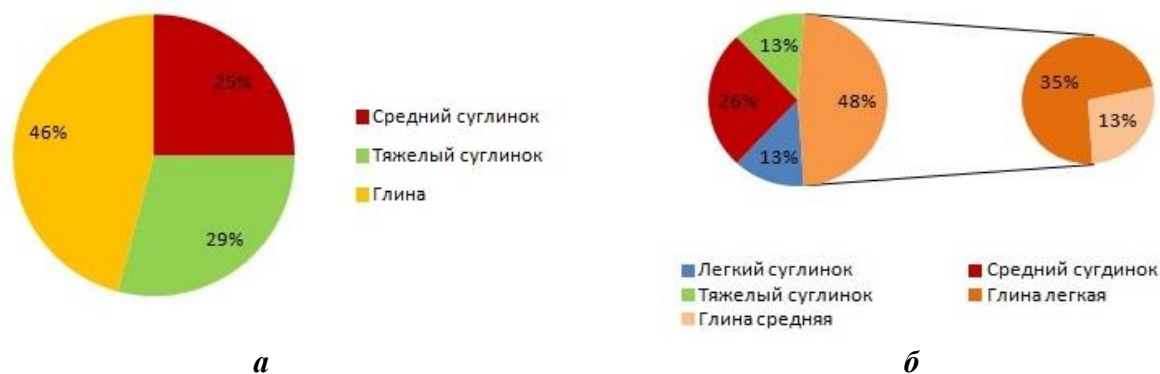
Для качественного определения присутствия карбонатов в почве использовали эффект «вскипания» образца при его обработке 10 %-й соляной кислотой [10].

Актуальную кислотность почвы определяли по значению pH её водной вытяжки потенциометрическим методом [4]. В данном исследовании особое внимание уделяется актуальной кислотности, так как именно она определяет жизнедеятельность микроорганизмов и условия существования растений.

Количественное определение гумуса осуществляли по методу Тюрина в модификации Орлова–Гриндель [7]. Методика включала в себя окисление почвенного гумуса раствором бихромата калия в серной кислоте и фотометрирование окрашенного раствора с использованием светофильтра с длиной волны 610 нм.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Результаты определения гранулометрического состава полевым и лабораторным методами показали, что среди отобранных почвенных образцов преобладают суглинки и глины (рис. 2). С увеличением глубины отбора пробы количество песчаных частиц уменьшается.

По характеру раскатывания почвенной массы в шнур и его морфологии (количеству и глубине трещин) отмечено, что все образцы скатываются в шарик и шнур с утончающимися концами, которые при сворачивании в кольцо дают трещины различной глубины. На поверхности более глинистых образцов трещины не образуются. Полевой метод определения гранулометрического состава позволил выявить три основные группы почв: средние суглинки, тяжелые суглинки, глины (рис. 2а).



**Рис. 2. Гранулометрический состав образцов почвы:**

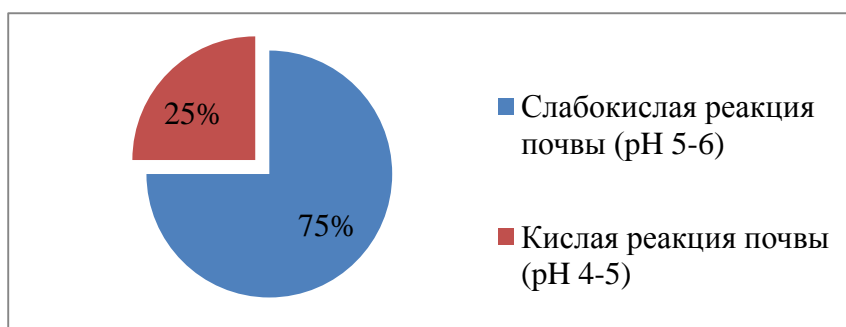
*а* – данные полевого метода исследования; *б* – данные лабораторного метода исследования

Определение гранулометрического состава методом отмучивания подтвердило преобладание глинистых образцов в составе исследуемой почвы и позволило уточнить его. С помощью классификации Н. А. Качинского образцы с преобладанием глины были разделены на легкие глины (35 %) и средние глины (13 %) с учетом процентного содержания в них физического песка (рис. 2б). Лабораторный метод показал наличие, кроме средних и тяжелых суглинков, отдельной группы легких суглинков (13 %).

Для исследованных почв наиболее характерной является бурая и светло-бурая окраска. Используя взаимосвязь окраски почвы, её химического и минералогического состава [1], можно предположить наличие в исследованных образцах пойменной почвы оксидов и гидроксидов железа, алюминия и фосфора, находящихся в сорбированном состоянии.

С помощью качественной реакции почвы с соляной кислотой в ходе исследования было установлено отсутствие в почве карбонатов («вскипания» образцов не наблюдалось). Отсутствие реакции почвы с соляной кислотой косвенно говорит о том, что кислотность лежит в нейтральном или кислом диапазоне.

Определение актуальной кислотности почвы исследованного участка показал, что образцы имеют слабокислую и кислую реакцию в диапазоне величины рН от 4,81 до 6 (рис. 3). В большинстве почв такая величина актуальной кислотности может быть обусловлена наличием кислых солей.



**Рис. 3. Процентное соотношение величин рН почвенных растворов**

Анализ зависимостей процентного содержания гигроскопической влаги показывает ее уменьшение с увеличением глубины взятия образца (рис. 4). Так как количество влаги в почве зависит от содержания гумуса [2], можно судить об уменьшении его содержания с увеличением глубины. Чем более почва гигроскопична, тем она богаче гумусом.

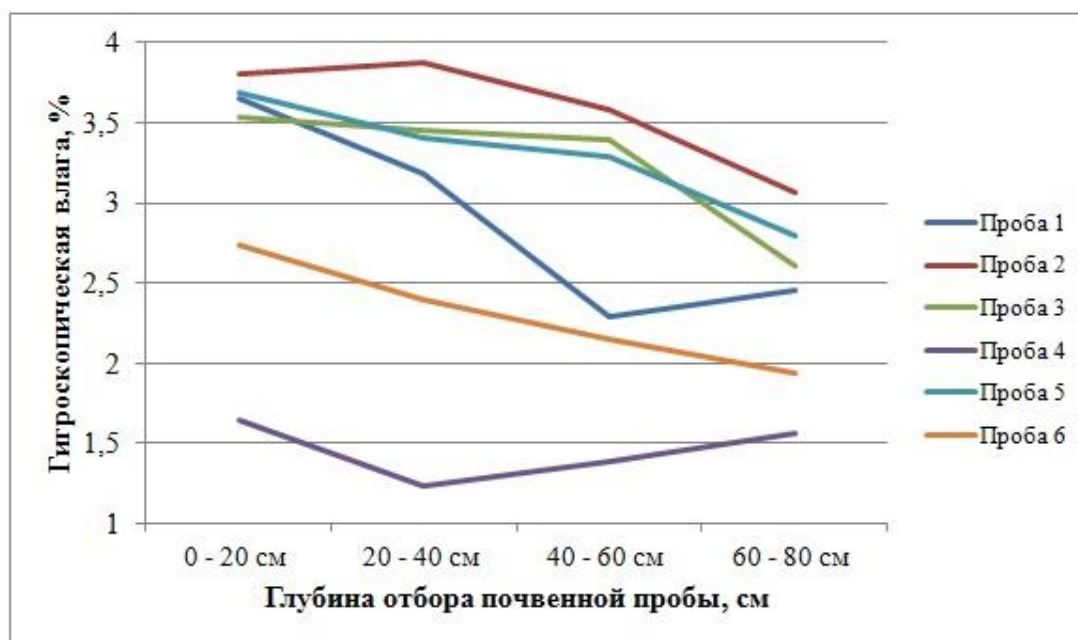


Рис. 4. Распределение гигроскопической влаги в почве на различных глубинах отбора проб

Оценка полученных данных процентного содержания гумуса была дана по классификации Д. С. Орлова, Л. А. Гришиной [8].

При исследовании процентного содержания гумуса в образцах были выявлены минимальное (0,6 %) и максимальное (4,8 %) значения (рис. 5). Анализ данных показал, что большая часть почвенных образцов относится к группе пойменных почв с очень низким содержанием гумуса. Им принадлежит 61 % всех отобранных проб. С низким и средним содержанием гумуса пробы встречаются реже (рис. 6).

Во всех почвенных образцах, отобранных с глубины 0–20 см, процентное содержание гумуса оценивается как среднее. С увеличением глубины взятия почвенного образца показатель гумуса уменьшается.

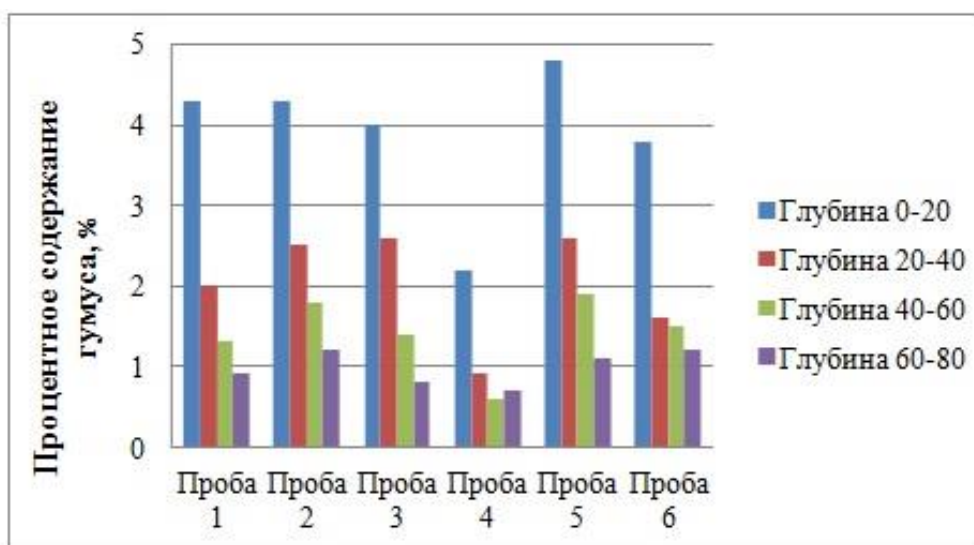


Рис. 5. Зависимость содержания гумуса от глубины отбора почвенного образца



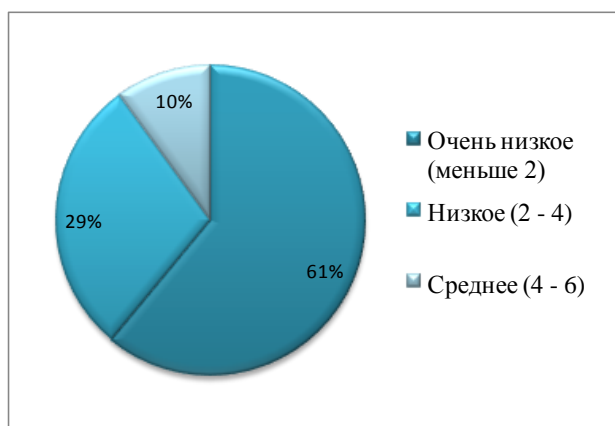


Рис. 6. Доли содержания гумуса в почвенных образцах

**Выводы.** Полученные результаты исследования основных морфологических признаков и химического состава позволяют в полной мере дать характеристику данного участка поймы р. Оби. Органолептические признаки и определение содержания физической глины и физического песка позволили определить основные типы почв по гранулометрическому составу – глина (48 %). Содержание общего гумуса оценивается как среднее в диапазоне 2,2.–4,8 % на выбранном участке поймы во всех образцах на глубине 0–20 см. Далее с увеличением глубины доля гумуса в пробах постепенно уменьшается. В результате изучения выбранного участка поймы наблюдается уменьшение процентного содержания гумуса с увеличением глубины. Вместе с тем бурая и светло-бурая окраска, оптимальная (иногда избыточная) влажность, отсутствие карбонатов и кислотность почв  $pH < 6$  позволяет классифицировать данный участок.

Согласно классификации, предложенной Г. В. Добровольским [4], и полученным в результате исследований данным об основных морфологических признаках исследованный участок поймы относится к группе аллювиальных луговых кислых почв. В свою очередь, говоря о характерных особенностях аллювиальных луговых кислых почв, можно предположить большое содержание подвижного железа в верхних слоях створов.

### Литература

1. Апарин Б. Ф. Почвоведение : учебник для образоват. учрежд. сред. проф. образования. М. : Академия, 2012. 256 с.
2. Вальков В. Ф., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Почвоведение : учебник для вузов. М. : МарТ ; Ростов н/Д : МарТ, 2004. 496 с.
3. Егоров В. В., Фридланд В. М., Иванова Е. Н. Классификация и диагностика почв СССР. М. : Колос, 1977. 221 с.
4. Кидин В. В., Дерюгин И. П., Кобзаренко В. И. Практикум по агрохимии. М. : Колос, 2008. 599 с.
5. Корчагин А. А. Физика почв : лаб. практикум. Владимир : Владим. гос. ун-т, 2011. 99 с.
6. Муха В. Д., Картамышев Н. И., Муха Д. В. Агрочесоведение. М. : Колос, 2003. 528 с.
7. Орлов Д. С., Гришина Л. А. Практикум по химии гумуса. М. : Изд-во МГУ, 1981. 272 с.
8. Орлов Д. С., Садовникова Л. К., Суханова Н. И. Химия почв. М. : Высш. шк., 2005. 558 с.
9. Славнина Т. П., Пашнева Г. Е., Иванова Р. Г. и др. Почвы поймы Средней Оби, их мелиоративное состояние и агрохимическая характеристика. Томск : Изд-во Томск. ун-та, 1981. 228 с.
10. Щеглов С. Н., Соляник Г. М. Науки о Земле: морфология почв: учеб. пособие. 2-е изд. Краснодар : Просвещение-Юг, 2010. 122 с.



УДК 911.3(985)

**Рудский В. В.**  
**Rudsky V. V.**

**ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АРКТИКИ:  
СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ**

**NATURAL RESOURCE POTENTIAL OF THE ARCTIC:  
STATUS, PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT**

Арктика – это территория суровых природных условий с богатым природно-ресурсным потенциалом. Значительная часть арктического региона относится к России и открывает огромные перспективы его освоения. Представляется важным определиться с границами этого бассейна на основе межгосударственных договоров и решать проблемы в интересах всего человечества.

*Ключевые слова: природно-ресурсный потенциал, природные ресурсы, загрязнение окружающей среды, состояние ландшафтов.*

Как известно, Арктика – это регион Земли, примыкающий к Северному полюсу и включающий окраины материков Евразии и Северной Америки, почти весь Северный Ледовитый океан с островами (кроме прибрежных островов Норвегии), а также прилегающие части Атлантического и Тихого океанов. Площадь Арктики составляет 27 млн км<sup>2</sup>. Если Арктику ограничить с юга Северным полярным кругом (66° 33' с. ш.), в этом случае её площадь составит 21 млн км<sup>2</sup>. Арктика поделена на пять секторов ответственности между США, Россией, Норвегией, Канадой и Данией. Тем не менее, точная граница Арктики не определена [3].

Исходя из этого мы можем в качестве основного природного и одновременно экономического ресурса Арктики назвать – территориальный. Действительно, на огромной и в значительной степени не освоенной территории сосредоточены гигантские запасы природных ресурсов. Среди них надо выделить, прежде всего, ресурсы льда как источник пресной воды и мощный регулятор теплового баланса Земли.

В эпоху глобального потепления объем арктического льда неизменно сокращается, что приводит к поступлению пресной воды в океан, изменению его температурного режима со всеми последующими аномалиями.

На прошедшей в Австрии весной 2016 г. конференции ученые разных стран, опираясь на данные дистанционного зондирования Земли, сделали прогноз о том, что ледяная шапка Северного Ледовитого океана может уменьшиться до рекордно низкого уровня 2012 г. Обусловлено это тем, что в летний период 2015 г. ледниковый покров был необычайно тонким, и в течение зимы образовалось относительно мало нового льда. Прогноз летней площади арктического льда в весенне-зимний период – одна из сложнейших задач для современных гляциологов и гляциоклиматологов: к концу сезона таяния размер ледяного покрова будет смоделирован на основе соотношения основных метеорологических показателей: ветра, воздуха и температуры воды в течение летних месяцев. Однако мощность ледяного покрова закладывается зимой.

На весну 2016 г. прогноз также был неутешителен, как и весной 2012 г. Тогда покрытие поверхности моря льдом сократилось до рекордных 3,4 млн кв. км. Проблема заключается в том, что во многих регионах Арктики новый лед формируется крайне медленно в связи с теплыми зимами. Если сравнить карту мощности ледяного покрова предыдущей зимы с зимой 2012 г., то станет очевидным, что текущее состояние льда такое же, как и весной 2012 г.,

а в некоторых местах лед даже тоньше. Грядущая потеря льда будет достаточно велика, чтобы нивелировать весь рост в течение относительно холодных зим 2013 и 2014 гг. [2].

Не менее важный ресурс российского сектора Арктики – транспортный. Проход на кораблях от Архангельска до Японии по северным морям существенно короче, чем через Суэцкий канал. Кстати, только стоимость прохода судна по этому каналу может достигать 2 млн долларов.

В настоящее время Северный морской путь (СМП) используется в основном в летнее время для завоза различных грузов в северные порты на период длинной полярной зимы.

Развитие судоходства в Арктике основывается на конкретных проектах и программах, важнейшей из которых является Северный морской путь. Вместе с тем международные перевозки по СМП переживают явный кризис. Транзитный грузопоток между Европой и Азией по СМП существенно сократился в 2014 и 2015 гг. В 2011 г. по СМП прошли 34 судна, в 2012 – 46, в 2013 – 71, в 2014 – 23 судна. Тоннаж международных грузов по СМП снизился с пика в 1,3 млн т в 2013 г. до 300 тыс. т в 2014 г. Только за один год он сократился на 77 %. По предварительным данным за 2015 г. по СМП между Европой и Азией было перевезено еще меньшее количество транзитных грузов – менее 100 тыс. т [4].

Снижение цен на судовое топливо сделало СМП еще менее привлекательным для иностранных судовладельцев. Западные специалисты предупреждали российских политиков и бизнесменов в отношении СМП, что «способность России извлечь выгоду из новых возможностей потребует международного сотрудничества и доброй воли» [7].

Вместе с тем объем грузоперевозок по морям СМП в пределах России продолжает расти: с 2,8 млн т в 2013 г. до 3,7 млн т в 2014 г. и 4,5 млн т в 2015 г. Этот рост в значительной степени обусловлен выполнением нефтегазовых проектов в Баренцевом море и на полуострове Ямал.

Осенью 2011 г. на II международном форуме «Арктика – территория диалога» наш президент заявил, что «видит будущее Севморпути как международной транспортной артерии, способной составить конкуренцию традиционным морским линиям и по стоимости услуг, и по безопасности, и по качеству» [6]. По заявленным планам российского руководства, грузооборот СМП в 2020 г. должен был составить 64 млн т. «Цифра в 10 млн тонн абсолютно нормальная, может быть и больше», – заявил премьер-министр РФ Дмитрий Медведев на саммите Баренц-региона в Киркенесе в июне 2013 г., оценивая международную составляющую грузоперевозок по СМП. Однако подобные амбициозные расчеты пришлось уже подкорректировать в 2015 г. с переносом цели с 2020 на 2030 г. с существенным, в два раза, понижением оценки транзита международных грузов. Министерство транспорта Российской Федерации прогнозирует рост внутренних грузоперевозок по СМП до 83 млн т к 2030 г., а международных к тому же сроку – до 5 млн т. Несмотря на оптимистические прогнозы, действительный объем транзита по СМП до сих пор имеет неустойчивую динамику, а оценки в рамках его развития произвольно варьируют в самом широком диапазоне. Международный грузопоток по СМП рос не так быстро, как хотелось бы того в России, а теперь он совсем сократился.

Похожая ситуация и в плавании Северо-Западным проходом вдоль северного побережья Канады из Атлантического океана в Тихий. Событием стало лишь то, что летом 2013 г. Северо-Западным проходом из порта на западном побережье Канады прошло судно с грузом, предназначенным для Финляндии. Плавания по маршруту Северо-Западного прохода ограничены единичными случаями [4].

Некоторые оптимистические ожидания по освоению ресурсов Арктики были стимулированы информацией об изменении климата в Арктике в сторону его потепления. Предполагалось, что уменьшение арктического льда может привести в ближайшие годы и к активизации коммерческого судоходства на двух трансарктических морских магистралях – Северном морском пути (СМП) и Северо-Западном проходе. В соответствии с этими ожиданиями формулировались современные международные рекомендации для судовладельцев [4].

Единичные случаи плавания по СМП в одну навигацию начались в России еще в начале XX в. В 1914–1915 гг. капитан Андрей Вилькицкий на ледокольных пароходах «Таймыр» и «Вайгач» прошел из Архангельска во Владивосток за одну навигацию. Попытки мореплавания по СМП в одну навигацию увенчались окончательным успехом лишь во времена СССР. СМП был открыт в Советском Союзе для внутренних перевозок в 1931 г. Во время Великой Отечественной войны 1941–1945 года он играл роль стратегической морской коммуникации, связывавшей Дальний Восток с европейской частью России. Малочисленные попытки немцев воздействовать на СМП своими рейдерами и подводными лодками не увенчались успехом из-за незнакомых им условий мореплавания в Карском море.

В Советском Союзе в 1987 г. была достигнута вершина использования СМП. По нему было перевезено 6,58 млн т грузов 331 кораблем 1 306 рейсами. После распада СССР грузо-перевозки по СМП сократились до 1,5–2 млн т в год и до сих пор не превысили достигнутого в СССР уровня. Для транзита иностранных судов СМП был открыт лишь в 1991 г., но это не дало существенного роста перевозок [4].

Заметные экономические перспективы для России были рассмотрены в конце 1980-х гг. за счет предоставления международным судам, следовавшим по СМП, ледокольного сопровождения, возможности дозаправки топливом и обслуживания оборудованием. Самые интересные проекты предполагали транзит по СМП сжиженного газа с арктических месторождений России в Баренцевом, Печорском и Карском морях в азиатские страны: Японию, Северную Корею и Китай.

Особенно большие перспективы открываются в сотрудничестве с Китаем. По некоторым подсчетам, около половины ВВП Китая связано с экспортом и судоходством. Океанический транспорт является ведущим для китайского импорта нефти. Более низкие транспортные расходы за счет более короткого маршрута по СМП могут быть выгодны северовосточным регионам Китая, Японии и Южной Кореи, поскольку их промышленные товары, экспортируемые в Европу или Северную Америку могут стать дешевле по сравнению с другими развивающимися производственными центрами в Юго-Восточной Азии [4].

Проведенные в последние годы исследования показали, что прогнозируемое для арктического мореплавания потепление в Арктике не настолько позитивно для судоходства, поскольку оно достаточно неустойчиво. Потепление климата в Арктике создает более непредсказуемые условия для мореплавания в арктических водах. Арктические воды не обязательно остаются полностью свободными от плавающего льда летом. Открытые воды в Арктике означают потенциальное препятствие для судоходства в виде непредсказуемого движения плавающего льда. Особую угрозу представляют плавающие айсберги, отколовшиеся от побережья Гренландии. Непредсказуемое движение плавучего льда должно учитываться страховщиками [4].

Навигация в Арктике на СМП длится около четырех месяцев, при этом специальные суда простаивают около восьми месяцев в год. Это заметно повышает затраты, чтобы свести на нет экономию от более короткого маршрута. В результате, более короткий с точки зрения грузоотправителя или судовладельца морской путь через Арктику не обязательно означает «быстрее и экономнее».

Развитие арктического мореплавания по СМП предполагает вложение значительных инвестиций в инфраструктуру навигации и организации спасательных операций. Капитаны судов должны опираться на спутниковую навигацию и современные электронные морские карты. Для исправления возникающих проблем результаты авиационной разведки ледовой обстановки и спутниковые изображения должны стать доступными для корабельных операторов. В настоящее время отсутствует система связи, обслуживающая арктические регионы. Из-за кривизны земной поверхности геостационарные спутники не могут быть использованы выше 70–75° широты. Проект арктической спутниковой связи находится еще только в стадии исследования норвежской компании Telenor [4].

Важной составляющей природно-ресурсного потенциала Арктики является его рекреационный потенциал. По аналогии с Антарктикой в Арктике следует развивать следующие направления туризма: 1) приключенческий, связанный с покорением Северного полюса; 2) охотничье-рыболовный; 3) круизный.

*Приключенческий туризм.* В качестве примера можно привести опыт компании «North Pole Adventures», которая проводит туристические и спортивные экспедиции на Северный полюс. Ближайшая поездка на полюс состоится в апреле 2017 г. Для того чтобы побывать на полюсе, не нужно быть профессиональным полярником. Профессиональные полярники обеспечивают безопасность этой поездки, а туристам останется только наслаждаться красотами Арктики. Парашютистов и тех, кто только собирается совершить свой первый прыжок, компания приглашает в состав международной экспедиции на Северный полюс. Они проводят эти экспедиции с 1991 г., и уже более 3 000 человек прыгнули с парашютом на Северный полюс планеты.

Для опытных путешественников компания предлагает принять участие в акции «Мое покорение полюса», которая предполагает поход на лыжах по маршруту легендарных первооткрывателей Северного полюса нашей планеты. Впервые с этого года вводится программа «Полярный уикэнд». Это программа туристического посещения Северного полюса продолжительностью два с половиной дня [5; 8].

*Охотничье-рыболовный туризм.* В интернете есть огромное количество предложений от небольших фирм и отдельных граждан по организации охоты и рыбалки на севере. География предложений самая разнообразная и охватывает бассейны всех арктических морей. Особенно активно предлагается охота на птиц в весенне-осенний период и рыбалка летом.

*Круизный туризм.* В основном развивается за пределами России и в ближайшие годы нельзя ожидать значительного всплеска активности круизного туризма в арктических водах. Летом 2007 г. три круизных судна совершили сквозное плавание по СМП от Атлантики до Аляски. В Баренцевом море существуют регулярные туристические круизные рейсы на Шпицберген. Все присущие мореплаванию в арктических водах опасности касаются и пассажирских судов в Арктике. Международные правила безопасности плавания относятся и к круизным судам в этом районе. В частности, это требует более прочного корпуса судна, необходимости оборудования корабля закрытыми спасательными шлюпками и некоторыми другими специфическими для Арктики требованиями безопасности.

Из 9 арктических круизных туров, запланированных оператором Silver Explorer на лето 2016 г., только один идет с посещением российского сектора Арктики с заходом в порты Мурманска и Архангельска. Пять круизов Silver Explorer имеют целью посещение Шпицбергена. Предлагаемые туры достаточно дороги: на 10–12 дней \$ 8–9 тыс. с человека. Их могут позволить себе представители среднего сегмента среднего класса Запада [4].

Таким образом, развитие Северного морского пути связано, прежде всего, с военно-политическими потребностями России. Проход по СМП находится под контролем РФ, поэтому этому маршруту не угрожают какие-либо международные санкции и иные риски. РФ в любом случае всегда будет иметь прямой путь в Азиатско-Тихоокеанский регион (АТР). Совершенствование СМП обеспечивает выполнение арктических проектов и вывозу арктических ресурсов в АТР. Развитие СМП потребует создания инфраструктуры, развития опорных портов на маршруте, что, в свою очередь, будет стимулировать общее развитие Крайнего Севера.

После того как выяснилось, что государство за счет своего бюджета не потянет финансирование модернизации СМП, российские эксперты стали предлагать формирование инвестиционных проектов по развитию СМП с привлечением частных инвесторов. Подобная стратегия не выглядит реалистично. Частные инвесторы в России умеют лишь хорошо вывозить капитал, но они совершенно не способны финансировать долгосрочные проекты с длительными сроками окупаемости. СМП переведен в разряд «национальных проектов». Развитие СМП требует значительных ресурсов, но при этом нет понимания, как эти инвестиции

окупить. СМП стал классическим примером того, как проекты развития периферийной цивилизации России не вписываются в рамки глобальной рыночной экономики. СМП нужен России, но развивать его в рамках сложившейся модели экономики невозможно [4].

В пик СМП в ЕС приступили к осуществлению плана Трансарктического морского пути с морской трассой от Атлантического океана до Тихого океана через центральные районы Северного Ледовитого океана. Планируется, что этот маршрут станет основным арктическим судоходным направлением к 2030 г. В отличие от СМП и Северо-западного прохода, Трансарктический морской путь будет проходить исключительно по международным водам вне пределов российских или канадских территориальных вод. Транспортные узлы на концах этого маршрута могут быть расположены на Аляске и в Исландии. Специалисты Германии уже начали предварительную стадию проектных работ нового глубоководного порта на северо-восточном побережье Исландии. Однако похоже, что по части трансарктических перевозок маршрут Исландия – Северный Полюс – Аляска останется в ближайшие десятилетия в разряде полетов на Марс [4].

#### *Минерально-сырьевые ресурсы Арктики.*

Арктика богата нефтью, газом и другими полезными ископаемыми. В настоящее время здесь добывается десятая часть общемировых объёмов нефти и четвертая часть природного газа. На российском Крайнем Севере сосредоточено 80 % всей арктической нефти и практически весь газ. Среди других ведущих производителей – Канада, США (Аляска) и Норвегия. Проведённые исследования показывают, что в Арктике находится значительная часть ещё не разведанных мировых запасов нефти.

Промышленная добыча нефти началась в 20-х годах прошлого столетия в северо-западных регионах Канады. В 1960-е гг. были открыты первые обширные залежи углеводородов в Ямало-Ненецком автономном округе, на северном склоне хребта Брукса (Аляска) и в дельте реки Маккензи (Канада). С начала двухтысячных годов в арктических владениях России, США, Норвегии и Канады были добыты миллиарды кубических метров газа и миллионы тонн нефти [8].

За полярным кругом было открыто свыше 400 наземных месторождений нефти и газа. На шестидесяти из них активно ведётся добыча, однако около четверти ещё не разработано. Более 60 % разрабатываемых месторождений находится в России, главным образом в Западной Сибири. Основной нефтегазовый район России и один из крупнейших нефтедобывающих регионов мира – Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (ХМАО). Здесь добывается 57 % нефти в стране. В ХМАО открыто более 500 нефтяных и газонефтяных месторождений, запасы которых составляют около 20 млрд т.

Кроме того, на шельфе Баренцева моря разведано 11 месторождений, в том числе четыре нефтяных (Приразломное, Долгинское, Варандейское, Медыньское), три газовых (Мурманское, Лудловское, Северо-Кильдинское), три газоконденсатных (Штокмановское, Поморское, Ледовое) и одно нефтегазоконденсатное (Северо-Гуляевское). Крупнейшее в мире Штокмановское месторождение содержит около 4 000 млрд м<sup>3</sup> газа (рис. 1).

Стоит также отметить и газоконденсатные месторождения Ленинградское и Русановское, открытые в акватории Карского моря. В Тимано-Печорской провинции расположено около 180 месторождений. Здесь существуют и фонтанные месторождения, дающие до 1 тыс. т нефти в сутки. Ненецкий автономный округ также имеет богатые запасы нефти, газа и газоконденсата (рис. 1).

В американской части Арктики запасы нефти оцениваются примерно в 15 млн баррелей, а запасы газа – свыше 2 трлн м<sup>3</sup>. При этом 20 % нефти здесь добывают на месторождении Прудо-Бей. В канадском арктическом секторе существует 49 месторождений нефти и газа в дельте реки Маккензи, ещё 15 – на Арктических островах. Наиболее крупные месторождения газа расположены у берегов Аляски и в Сибири [1].

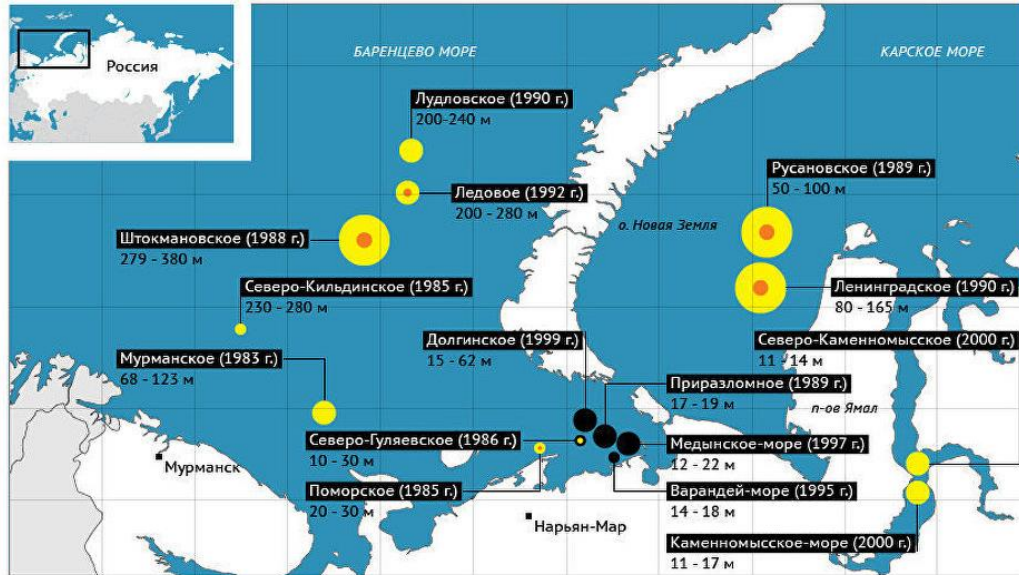
#### *Другие полезные ископаемые*

В наиболее освоенной части региона – арктической зоне Канады и России – сосредоточены также богатые месторождения никеля, меди, угля, золота, урана, вольфрама и алма-

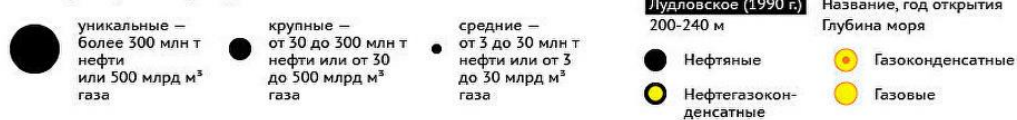
зов. На территории, принадлежащей США, также есть запасы урана, меди, никеля, железа, природного газа и нефти. Однако на многих разведанных месторождениях добыча не ведётся из-за труднодоступности и высокой стоимости разработок.

## Российские нефтегазовые месторождения в Арктике

На российской части арктического шельфа открыты нефтегазовые месторождения с огромными запасами



### Классификация месторождений



### Арктика в цифрах



РИА НОВОСТИ © 2011 WWW.RIA.RU

\* по данным ЦРУ США  
 \*\* по словам вице-спикера ГД РФ и президента «Российского газового общества» В. Язева

Рис. 1. Российские арктические нефтегазовые месторождения [1]

Разработка месторождений и добыча полезных ископаемых особенно развита на севере России. В Сибири сосредоточены богатые запасы практически всех ценных металлов: золота, серебра, меди, никеля, молибдена и цинка. Кроме того, там же расположены крупнейшие гипсовые, угольные и алмазные месторождения. В Республике Саха (Якутия) добывается около 25 % всех алмазов в мире. Медь, железо, олово, платина, палладий, апатиты, кобальт, титан, редкоземельные металлы, керамическое сырьё, слюда и драгоценные камни также добываются на российском Севере [1]. Большая часть этих полезных ископаемых находится на Кольском полуострове, здесь много тысяч лет назад ледники уничтожили верхний слой почвы, сделав залежи более доступными. По мере таяния вечной мерзлоты на

поверхности оказывается всё больше бивней мамонтов – ископаемого аналога слоновой кости. Кроме того, в арктической части России есть шахты, на которых добываются медь, никель, олово, уран и фосфор. Один из крупнейших заводов по добыче и переработке никеля – Норильский никелевый завод.

В пределах канадской провинции Юкон ведётся добыча золота, угля и кварца. На территории Аляски за полярным кругом в промышленных масштабах добывается уголь, свинец и цинк. Здесь действует крупнейший в мире по запасам цинка карьер Ред-Дог, который даёт также значительные объёмы свинца. Разработки здесь ведутся с 1987 г. Кроме того, на Аляске (южнее полярного круга) действует множество мелких шахт, на которых ведётся добыча золота. В Гренландии добывают криолит, уголь, мрамор, цинк, свинец и серебро [1; 8].

*Биологические ресурсы* Арктики не менее богаты: пятая часть общемировых запасов пресной воды и несколько самых крупных рек Земли расположены именно здесь. Бескрайние просторы Крайнего Севера – одно из последних мест на Земле, где природа ещё сохранилась в первозданном виде. Здесь обитают уникальные представители сотен видов флоры и фауны. Миллионы перелётных птиц устремляются в Арктику в период размножения; в Северном Ледовитом океане живут многие как промысловые, так и редкие и исчезающие виды морских млекопитающих и рыб. В арктических морях обитают крупнейшие популяции промысловых рыб: лосося, трески и минтая. По тундре кочуют многочисленные стада карibu и северных оленей, с которыми тесно связана жизнь коренных северных народов. Сформировавшиеся здесь территории традиционного природопользования – предмет особого внимания и заботы.

## Литература

1. Газета.ру. URL: [www.gazeta.ru/science/news/2016/04/21/n\\_8539895.html](http://www.gazeta.ru/science/news/2016/04/21/n_8539895.html) (дата обращения: 20.04.2016).
2. РИА новости. Нефтегазовые месторождения России в Арктике. URL: [www.ria.ru/arctic\\_mm/20110922/441701113.html](http://www.ria.ru/arctic_mm/20110922/441701113.html). (дата обращения: 20.04.2016).
3. Рудский В. В. Экология и природопользование Российской Арктики: состояние, проблемы, перспективы // Северный регион: наука, образование, культура. 2015. № 2 (32), Т. 2. С. 187–199.
4. EAD EurAsia Daili. Крах иллюзий вокруг проекта международного судоходства по Северному морскому пути. URL: [www.eadaily.com/ru/news/2015/10/28/krah-illyuziy-vokrug-proekta-mezhdunarodnogo-sudohodstva-po-severnomu-morskому-puti](http://www.eadaily.com/ru/news/2015/10/28/krah-illyuziy-vokrug-proekta-mezhdunarodnogo-sudohodstva-po-severnomu-morskому-puti) (дата обращения: 20.04.2016).
5. North Pole Adventures. URL: <http://www.northpole.ru/>. (дата обращения: 20.04.2016).
6. Orion ART Multimedia. Арктика – территория диалога. URL: <http://orion-show.ru/novosti/arktika-territoriya-dialoga> (дата обращения: 20.04.2016).
7. Polar Geography. 2014. Vol.37. № 4.
8. The arctic. Природные ресурсы. URL: <http://ru.arctic.ru/resources/> (дата обращения: 20.04.2016).



УДК 551.578.46(571.122):57:504.3.054

*Русак С. Н., Кравченко И. В.*  
*Rusak S. N., Kravchenko I. V.*

## МАКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ СНЕЖНОГО ПОКРОВА г. СУРГУТА КАК МАРКЕРНЫЙ ПРИЗНАК ИНДИКАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ

### MACROCOMPONENTAL COMPOSITION OF SNOW COVER IN SURGUT AS MARKER OF TECHNOGENIC INFLUENCE

Выполнено исследование макрокомпонентного состава снежного покрова в границах г. Сургута Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Отмечено, что снеговые воды отличаются малой минерализацией, имеют нейтральную и слабощелочную реакцию. Установлена взаимосвязь характера пространственного распределения сульфат-ионов и нитрат-ионов в снежном покрове с существующим уровнем загрязнения атмосферы и направлением переноса воздушных масс. Техногенное влияние проявляется в увеличении содержания нефтяных углеводородов и взвешенных веществ.

*Ключевые слова: снежный покров, минерализация, распределение анионов.*

**Введение.** Среди объектов природной среды атмосферный воздух является наиболее подвижной средой. Исследование степени загрязнения атмосферного воздуха – сложная и многоаспектная задача. В системе регулярных наблюдений за уровнем загрязнения воздуха немаловажными направлениями являются интегральные методы оценки степени загрязнения воздушной среды, которые являются информативными составляющими мониторинга. Атмосферные осадки, в частности снег, является депонирующей средой и эффективным накопителем аэрозольных загрязняющих веществ, выпадающих из атмосферного воздуха. При снеготаянии эти вещества поступают в природные среды, главным образом в поверхностные водоемы и почву, загрязняя их. Исследование снежного покрова позволяет получить динамику накопления загрязнений за зимний период, оценить особенности пространственного переноса и характера распределения загрязняющих веществ на территории конкретной местности.

Снежный покров является эффективным накопителем аэрозольных загрязняющих веществ, выпадающих из атмосферного воздуха. При образовании и выпадении снега в результате процессов сухого и влажного вымывания концентрация загрязняющих веществ в нем оказывается обычно на 2–3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе, поэтому измерения содержания этих веществ могут производиться достаточно простыми методами и с высокой степенью надежности [2; 4].

Загрязнение снежного покрова тесно связано с загрязнениями атмосферного воздуха и несет информацию о характере выпадений [1; 3]. Исследование содержания загрязняющих веществ в снежном покрове является важнейшей частью проведения эколого-геохимического обследования территории. В пределах городских территорий формируются устойчивые зоны загрязнения природной среды – районы активного повышенного антропогенного воздействия, которые по многим показателям отличаются от фоновых, слабо загрязнённых территорий. Снежный покров, который, подобно почвенному покрову, обладает способностью активно накапливать химические элементы и их соединения, является хорошим индикатором для выявления процессов загрязнения территорий в течение зимнего периода.

Как известно, химический состав снега формируется в результате поступления с осадками различных химических элементов, поглощения снежным покровом водорастворимых аэрозолей и газов, взаимодействия со снежным покровом твердых частиц, оседающих из ат-



мосферы [1–4]. Причем если количество выпадающего со снегом твердого осадка характеризует запыленность территории, то фильтрат талого снега отражает степень загрязнения воздушного бассейна растворимыми формами элементов.

На сегодняшний день в ХМАО – Югре не установлены региональные фоновые концентрации загрязняющих веществ в снежном покрове, поэтому весьма актуальными задачами являются процессы изучения степени накопления загрязняющих веществ в снежном покрове для определения природных и техногенных путей их поступления.

**Объект и методы исследования.** Объектом для исследования являлся снежный покров в пределах селитебной территории г. Сургута. Для изучения состава техногенных поллютантов, а также характера пространственного распределения легкорастворимых соединений загрязняющих веществ в снежном покрове, формирующихся за счет воздушного переноса и специфики расположения источников загрязнения атмосферного воздуха, в пределах жилой зоны г. Сургута были отобраны и исследованы 28 образцов проб снежного покрова в марте 2016 г. (зимний сезон 2015–2016 гг.). Пробы отбирались в местах с ненарушенным снежным покровом на всю глубину. Отбор проб производился в период максимального накопления влагозапаса в снежном покрове. В качестве условно фоновой точки был выбран район, который располагался вне границ городской территории.

**Результаты исследований и их обсуждение.** За период образования устойчивого снежного покрова преобладали воздушные переносы юго-восточного, юго-западного, восточного, западного и южного направлений, причем повторяемость (%) ветров указанных направлений имела близкие величины. Геохимическая индикация снежного покрова заключалась в сопоставлении концентрации загрязняющих веществ в исследуемых пробах со значением аналогичного вещества в фоновой пробе путем расчета коэффициента кратности концентрирования ( $K_{\text{конц}}$ ). В результате проведенных исследований были получены количественные характеристики содержания основных анионов и катионов жесткости (кальция и магния), данные этих исследований по диапазонам содержания загрязняющих веществ представлены в табл. 1.

Поскольку ПДК для снежного покрова отсутствуют, в работе приведены значения для соединений загрязняющих веществ в мг/дм<sup>3</sup>. Анализ результатов позволяет отметить, что величина разброса (кратность) между минимальными и максимальными значениями содержания хлорид-ионов для исследуемых точек отличалась в 5,4 раза; гидрокарбонат-ионов – в 46 раз; сульфат-ионов – в 41 раз; нитрат-ионов – в 2,2 раза; взвешенных веществ – в 20 раз; катионов кальция и магния – в 8 раз, углеводов нефти – в 10,1 раз, а величина pH изменялась незначительно – в пределах 1,25 единицы.

Таблица 1

**Содержание легкорастворимых соединений и нерастворимых веществ в снежном покрове**

Параметр	Диапазон	$\langle x \rangle$	$\langle dx \rangle$	Me	25 %	75 %	Фон	$K_{\text{конц}}$
pH	6,44 ÷ 7,49	6,81	6,81 ± 0,09	6,78	6,59	6,95	5,93 ± 0,07	1,15
Хлорид-ионы (мг/дм <sup>3</sup> )	1,99 ÷ 10,69	3,59	3,59 ± 0,65	3,23	2,73	3,73	1,49 ± 0,26	2,41
Гидрокарбонат-ионы (мг/дм <sup>3</sup> )	0,12 ÷ 5,49	1,63	1,63 ± 0,48	1,28	0,88	1,73	0,61 ± 0,18	2,67
Сульфат-ионы (мг/дм <sup>3</sup> )	0,67 ÷ 27,63	3,91	3,91 ± 1,88	2,69	2,07	3,85	3,01 ± 1,12	1,30
Нитрат-ионы (мг/дм <sup>3</sup> )	1,49 ÷ 3,23	2,87	2,91 ± 0,07	2,96	2,81	2,99	1,94 ± 0,10	1,48
Общая жесткость (мг-экв/дм <sup>3</sup> )	0,04 ÷ 0,32	0,11	0,11 ± 0,03	0,08	0,07	0,12	0,07 ± 0,02	1,57
Взвешенные вещества, (мг/дм <sup>3</sup> )	2,2 ÷ 44,1	19,80	19,80 ± 3,92	19,6	11,75	26,05	1,90 ± 0,64	10,42
Углеводороды, (мг/дм <sup>3</sup> )	0,17 ÷ 1,71	0,51	0,51 ± 0,12	0,45	0,25	0,61	0,14 ± 0,05	3,64

Показатель общей минерализации в талых снеговых водах изменялся в интервале значений от 9,01 до 39,62 мг/дм<sup>3</sup>, что в целом соответствует фоновому уровню минерализации снеговых вод на территории ХМАО (< 50 мг/дм<sup>3</sup>), т. е. воды являются ультрапресными [1].

Исследования показали (рисунок 1), что основной долевым вклад в общую минерализацию снежного покрова для территории жилой зоны г. Сургута приходился на нитрат-ионы (26 %), гидрокарбонат-ионы (24 %) и хлорид-ионы (22 %), в то время как уровень содержания сульфат-ионов был значительно ниже (14 %). Отметим, что распределение вкладов основных ионов в минерализацию талых вод снежного покрова для фонового участка значительно отличалось от такового для селитебной зоны города. Так, например, преобладающим анионом в составе талых вод *условно фоновой территории* являлся гидрокарбонат-ион, его доля составляла 35 % в составе общей минерализации, что вполне показательно для фонового уровня снеговых вод территории ХМАО – Югры и их принадлежности к гидрокарбонатному классу [1]. Далее анализ показал, что относительный вклад хлорид-ионов в общую минерализацию снеговых вод *условно фонового участка* составлял 16 %, что также типично для снежного покрова таежной зоны ХМАО (от 17 до 30 % экв) [1]; однако доля содержания этих же ионов в общей минерализации осадков на территории селитебной зоны города уже составила 22 %.

Таким образом, в снежном покрове прослеживалось перераспределение основных ионов общей минерализации: *повышение* содержания нитрат-ионов и хлорид-ионов в снежных осадках в пределах селитебной зоны г. Сургута, что, очевиднее всего, является следствием техногенного влияния источников загрязнения и существенной величиной содержания оксидов азота в атмосферном воздухе (в подпороговых значениях предельно-допустимых концентраций). В условиях техногенных воздействий накопление легкорастворимых соединений (сульфатов, хлоридов, карбонатов) в снежном покрове осуществляется преимущественно за счет воздушного пути поступления. Увеличение содержания главных ионов коррелирует с траекториями переноса воздушных масс с южных сопредельных территорий, т. к. в рассматриваемый снежный сезон преобладали ветра южного и юго-западного направлений. Следовательно, на формирование состава снежного покрова преобладающее влияние оказывал перенос воздушных масс из районов, подверженных воздействию промышленных объектов Урала и юга Тюменской области [1].

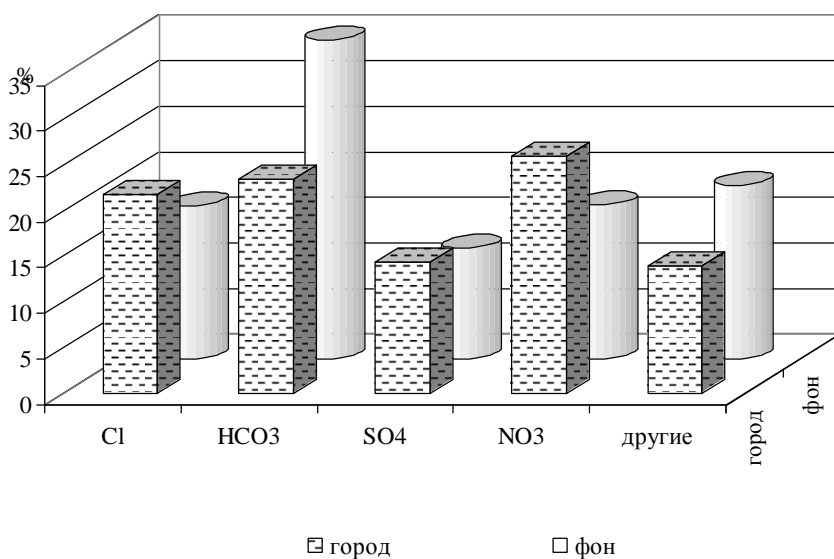


Рис. 1. Структура долевого вклада (%) основных ионов в общую минерализацию атмосферных осадков снежного сезона 2015–2016 гг. в сравнительном аспекте: селитебная зона г. Сургута и фоновый участок

Показатель кислотно-основных свойств снежного покрова (рН) является важной физико-химической характеристикой, которая позволяет судить о степени локального загрязнения атмосферы. Как и величина общей минерализации, показатель кислотно-основных характеристик снеговой воды является маркерным признаком для индикации техногенного влияния. Следует отметить, что в нашем случае на всей территории города отмечалось подщелачивание осадков в сравнении с условно фоновым участком. Вероятно, это обусловлено как влиянием щелочных выбросов на загрязнение окружающей среды города (золы городских котельных, твердых фракций сгоревшего топлива), так и неблагоприятными метеорологическими условиями. Диапазон показателя рН снежного покрова в пределах селитебной зоны г. Сургута изменялся в интервале значений  $6,44 \div 7,49$ .

Проведенный анализ взаимосвязи величины кислотно-основных характеристик снежного покрова (рН) от концентрации основных анионов позволил установить: корреляционная зависимость показателя рН талой снеговой воды ( $r$ ) с содержанием сульфат-ионов характеризовалась высокой положительной связью ( $r = 0,78$ ); между рН и концентрацией нитрат-ионов отмечалась слабая корреляционная зависимость,  $r = 0,19$ ; а между рН и содержанием хлорид-ионов имела место положительная корреляционная связь средней силы,  $r = 0,43$ . Изменение кислотности осадков происходит вблизи источников атмосферных эмиссий, однако влияние промышленных объектов на величину рН неоднозначно [1; 3–4].

Таким образом, содержание сульфат-иона и нитрат-иона в снежном покрове селитебной зоны г. Сургута в сравнении с фоном характеризовалось слабоповышенными значениями: в 1,3 и 1,4 раза; наибольшие значения коэффициентов кратности концентрирования ( $K_{\text{конц}}$ ) отмечались для гидрокарбонат- и хлорид-ионов: в 2,67 и 2,41 раза соответственно; в пределах г. Сургута количество взвешенных веществ в снеговой воде увеличивалось на несколько порядков (табл. 1). Как известно, нефтяное загрязнение является одной из наиболее актуальных экологических проблем ХМАО – Югры, а депонирующая роль снежного покрова в аккумуляции природных и техногенных потоков нефтяных углеводородов очевидна. В нашем случае содержание нефтяных углеводородов в снежном покрове жилой зоны г. Сургута более чем в 3,6 раза превышало показатели их содержания относительно осадков условного фона (табл. 1), однако характер распределения этих показателей был весьма неравномерным (рис. 2). Более половины проб (57,2 %) характеризовались содержанием углеводородов в интервале значений  $0,2-0,5$  мг/дм<sup>3</sup>, на долю низких концентраций (до  $0,2$  мг/дм<sup>3</sup>) приходилось 7,1 %, а на высокое содержание ( $0,9-1,6$ ) – 10,7 % проб снеговой воды.

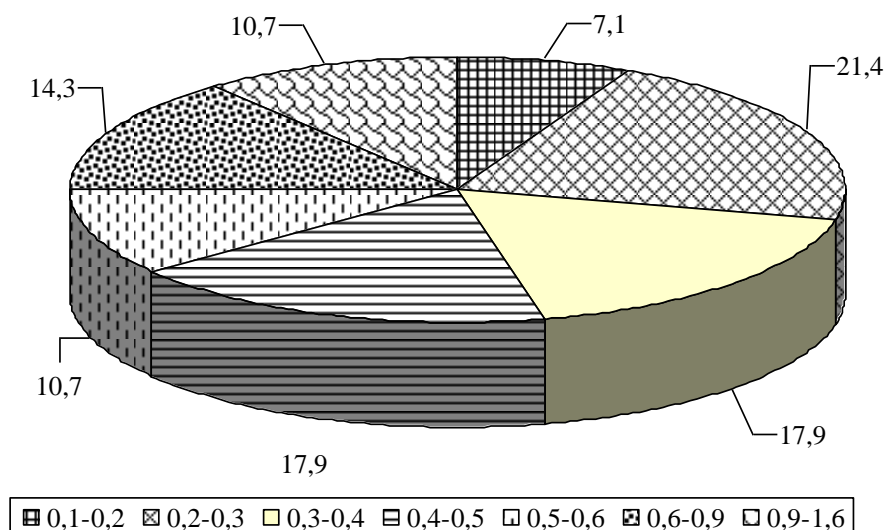


Рис. 2. Структура (%) распределения проб снеговых вод с различным содержанием нефтяных углеводородов

### **Выводы**

Снежный покров как на фоновом участке, так и на территории селитебной зоны г. Сургута характеризовался малой минерализацией (< 50 мг/л).

На всей территории города отмечена тенденция к подщелачиванию осадков в сравнении с фоном и перераспределение вклада основных ионов в общую минерализацию: *повышение* содержания нитрат-ионов и хлорид-ионов, что является следствием техногенного влияния источников загрязнения.

### **Литература**

1. Московченко Д. В., Бабушкин А. Г. Особенности формирования химического состава снеговых вод на территории Ханты-Мансийского автономного округа // Криосфера Земли. 2012. Т. XVI. № 1. С. 71–81.

2. Мухаметдинова Э. А. Кузнецова Э. А. Снежный покров как индикатор качества окружающей среды // Экологическая и промышленная безопасность в ХМАО – Югре : сб. науч. тр. / ред. Г. Н. Гребенюк и др. Нижневартовск : Изд-во Нижневарт. гуманит. ун-та, 2010. С. 87–95.

3. Русак С. Н., Соколов С. В., Кравченко И. В., Филимонова М. В. Пространственно-временные аспекты изменчивости и массопереноса снежного покрова на примере урбанизированной территории Севера : депонир. рукопись. 2012. № 275-в. 52 с.

4. Козин В. В., Кузнецова Э. А. Физико-географические факторы пространственно-временной изменчивости снежного покрова нефтегазопромыслового региона : моногр. Нижневартовск : Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2015. 151 с.

УДК 504.453.054.064.2(282.256.14):543.38

*Сваровская Л. И., Алтунина Л. К., Яценко И. Г., Ельчанинова Е. А.  
Svarovskaya L. I., Altunina L. K., YAschenko I. G., Elchaninova E. A.*

### **ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ МАЛЫХ РЕК НА ТЕРРИТОРИИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ СЕВЕРА СИБИРИ**

### **PROBLEM OF SMALL RIVERS POLLUTION ON TERRITORY OF OIL-PRODUCING COMPLEXES LOCATED IN THE NORTH OF SIBERIA**

На Советском, Майском и Фестивальном месторождениях Томской области исследованы нефтезагрязненные территории водосборных бассейнов малых рек, являющиеся источником загрязнения речной системы. В отобранных пробах почвы содержатся токсичные соединения: пирены, хризены и бензантрацены, что создает высокий риск для здоровья коренного населения и определяет значимость гидрохимических исследований. Суммарный годовой сток нефтепродуктов в речную систему при максимально возможном 1 %-м загрязнении площади водосбора может составить до 10,7 т/год.

*Ключевые слова:* загрязнение малых рек, водосборный бассейн, сток нефтепродуктов, здоровье человека.

**Введение.** Проживание человека в северных районах Сибири, где находятся основные нефтедобывающие предприятия, связано с напряжением адаптационных систем организма и выраженным риском для здоровья. Особое значение в сферах рационального природопользования, социальной политики и здоровья населения имеет влияние нефтяного загрязнения

на объекты окружающей среды, в том числе водные объекты. Поскольку здоровье человека формируется в результате сложного взаимодействия с природой и социальными условиями проживания, большое значение имеет качество воды [2]. Вода большинства малых рек на территории нефтедобывающих предприятий загрязнена нефтепродуктами [5]. Многочисленными исследованиями выявлена связь между показателями загрязнения речной воды и увеличением числа заболеваний среди местного населения, употребляющего речную воду в качестве питьевой. Большинство нефтепродуктов, попадая в организм человека вместе с водой, не оказывают прямого биологического эффекта и вначале подвергаются трансформации или метаболизму под действием ферментов и выводятся из организма. Но часто процесс трансформации загрязняющих веществ в организме человека включает целый ряд стадий, в результате которых образуются более токсичные и опасные метаболиты, поражающие внутренние органы [1].

При изучении влияния нефтяного загрязнения на состав поверхностных вод весьма информативен подход, при котором в качестве объекта исследования выступает территория водосборного бассейна реки. Процессы самоочищения в условиях открытой среды протекают за счет химических и микробиологических процессов. Способность почвенного биоценоза утилизировать почти все известные углеводороды нефтяного ряда осуществляется за счет оксигенной активности, которая определяет величину коэффициента окисленности углеводородов [3, 7].

Нами исследованы территории Советского, Майского и Фестивального месторождений Томской области, расположенных в пойме рек Оби и Васюган. Территории месторождений занимают почти половину площади исследуемых водосборных бассейнов. Горизонтальное перемещение нефтепродуктов (геохимическая миграция) в водные объекты происходит с поверхностным стоком во время паводков и таяния снега. В связи с этим представляется актуальным определение концентрации, площади нефтезагрязнения и расчет смыва нефтепродуктов в речную систему с территории водосборного бассейна.

Цель работы – применение наземных исследований, спутниковых данных и геоинформационных технологий для оценки техногенного влияния нефтедобывающих предприятий на экологию малых рек.

**Экспериментальная часть.** Объектами геохимических и микробиологических исследований служили образцы почвы, отобранные на нефтезагрязненных участках водосборного бассейна протоки Пасол (пойма р. Обь), на территории которого расположено Советское месторождение и водосборных бассейнов малых рек Ай-Кагал, Елизаровка (притоки р. Васюган), на территории которых расположены Майское и Фестивальное месторождения.

Концентрацию нефтезагрязнения образцов почвы определяли методом горячей экстракции нефтепродуктов хлороформом на аппарате Сокслета.

Функциональные группы экстрагированных нефтей анализировали методом спектрометрии на ИК-Фурье спектрометре Nikolet 5700 с Raman модулем (Thermo Electron, США). Для каждого образца почвы по данным ИК-спектрометрического анализа рассчитывали коэффициент окисленности, как критерий, характеризующий деструктивную активность почвенной микрофлоры. Актиномицеты, как и группа УОБ, используют углеводороды нефти как источник энергии и питания, активно участвуют в процессах самоочищения почв от нефтяного загрязнения.

Групповой и индивидуальный состав углеводородов загрязняющей нефти определяли методом газовой спектрометрии с использованием хромато-масс-спектрометра DFS фирмы «Thermo Scientific» (Германия). Индивидуальные соединения идентифицировали по масс-фрагментограммам в программе X-Calibur с использованием компьютерной библиотеки масс-спектров NIST-05.

В отобранных пробах почвы и воды общую численность углеводородокисляющих бактерий (УОБ) определяли методом посева на мясо-пептонный агар (МПА) с нанесенным на поверхность среды тонким слоем нефти, актиномицетов – на крахмало-аммиачный агар с применением метода предельных разведений.

С целью определения площади водосборных бассейнов малых рек Ай-Кагал, Елизаровка, протоки Пасол и нефтезагрязненных участков на труднодоступной, заболоченной территории водосборов использовали методы обработки и дешифрирования космических снимков [6]. Рассчитаны модуль и масса смыва нефтепродуктов с загрязненных участков водосборного бассейна в малые реки [4].

**Результаты и их обсуждение.** Применяя геоинформационные технологии, нами построена карта-схема территории Советского месторождения с указанием системы промышленных нефтепроводов и пунктов отбора проб почвы. Площадь водосборного бассейна протоки Пасол составляет 732 км<sup>2</sup>. Почти половину площади водосборного бассейна занимает территория Советского месторождения (рис. 1). Построена карта-схема водосборного бассейна р. Васюган, с относящимися к нему малыми реками Ай-Кагал и Елизаровка (рис. 2). Площадь водосборных бассейнов малых рек составляет 352 и 238 км<sup>2</sup> соответственно.

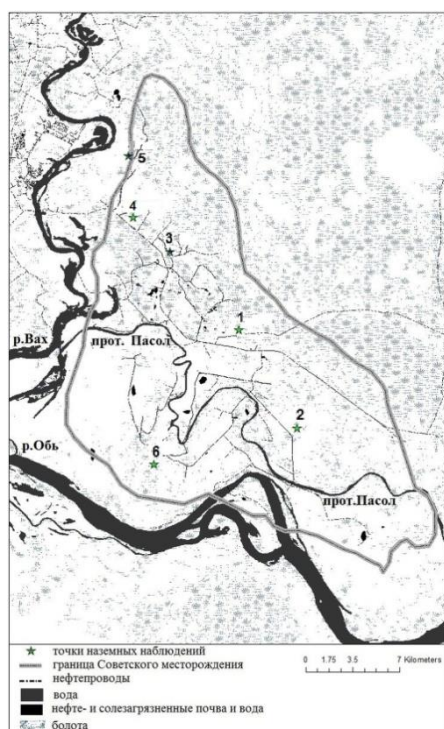


Рис. 1. Карта-схема территории Советского месторождения

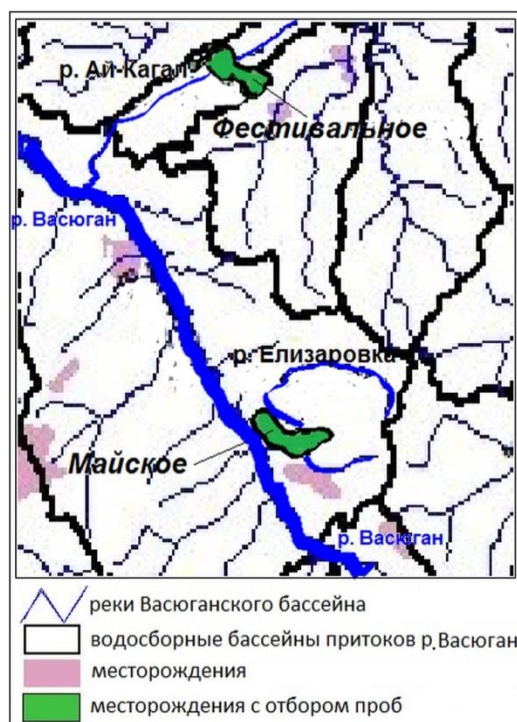


Рис. 2. Карта-схема водосборного бассейна реки Васюган

Нами определена зависимость численности микрофлоры в отобранных пробах почвы и рассчитанного коэффициента окисленности, характеризующего активность микробиологических процессов, от концентрации нефтезагрязнения. Эта зависимость показана на примере Советского месторождения (рис. 3).

Как следует из данных рисунка, численность исследуемых групп микроорганизмов в разных образцах загрязненной почвы определена в интервале от 3,7 до 0,5 млн КОЕ/г. Максимальная численность определена в пробе фоновой почвы (№ 6). В составе бактериального углеводородоксилирующего сообщества (УОБ) определены представители родов *Arthrobacter*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Flavobacterium* и *Pseudomonas*, широко распространенных в почве, воде, на растительных остатках и ризосфере, что и определяет их доминирование. Высокая концентрация загрязнения почвы (пробы № 1, 4) ингибирует численность и окислительную активность почвенного биоценоза. В результате процессы самоочищения почвы протекают медленно, в течение нескольких лет, что продлевает период стока углеводородов в реки.



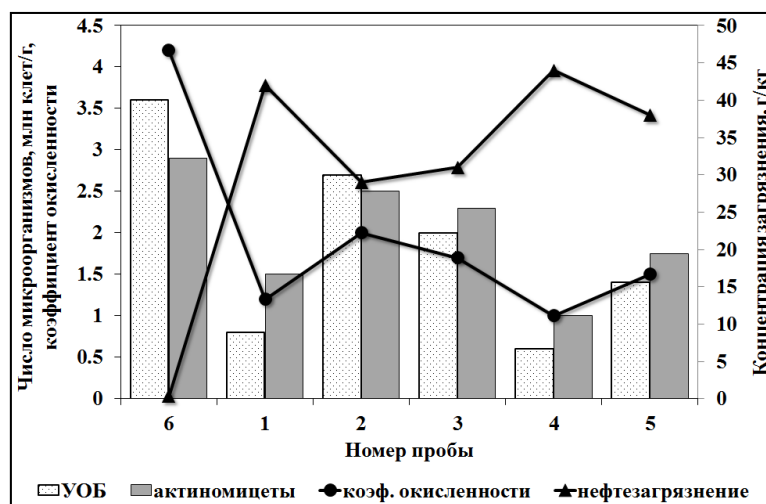


Рис. 3. Зависимость численности микроорганизмов и коэффициента окисленности углеводов от концентрации загрязнения почвы на территории Советского месторождения

Характер миграции нефти в различных геохимических ландшафтах зависит от многих факторов, что определяет многообразие их реального распределения в почвенном профиле. В летнее время при загрязнении пойменных болотистых участков разливы нефти концентрируются в поверхностном слое и почти полностью смываются в водотоки, образующиеся во время дождей. Концентрация нефтезагрязнения воды исследуемых малых рек в 3–6 раз превышает ПДК. Поэтому первым этапом, предотвращающим сток нефти в открытые водоемы, используемые для питьевых целей, является изоляция нефтезагрязненного участка. Второй этап включает рекультивационные мероприятия, направленные на очистку почвы от нефтезагрязнения. Экологически безопасными методами рекультивации являются микробиологические, разработанные на основе аборигенной микрофлоры или на основе интродукции в почву коммерческих биопрепаратов, содержащих активную углеводородокисляющую микрофлору. Обычно микробиологические методы сочетаются с фиторемедиацией (применение растений) и агротехническими мероприятиями (вспашка, рыхление, увлажнение, внесение подкормок), направленными на создание оптимальных условий жизнедеятельности микроорганизмов. Процесс восстановления нефтезагрязненных экосистем сложный и длительный.

Методом хроматомасс-спектрометрии проведен анализ нефтей, экстрагированных из образцов почвы, отобранных на территории водосбора протоки Пасол. В табл. 1 приведен состав углеводов нефти, включающей 3 гомологических ряда: n-алканы, нафтены и арены.

Таблица 1

Групповой состав углеводов нефти, экстрагированной из загрязненных образцов почвы на территории Советского месторождения

№ пробы	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	6-фон
	содержание УВ, мкг/г					
Алканы	7 408.7	4 061.0	4 452.9	12 174.8	6 733.3	802.4
Циклогексаны (нафтены)	1 039.7	668.3	888.4	1 685.5	878.3	192.5
Ароматические соединения:						
Алкилбензолы	311.8	189.5	264.8	495.4	336.4	51.2
Нафталины	329.4	158.7	159.1	441.7	258.5	25.5
Дибензотиофены	133.3	58.6	92.4	114.4	137.9	27.8
Фенантрены	298.8	128.0	179.6	240.2	238.1	56.3
Флуорантены и пирены	62.3	32.7	38.2	68.6	45.6	14.4
Бензантрацены и хризены	9.0	5.5	7.5	14.4	9.3	0.3
Сумма углеводов (УВ)	9 593.1	5 302.2	6 082.9	15 235.0	8 637.4	1 170.4

Из данных табл. 1 следует, что максимальное содержание во всех пробах приходится на алканы и нафтены. В группе ароматических углеводородов доминируют алкилбензолы, нафталины и фенантрены. В составе нефтей определены пирены, бензантрацены и хризены, оказывающие канцерогенное действие на организм человека.

Микробиологические исследования проб воды, отобранных в районе среднего течения р. Оби и поймы р. Васюган показали, что численность аэробной гетеротрофной микрофлоры составляет от 18 до 25 тыс. клет./дм<sup>3</sup>; проб донных отложений – 48–64 тыс. клет./дм<sup>3</sup>. Экологические возможности микробных сообществ по очистке загрязненных водных экосистем северных территорий весьма ограничены вследствие низкой численности биоценоза, короткого летнего периода и общего низкотемпературного режима, поэтому смыв нефти в малые реки представляет особую опасность, поскольку вода используется коренным населением в питьевых целях.

Данные полевых исследований и ГИС-технологий позволили рассчитать годовой и весенний смыв нефтепродуктов с загрязненной территории водосбора в реку (табл. 2).

Таблица 2

**Модуль ( $\mu$ ) и объем смыва нефтепродуктов (V) с загрязненной территории водосборного бассейна в протоку Пасол**

Бассейн реки	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Площадь нефтезагрязненных земель (fз)		а <sub>ф</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Модуль смыва нефтепродуктов ( $\mu$ ), мг/с·км <sup>2</sup>		Приближенный среднегодовой объем выноса нефти (V), т	
		км <sup>2</sup>	%		весна	год	весна	год
<i>Данные, рассчитанные для 1999 г.</i>								
п. Пасол	731,85	2,2	0,3	0,05	0,42	0,65	3,2	4,9
<i>Прогноз при максимально возможном нефтяном загрязн. (1 % от площади водосбора)</i>								
п. Пасол	731,85	7,3	1,0	0,05	0,9	1,4	7,0	10,7
<i>Данные, рассчитанные для 2012 г.</i>								
п. Пасол	731,85	1,5	0,2	0,05	0,3	0,5	1,4	3,1

Среднегодовой объем выноса нефтепродуктов в реку, рассчитанные для 1999 и 2012 гг., в зависимости от площади и концентрации загрязнения составляют 4,9 и 3,1 т соответственно. При моделировании аварийной ситуации на нефтепроводе максимально возможное загрязнение площади водосбора принято считать 1 % от всей территории водосбора реки. При этом, годовой модуль смыва может составить 1,4 мг/с км<sup>2</sup>, среднегодовой объем выноса нефти в реку – 10,7 т (табл. 2). То есть сток нефтепродуктов с территории водосбора в большей степени зависит от площади загрязнения.

**Заключение.** Как показали исследования, в условиях северных регионов высокая концентрация загрязнения почвы (29–44 г/кг) ингибирует численность и ферментативную активность почвенного биоценоза. Естественная рекультивация загрязненных почв северных районов, учитывая климатические условия, протекает медленно, и потребуются десятки лет для восстановления ее плодородия.

Результаты оценки экологического состояния малых рек Средней Оби и площади их водосборных бассейнов, относящихся к территории нефтедобывающих предприятий, показали, что основными загрязнителями речной системы является нефть и нефтепродукты, концентрация которых превышает ПДК в 3–6 раз.

ГИС-технологии и данные полевых исследований позволяют своевременно оценить масштаб загрязнения территории водосбора, определить концентрацию и состав загрязняющих веществ, численность микрофлоры в почве и воде и планировать рекультивационные мероприятия на труднодоступных заболоченных территориях нефтедобывающих предприятий.

Перемещение нефтепродуктов с поверхностным стоком в реки составляет значительные объемы, что ухудшает качество воды и, как следствие, обостряет социальные проблемы, связанные с неблагоприятными изменениями условий жизни и здоровья населения.



Работа выполнена при финансовой поддержке проекта НИР V.46.5.5, выполняемого в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований (ФНИ) государственных академий наук на 2013–2020 гг.

### Литература

1. Баранов В. С. Программа «Геном человека» как научная основа профилактической медицины // Вестн. РАМН. 2000. № 10. С. 27–37.
2. Москвиченко Д. В. Экогеохимия нефтедобывающих районов Западной Сибири. Новосибирск : ГЕО, 2013. 259 с.
3. Сваровская Л. И., Яценко И. Г., Алтунина Л. К. Электромагнитный спектр светового потока для оценки антропогенного загрязнения растительности на территории нефтедобывающих комплексов // Оптика атмосферы и океана. 2013. Т. 26. № 4. С. 332–335.
4. Хорошавин В. Ю. Прогноз формирования качества речных вод под влиянием расщепленных источников нефтепродуктов // Вестн. Тюмен. гос. ун-та. 2010. № 7. С. 153–161.
5. Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области / под ред. А. М. Адам. Томск : Дельтаплан, 2014. 194 с.
6. ArcHydro Tools. USA : ESRI, 2011. 184 с.
7. Delille D., Delille B., Pelletier E. Effectiveness of bioremediation of crude Oil contaminated subantarctic intertidal sediment: the microbial response // Microbial Ecology. 2002. V. 44. P. 118–126.

УДК 582.23/.27:581.553(282.256.149)

*Скоробогатова О. Н., Мингалимова А. И., Галимзянова С. Т.*  
*Skorobogatova O. N., Mingalimova A. I., Galimzyanova S. T.*

### ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДРОСЛЕЙ р. АГАН

### TAXONOMIC COMPOSITION OF ALGAE IN AGAN RIVER

В сентябре 2014 г. в ходе экспедиционных работ обследовано 3 участка верхнего течения р. Аган (Ханты-Мансийский автономный округ) в пределах 61°55'391" – 61°56'387" с. ш. и 076°471'004" 076°41'001" в. д. Целью исследования является оценка фонового состава водорослей верхнего течения р. Аган на основе информации об их таксономическом составе. Всего в 2014 г. обнаружено 167 водорослей, 85 родов, 50 семейств, 6 отделов: *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*) – 29, *Chrysophyta* – 4, *Bacillariophyta* – 46, *Euglenophyta* – 6, *Xanthophyta* – 1 и *Chlorophyta* – 81. Отмечено большое число семейств и родов с 1–3 таксонами рангом ниже рода.

*Ключевые слова:* альгоценоз, вид, региональность.

Проблема отчуждения природных территорий под урбанизированные районы становится все более явной в наше время. Исследования проблем воздействия нефтедобывающих предприятий на окружающую среду характеризуется неравномерностью их изученности в отношении факторов влияния промышленности на природные компоненты. Например, определены основные параметры влияния на атмосферу, существуют сведения, касающиеся оценки состояния растительности и животного мира, проводятся мелкомасштабные районирования потенциала устойчивости ландшафтных комплексов к нефтепромысловому воздействию. Наиболее всесторонне проанализированы отдельные проблемы, связанные с изменением геологической среды и водных объектов, почвенного покрова, процессов деградации

нефти в окружающей среде. Перечисленные задачи еще труднее решить в условиях трудной доступности для исследователей и проблемы накапливаются, обостряются.

К таким примерам относятся экосистемы регионов севера Западной Сибири. Зональным типом растительности на территории Среднего Приобья, в том числе Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО – Югры), являются леса. Природные ландшафты верховой р. Аган в сравнительно-историческом плане можно рассматривать как «эталонные», но в последние десятилетия регулярно подвергающиеся интенсивному воздействию нефтехимической промышленности.

Промышленное освоение ХМАО – Югры началось в 60-е годы прошлого столетия. Со временем, по мере освоения, научно-исследовательская деятельность в округе развивалась, но человеческое внимание было сосредоточено на добыче нефти и газа, поэтому на сегодняшний период существует множество пробелов в изучении определенных областей науки. К таковым относится альгология.

Актуальность данной работы связана с тем, что в настоящее время данных по составу микроводорослей бассейна р. Аган не обнаружено, хотя они являются важнейшими индикаторами состояния водоемов.

Целью исследования является оценка фонового состава водорослей р. Аган.

Река Аган является левым притоком реки Тромъеган, протекает в непосредственной близости впадения её в Обь (рис. 1).



Рис. 1. р. Аган

Длина реки 544 км, площадь бассейна 32 200 км<sup>2</sup>. Истоки Агана расположены на возвышенном болотистом водоразделе бассейна реки Пур и правых притоков Оби [2].

В первой декаде сентября 2014 г. было отобрано 22 пробы планктона, перифитона и бентоса на трех участках верхнего течения реки Аган: у пос. Ново-Аганск, в районе слияния 3-х Аганов и у стойбища Эндчури. Водоросли собраны во всех доступных местообитаниях: с водной пены, налетов с притопнувших деревьев и других водных предметов, слизистые пленки мхов и др.

Сбор проб водорослей и их подготовка к микроскопированию проводились методами, общепринятыми в альгологии [1; 5]. Одновременно у поверхности воды рондиковым термометром измерена температура воды, прозрачность – диском Секки, активная реакция воды – с помощью портативного рН-тестера марки рНs can WP2.

Определение водорослей проведено на фиксированном в 4%-ном растворе формалина материале. Все водоросли исследованы в световом микроскопе «NIKON200» (Carl Zeiss Jena) с кратным увеличением от 640 до 1 600. Для определения видовой принадлежности диатомей

проведена техническая обработка проб с целью удаления протопласта клеток с последующим изготовлением постоянных препаратов, затем панцири клеток заключены в среду (канадский бальзам) с высоким коэффициентом преломления света 1,68 [12].

При составлении таксономического списка водорослей реки Аган были использованы монографии, сводки и определители отечественных и зарубежных авторов.

В связи с номенклатурными преобразованиями и разработками по классификации таксонов пресноводных водорослей общий список выявленных водорослей реки Аган составлен в соответствии с системой, установленной на альгологическом сайте AlgaeBase [13]. Синонимы каждого таксона водорослей сведены, по возможности, в соответствии с таксономическими сводками, упомянутыми ниже, и электронной базой данных о водорослях AlgaeBase [13]. Для десмидиевых водорослей таксономия указана по сводке Г. М. Паламарь-Мордвинцевой [4].

При отборе проб температура воды в р. Аган колебалась в диапазоне 8–11 °С, pH 6.3–8.7, прозрачность 70.5–89.5 см по диску Секке. Цветность изменялась от желтоватой до цвета слабо заваренного чая.

В ходе работы выявлено 167 видов и внутривидовых таксонов из 6 фил (отделов), 11 классов, 50 семейств, 85 родов (табл. 1).

Таблица 1

**Систематический состав водорослей р. Аган  
(по числу видов, разновидностей и форм)**

Отдел	Число классов	Число семейств	Число родов	Число таксонов рангом ниже рода	Доля от общего числа водорослей, (%)
<i>Cyanophyta (Cyanobacteria)</i>	1	14	20	29	17.37
<i>Chrysophyta</i>	1	1	2	4	2.39
<i>Bacillariophyta</i>	3	16	23	46	27.55
<i>Euglenophyta</i>	1	3	4	6	3.59
<i>Xanthophyta</i>	1	1	1	1	0.60
<i>Chlorophyta</i>	4	15	35	81	48.50
<b>Всего</b>	<b>11</b>	<b>50</b>	<b>85</b>	<b>167</b>	<b>100</b>

Первые две позиции по разнообразию занимают *Chlorophyta* и *Bacillariophyta*, в сумме составляя более 2/3 из всех выявленных водорослей, или 127 видов и разновидностей (76.04 %). Показатели нетипично высокого видового разнообразия зеленых водорослей в осенний период, в условиях падения температуры воды, необъяснимы и требуют дополнительных исследований. Факт высокого разнообразия сине-зеленых водорослей осенью является ожидаемым явлением. Это связано с уникальной способностью сине-зеленых водорослей фиксировать из атмосферы не только углерод, но и молекулярный азот, что определяет их важную роль в создании органического вещества в почвах и водоемах. Крайне ограниченное значение в формировании альгоценоза верхнего течения р. Аган имеют золотистые и желто-зеленые водоросли.

В сложении альгоценоза р. Аган участвовали 11 классов. Из них по разнообразию резко выделяются 4 самых крупных, в которых находится 141 таксон рангом ниже рода, с долевым участием 84.44 % от списочного состава (табл. 2).

Лидирующую позицию занимают водоросли *Chlorophyceae* из отдела зеленых. В составе этого класса более 1/3 части всех выявленных водорослей.

Значительную роль в осеннем альгологическом сообществе р. Аган имеют *Bacillariophyceae* из отдела диатомовых и *Cyanophyceae* из сине-зеленых, что является ожидаемым фактом. Типичными представителями водоемов Среднего Приобья, в связи с их подкислением природного характера, являются *Conjugatophyceae* [9]. В этом классе водоросли р. Аган

составляют 1/9 часть всего списочного состава. Остальные 7 классов имеют бедный состав: представлены от 1 до 8 таксонов рангом ниже рода, составляя в сумме всего 26 видов, разновидностей и форм или 15.56 %.

Таблица 2

**Спектр выявленных классов водорослей р. Аган**

Ранг	Класс	Число видов (таксонов ниже рода)	Доля от всех выявленных водорослей (%)	Число семейств	Число родов
1	<i>Chlorophyceae</i>	60	35.93	11	26
2	<i>Bacillariophyceae</i>	33	19.76	11	15
3	<i>Cyanophyceae</i>	29	17.37	14	20
4	<i>Conjugatophyceae</i>	19	11.38	2	7
5	<i>Fragilariaceae</i>	8	4.79	2	5
6	<i>Euglenophyceae</i>	6	3.59	3	4
7	<i>Coscinodiscophyceae</i>	5	2.99	3	3
8	<i>Chrysophyceae</i>	4	2.39	1	2
9–11	<i>Xanthophyceae</i>	1	0.60	1	1
9–11	<i>Trebouxiophyceae</i>	1	0.60	1	1
9–11	<i>Ulotrichophyceae</i>	1	0.60	1	1
<b>Всего</b>		<b>167</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>85</b>

Важную информацию о таксономическом составе имеет также информация о составе семейств и родов исследуемых альгоценозов. В нашем исследовании первую пятерку семейств микрофитов р. Аган формируют 66 таксонов рангом ниже рода, в составе которых число водорослей варьируется от 8 до 25 (табл. 3).

Таблица 3

**Крупнейшие семейства водорослей верхнего течения р. Аган  
(по числу видов и внутривидовых таксонов)**

Ранг	Семейство	Число таксонов рангом ниже рода	Число родов	Доля от всех выявленных водорослей (%)
1	<i>Scenedesmaceae</i>	25	5	14,97
2	<i>Hydrodictyaceae</i>	12	7	7,19
3	<i>Desmidiaceae</i>	11	6	6,59
4	<i>Eunotiaceae</i>	10	1	5,99
5	<i>Closteriaceae</i>	8	1	4,79
<b>Всего</b>	<b>5</b>	<b>66</b>	<b>21</b>	<b>39,53%</b>

Общее число водорослей в списке ведущих семейств менее 1/3 всех выявленных. Из них львиную долю составляют водоросли семейств, относящихся к отделу зеленых. Так, *Scenedesmaceae*, *Hydrodictyaceae*, *Desmidiaceae* и *Closteriaceae* включают 56 видов и разновидностей или 84.85 % водорослей крупнейших семейств.

Богатое содержание микрофитов в перечисленных семействах отмечено в фитопланктоне р. Вах (правосторонний приток Оби) [9, с. 5; 11, с. 5; 8], в р. Сороминская [10], в бассейне Северная Сосьва (левосторонний приток Оби) [7, с. 102–103]. Следует отметить, что пробы по Северной Сосьве отбирались тоже в осенний период, но в конце сентября – начале октября 2010 г., т. е. в конце вегетационного периода.

Региональные особенности р. Аган подчеркиваются обширным составом семейств *Desmidiaceae* и *Closteriaceae*, в которые входят 19 видов и разновидностей или 11.38 % общего списка выявленных водорослей.

Так, в р. Вах виды *Closteriaceae* встречаются, как правило, с первой декады июня по первую – вторую декаду октября. Температурный диапазон развития представителей данно-

го семейства в р. Вах лежит в пределах от 7 до 22 °С, в интервале активной реакции от 6,1 до 7,2 при прозрачности воды от 20 до 35 см [6].

В семейственном спектре выявлено 18 одновидовых, 16 двувидовых, 1 семейство с 3 видами, в остальных 10 семействах найдено от 4 до 7 водорослей.

Родовой спектр водорослей верхнего течения р. Аган включает 85 родов. В первую пятерку по ранжированию входят 43 таксона рангом ниже рода (табл. 4).

Наиболее богатое видовое разнообразие обнаружено у родов *Eunotia*, *Desmodesmus* и *Closterium*, которое подчеркивает региональные особенности альгоценозов заболоченных территорий ХМАО – Югры. Их доля в ведущем списке родов составляет более половины состава лидирующей пятерки родов (65.12 %).

Таблица 4

**Крупнейшие роды водорослей верхнего течения р. Аган  
(по числу таксонов рангом ниже рода)**

Ранг	Род	Число таксонов рангом ниже рода	Доля от всех выявленных водорослей (%)
1–3	<i>Eunotia</i>	10	5,99
1–3	<i>Scenedesmus</i>	10	5,99
1–3	<i>Desmodesmus</i>	10	5,99
4	<i>Closterium</i>	8	4,79
5	<i>Monoraphidium</i>	5	2,99
<b>Всего</b>	<b>5</b>	<b>43</b>	<b>25,75</b>

Характерная черта рек таежной зоны Западной Сибири – обилие видов рода *Eunotia*. Так, в притоках Иртыша Демьянке и Конде отмечено 8 и 22 таксона соответственно, в притоке Оби р. Тым выявлено 16 таксонов, а в притоке Большого Сабуна реке Сей-Кор-Ёган, в р. Вах – 34, в том числе в его верхнем течении 22 таксона рангом ниже рода [3]. Представители рода *Scenedesmus* чаще регистрируются в водах с наличием органики. Род *Monoraphidium* включен в список лидирующих родов по принципу первой пятерки в списке родов.

В спектре родов выявлено 52 рода с одним видом в составе, 16 с 2 видами, 6 родов с 3 и 3 рода с 4 видами.

При анализе участия водорослей в структуре микрофитов р. Аган по признаку местонахождения отмечено, что наибольшее их разнообразие найдено в соскобах, взятых с кочек, приотпнувшей древесины. В перечисленных экологических нишах представлены практически все отделы водорослей со значительным преобладанием зеленых и диатомовых (табл. 5).

Таблица 5

**Участие отделов водорослей в структуре экологических групп р. Аган  
по местообитанию (по числу видовых и внутривидовых таксонов)**

Отдел/местонахождение	Число таксонов рангом ниже рода			
	Фитопланктон	Бентос	Соскобы	Всего
Сине-зеленые	5	15	21	29
Золотистые	0	3	2	4
Диатомовые	29	34	34	46
Эвгленовые	0	5	2	6
Желто-зеленые	1	1	0	1
Зеленые	22	43	47	81
<b>Всего</b>	<b>57</b>	<b>101</b>	<b>106</b>	<b>167</b>

В сборах фитопланктона обнаружено всего 57 видовых и внутривидовых таксонов, представленные четырьмя отделами, основу которых составляют диатомовые и зеленые водоросли.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

В первой декаде сентября 2014 г. в верхнем течении р. Аган выявлено 167 микроскопических водорослей из 6 отделов, 11 классов, 50 семейств, 85 родов.

Наиболее богатый состав обнаружен в отделе зеленых водорослей. Разнообразие диатомовых водорослей уступает почти по всем параметрам зеленым, исключением является состав фитопланктона.

Водоросли *Desmidiaceae*, *Eunotiaceae*, *Closteriaceae* и рода *Pinnularia*, в которых находится 31 таксон рангом ниже рода или 17.96 % списочного состава, подчеркивают региональные особенности альгоценозов заболоченной поймы р. Аган.

В исследуемой реке четко просматривается концентрация водорослей в сравнительно небольшом числе родов и семейств, что определяет представление об их аллохтонном развитии.

*Исследования проведены в рамках экспедиции, организованной администрацией музейно-этнографического и экологического природного парка «Югра» (Нижневартовский район, ХМАО – Югра).*

## Литература

1. Водоросли : справочник / под ред. С. П. Вассера. Киев, 1989. 608 с.
2. Лёзин В. А. Реки Ханты-Мансийского автономного округа : справоч. пособие. Тюмень, 1999. 160 с.
3. Науменко Ю. В., Скоробогатова О. Н. Виды рода *Eunotia* Ehr. в фитопланктоне реки Вах (Западная Сибирь) // *Turczaninowia*. 2009. Т. 12. Вып. 1–2. С. 65–70.
4. Паламарь-Мордвинцева Г. М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 11 (2). Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые. Л. : Наука, 1982. 620 с.
5. Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство. М. : Университет и школа, 2003. 157 с.
6. Скоробогатова О. Н., Науменко Ю. В. Род *Closterium* Ehr. в фитопланктоне р. Вах (Западная Сибирь) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии : материалы VIII междунар. науч.-практ. конф. 2009. г. Барнаул, 2009. С. 103–105.
7. Скоробогатова О. Н. Альгологическая оценка качества поверхностных вод бассейна реки Северная Сосьва // Комплексная оценка состояния водных объектов и водно-ресурсного потенциала в бассейне реки Северная Сосьва / под ред. В. В. Козина, Е. А. Коркиной. Нижневартовск, 2013. С. 93–117.
8. Скоробогатова О. Н. Водоросли семейства *Hydrodictyaceae* планктона реки Вах // В мире научных открытий. 2015. № 21 (62). С. 720–732.
9. Скоробогатова О. Н. Фитопланктон реки Вах (Западная Сибирь) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2010. 16 с.
10. Скоробогатова О. Н., Задорожная С. В. Таксономический состав водорослей устьевого участка реки Сороминская (ХМАО – Югра) осенью 2012 года : материалы II всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 10-летию создания кафедры ботаники и экологии растений и кафедры микробиологии СурГУ. 29 мая 2015 г. Сургут : ИЦ СурГУ, 2015. С. 98–99.
11. Скоробогатова О. Н., Науменко Ю. В., Федорова В. М., Семочкина М. А. Результаты исследований зеленых водорослей рода *Scenedesmus* Meyen в планктоне реки Вах // Вестн. НВГУ. Сер.: Математические и естественные науки. 2015. № 1. С. 3–14.
12. Эльяшев А. А. О простом способе приготовления высокопреломляющей среды для диатомового анализа : сб. ст. по палеонтологии и биостратиграфии. 1957. Вып. 4. С. 123–137.
13. Guiry M. D., Guiry G. M. *AlgaeBase*. В мире электронных публикаций. Национальный университет Ирландии. Голуэй. URL: <http://www.algaebase.org>; (дата обращения 03.03.2016).

УДК 582.711.11: 581.5:581.9 (571.122)

**Турбина И. Н., Лытонина А. В.**  
*Turbina I. N., Lytonina A. V.*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТРОДУКЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ  
*BERGENIA CRASSIFOLIA* FRITSCH. В КУЛЬТУРЕ СЕВЕРНЫХ УРБОЭКОСИСТЕМ**

**RESEARCH OF INTRODUCTIVE ABILITIES OF *BERGENIA CRASSIFOLIA*  
FRITSCH IN NORTHERN URBAN ECOSYSTEMS CULTURE**

Статья посвящена изучению особенности роста и развития бадана толстолистного в культуре открытого грунта северных урбоэкоцистем. Определена всхожесть и энергия прорастания семян местной репродукции. Рассмотрена динамика содержания фотосинтетических пигментов хлоропластов в зеленых листьях бадана на разных этапах сезонного развития.

*Ключевые слова:* бадан толстолистный, интродукция растений, адаптация.

Бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia* Fritsch.) – многолетнее травянистое растение семейства камнеломковые (*Saxifragaceae*). Высотой 20–50 см с ползучим мясистым, сильно разветвленным корневищем длиной до 1,5–3 м, толщиной от 0,5 до 4 см. Корневище сверху темно-коричневое, с многочисленными следами прикрепления розеточных листьев, на изломе светло-розовое, быстро темнеющее на воздухе, с многочисленными небольшими придаточными корнями. Укороченный надземный побег имеет на верхушке розетку цельных, кожистых, зимующих листьев, с закругленным, сердцевидным основанием, длиной около 10–20 см, шириной 9–17 см, длиннее черешка. На их нижней стороне отчетливо видны точечные железки. Зеленые листья остаются в течение нескольких вегетационных периодов по два-три года. Поскольку бадан развивается несколько лет, то на одном растении находятся зеленые листья, красные – листья третьего-четвертого года, бурые – листья четвертого-пятого года. Стебель безлистный розовато-красный, несущий крупное, раскидистое, метельчатое соцветие. Цветки колокольчатые, лилово-розовые, раздельнолепестные, чашечка пятилистная, тычинок 10, завязь полунижняя с 2–3 столбиками [4; 8; 11]. Бадан толстолистный относится к экологической группе растений мезопетрофитов. Растет в лесном субальпийском и альпийском поясах на высоте от 300 до 2000 м над уровнем моря. Приурочен к хорошо дренированным каменистым почвам, крупноглыбовым осыпям и россыпям, скалам и древним моренам. Чаще всего растет по склонам северных и северо-восточных экспозиций, встречается в редких лесах по падам и долинам рек. Наиболее широко распространен и обильен в темнохвойных лесах (кедровых, пихтово-кедровых и лиственнично-кедровых) верхней половины лесного пояса, особенно близ границы леса, в так называемых бадановых типах леса. Нередко в этих условиях он образует сплошные заросли с обилием, преимущественно по склонам, теневых экспозиций [1; 9].

Интродукционные исследования проводили в условиях Сургута, который расположен в средне-таежной зоне Западно-Сибирской равнины, характеризующейся резко континентальным климатом, с холодной продолжительной зимой и теплым коротким летом. По обеспечению влагой район находится в области достаточного увлажнения. Находясь на севере Азии, территория испытывает влияние влажных воздушных масс с Северного Ледовитого океана, поэтому зима относительно сухая и морозная. В летний период доминируют северные ветра, однако в ясную погоду воздушные массы успевают прогреваться [3]. В работе использован один вид рода *Bergenia*. Посадочный материал был получен осенью 2009 г. из Полярно-альпийского ботанического сада, института имени Н. А. Аврорина.

**Цель работы** – изучение адаптационных возможностей бадана толстолистного в условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

**Задачи:** изучить особенности роста и развития бадана толстолистного в условиях открытого грунта; определить всхожесть и энергию прорастания семян местной репродукции; сравнить содержание фотосинтетических пигментов (хлорофиллы «а» и «б», каротиноиды) у бадана толстолистного в период вегетации в фазах: бутонизация, цветение, плодоношение, вегетация.

**Методы и методики исследования.** Проводили анализ фенофаз с подсчетом количества дней от всходов до начала цветения, длительности цветения и роста [6]. Биометрические замеры (высота растения; число цветков в соцветии; длина, ширина и число листьев) проводили у 10 растений.

Оценка проростков семян выполнена по методике П. Веллингтона [2]. Всхожесть и энергию прорастания семян определяли по методике М. С. Зориной и С. П. Кабанова [5]. Для холодной стратификации выдерживали семена в течение шести месяцев в холодильнике при температуре 5–7 °С: 1 – во влажном стерильном песке; 2 – в чашках Петри, не допуская подсыхания и переувлажнения песка. При оценке проростков работа проводилась в научном центре экологии природных комплексов НИИ экологии Севера СурГУ на комплексе для ввода и анализа изображений (световой микроскоп Альтами СПМ 0880 с 4-360 кратным увеличением, цифровой видеоокуляр UCМOS 5100 КРА) и морфометрического программного обеспечения Score Photo.

Исследование содержания пигментов и тяжелых металлов проводили в научной лаборатории биохимии и комплексного мониторинга загрязнения окружающей среды НИИ экологии Севера.

Содержание фотосинтетических пигментов определяли в 3-кратной биологической повторности на спектрофотометре СФ-56 по методике А. Т. Мокроносова [7]. Наличие пигментов рассчитывали в мг/г сухого вещества. Объекты исследования – зеленые листья бадана толстолистного, срезанные с растений в разные фенофазы сезонного развития (бутонизация, цветение, плодоношение, вегетация).

**Результаты и их обсуждение.** Биологической особенностью бадана толстолистного является его раннее цветение, которое наступает во второй декаде мая. После этого во второй половине сезона при благоприятных погодных условиях наступает второе цветение. Продолжительность периода от начала весенней вегетации до начала цветения составляет в среднем 14–16 дней, а от бутонизации до цветения соответственно 8–10 дней (рис. 1).



Рис. 1. Фенофазы развития *Bergenia crassifolia* Fritsch. в условиях Сургута за 2015 г.

Цветение наступает при сумме температур 114,7°С, продолжительность цветения составляет 25–28 дней, при сумме положительных температур 399,6 °С, со среднесуточной температурой 14,8 °С и сумме осадков 66,3 мм. Отмечено массовое раскрытие цветков в сухую и солнечную погоду, а в дождливые и пасмурные дни кривая цветения снижается. Порядок раскрывания цветков в соцветиях базипетальный. Число цветков зависит от числа боковых осей в соцветии и составляет в среднем  $32,0 \pm 4,5$  шт. (табл. 1). Вторая половина сезона характеризуется дождливыми и прохладными погодными условиями, со среднемесячной



температурой в августе 12,5 °С и суммой осадков 75,3 мм. В конце августа наблюдали вторичное цветение только у единичных зрелых генеративных особей, у молодых генеративных цветение отмечено не было. Высота растения – один из признаков, который учитывается при групповых посадках в декоративном цветоводстве. Этот показатель составлял в среднем  $30,4 \pm 1,1$  см.

Таблица 1

**Средние биометрические показатели вегетативных и генеративных органов и характеристика продолжительности цветения *Bergenia crassifolia* Fritsch. в Сургуте**

Высота, см	Лист			Длина цветочной стрелки, см	Число цветков на один генеративный побег, шт.	Число дней
	число, шт.	длина, см	ширина, см			1
$30,4 \pm 1,1$	$10,3 \pm 1,4$	$16,1 \pm 0,3$	$12,4 \pm 0,3$	$58,5 \pm 3,6$	$32,0 \pm 4,5$	25–28

Примечание: 1 – продолжительность цветения.

Семена начинают завязываться в начале первой декады июня (08.06). Созревание плодов начинается в нижней части соцветия и происходит неравномерно. На одном соцветии наблюдали одновременно образование коробочек и цветение. В начале июля (07.07) созревшие семена начинают осыпаться, значительная их часть так и остается на метелке. Для определения всхожести семян был заложен опыт в лабораторных условиях. Для анализа три пробы семян по 25 шт. помещали на влажную фильтровальную бумагу в чашки Петри. Семена неоднородные, с неровными краями, шероховатые, буро-коричневого цвета. Средняя масса 1 000 шт. семян составляет 0.19 гр. Длина семян 0,2, ширина 0,05–0,07 см (см. рис. 1). Проращивание проводили при комнатной температуре (20,1–21,3 °С) в период с 19.01 по 28.01. Проросшие семена учитывали ежедневно в течение всего периода прорастания. Начало прорастания наблюдали на 7 день, дружность прорастания которого составляла 48 %. Отмечено, что семена бадана характеризуются однородностью по прорастанию и высокой лабораторной всхожестью, которая составляет 76 %. Исследования концентрации фотосинтетических пигментов в зеленых листьях бадана проводили в период наиболее активного метаболизма растений, с мая по июль включительно [10]. Содержание зеленых пигментов варьировалось в течение вегетационного периода в диапазоне от 0,58 до 0,69 мг/г с максимумом накопления в летние месяцы (табл. 2). На протяжении вегетационного периода отмечено постепенное усиление доли хлорофилла «а», уровень которого в 1,5–3,0 раза превысил таковой хлорофилла «б», о чем свидетельствовало соответствующее изменение соотношения этих групп зеленых пигментов в период наблюдений. Для хлорофилла «б» было характерно увеличение накопления в первой половине сезона, сменившееся незначительным снижением к концу вегетации. Содержание желтых пластидных пигментов на протяжении всего периода наблюдений значительно уступало уровню хлорофиллов. Так, в период вегетации отмечается максимальное значение доли каротиноидов равное 0,39 мг/г.

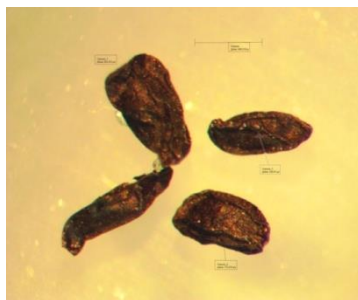


Рис. 2. Семена *Bergenia crassifolia*

Таблица 2

**Содержание пигментов хлоропластов в листьях *Bergenia crassifolia* Fritsch.  
на разных этапах сезонного развития, мг/г**

Дата отбора проб	Фаза развития	Хлорофиллы				Каротиноиды
		<i>a</i>	<i>б</i>	<i>a + б</i>	<i>a/б</i>	
14.05	бутонизация	0,42	0,16	0,58	2,63	0,11
25.05	цветение	0,44	0,16	0,60	2,75	0,11
10.06	плодоношение	0,52	0,17	0,69	3,06	0,14
13.07	вегетация	0,55	0,14	0,69	3,93	0,39

Таким образом, содержание фотосинтетических пигментов в зеленых листьях бадана толстолистного на протяжении всего периода наблюдений варьировалось с максимумом накопления в период вегетации.

**Выводы:**

1. Цветение *Bergenia crassifolia* Fritsch. наступало во второй декаде мая при сумме положительных температур 114,7°C. Продолжительность весенне-летней вегетации составляла 120–130 дней.

2. Семена *Bergenia crassifolia* Fritsch. характеризуются однородностью по прорастанию и высокой лабораторной всхожестью, которая составляет 76 %. Высокая всхожесть семян и энергия прорастания отмечены при предпосевной холодной стратификации в течение 5–6 месяцев.

3. Содержание зеленых пигментов в листьях варьировалось в течение вегетационного периода в диапазоне от 0,58 до 0,69 мг/г с максимумом накопления в фазы плодоношения и вегетации при минимуме в период бутонизации.

4. Желтые пластидные пигменты на протяжении всего периода наблюдений уступали в 5–8 раз количеству хлорофиллов, с максимальным значением 0,39 мг/г в период вегетации.

**Литература**

1. Алкжина Л. С. Флавоноидоносные и танидоносные растения Казахстана. Алма-Ата, 1977. 152 с.
2. Веллингтон П. Методика оценки проростков семян. М., 1973. 167 с.
3. Винкевич Г. А. Климат Среднего Приобья. Природа и экономика Среднего Приобья. Тюмень, 1978. С. 32–54.
4. Гаммерман А. Ф., Гром И. И. Дикорастущие лекарственные растения СССР. М. : Медицина, 1976. С. 104–106.
5. Зорина М. С., Кабанов С. П. Определение семенной продуктивности и качества семян интродуцентов // Методики интродукционных исследований в Казахстане. Алма-Ата, 1987. С. 75–85.
6. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Совет ботан. садов СССР. М. : ГБС АН ССР, 1975. 27 с.
7. Мокроносов А. Т. Малый практикум по физиологии растений : учеб. пособие для вузов ; изд. 9-е перераб. и доп. М. : Изд-во МГУ, 1994. 184 с.
8. Первухин Ф. С. Дубильные растения и введение их в культуру. Новосибирск, 1963. 137 с.
9. Растительные ресурсы СССР. Л. : Наука, 1991. Т. 6. 200 с.
10. Турбина И. Н., Мантрова М. В., Вдовкин Р. С. Содержание фотосинтетических пигментов у бадана толстолистного при интродукции в условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов : материалы IV междунар. конф. Кемерово, 2015. С. 57–59.
11. Чиков П. С. Лекарственные растения : справочник ; 2-е изд. перераб. и доп. М. : Агропромиздат, 1989. С. 58–59.

УДК 504.53.054.062.4:622.3(571.122)

**Фахрутдинов А. И., Ямпольская Т. Д.  
Fakhrutdinov A. I., Yampolskaya T. D.**

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ХМАО: ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

### **ANTHROPOGENICALLY DISRUPTED KHMAO-UGRA AREAS RECOVERY: HISTORY AND PERSPECTIVES**

Представлен обзор основных этапов проведения исследований по оценке состояния ряда нарушенных почвенных систем округа. Проанализированы подходы по решению задач биологической рекультивации нефтезагрязненных почв с использованием микробных препаратов. Объективно оценены достигнутые результаты, на основе которых обозначены перспективные направления дальнейших исследований.

*Ключевые слова: нефтяное загрязнение почвы, рекультивация, микробные препараты.*

Важнейшим элементом социальной и экономической деятельности человека является оценка возможных изменений в окружающей среде в результате его хозяйственной деятельности. Неумение, невозможности и нежелание учитывать подобные изменения приводят, как правило, к крупным природным катастрофам. Не является исключением состояние территорий ХМАО в результате невиданного доселе широкомасштабного освоения природных ресурсов округа.

Общеизвестным фактом является то, что в 60–70-е гг. прошлого столетия, т. е. на момент освоения местных недр, ведущим являлось решение экономических и государственных вопросов. Социальные, и тем более экологические проблемы поднимались слабо или совсем не рассматривались. К середине 80-х гг. уровень антропогенного изменения территорий ХМАО достиг весьма значимых размеров, что вынудило местные власти и крупные нефтедобывающие компании обратить внимание на снижение антропогенной нагрузки и ликвидацию уже имеющихся последствий. Необходимо отметить, что к началу 90-х гг. около 80 % территорий ХМАО были подвержены в той или иной степени углеводородному загрязнению. Средний уровень загрязнения на участках составлял 10–15 %. Особенно выделялось Самотлорское месторождение, где уровень достигал 90–95 % на глубину до 3 м почвенной толщи.

Естественно, что омертвление почвенного покрова в результате такого загрязнения вызвало глубочайшие нарушения во всей экосистеме Западной Сибири.

Первые попытки найти механизмы биологического восстановления экосистем делали ученые Томского, Омского и Башкирского университетов. Ими были представлены технологии и препараты к ним, способные снижать уровень данного поллютанта в почвах и водоемах. Однако несовершенство технологий, биохимическая слабость представленных препаратов в сочетании с низкой культурой применения в нефтегазовом комплексе не давали ощутимых результатов. На практике происходил следующий казус: нефтяники рассыпали препарат и ждали чуда, что почва очистится от разлитой нефти. А чуда не происходило.

С момента организации биологического направления, а затем и биологического факультета в СурГУ вопросы рекультивации и восстановления экосистем от нефтяного загрязнения стали одними из ведущих в научно-исследовательском секторе факультета. Возглавил данное направление профессор В. Г. Алехин. Так был заложен первый научный этап разработки стратегии и восстановления различных экосистем от нефтяного загрязнения на территории Западной Сибири. На этом этапе за основу были взяты имеющиеся микробные препа-

раты, например «Нафтокс», и предложена технология применения в непростых северных условиях. Были проведены лабораторные и промышленные испытания препаратов совместно с компаниями «Газпром», «Трансгаз», «СНГ», когда восстановлению подвергались территории с исходным уровнем загрязнения около 60 % и эффективностью снижения уровня поллютанта на 50 % за 2 недели. На тот момент это был наиболее высокий показатель [1–3].

Второй этап исследований по данному направлению начался с создания собственных коллекций углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ) и препаратов на их основе. При этом пристальное внимание уделялось консорциумам микроорганизмов, благодаря которым появлялась возможность вернуть нарушенные территории к изначально природному состоянию или близкому к нему. На данный момент в коллекции находится около сотни активных изолятов УОМ, пять из которых депонированы во Всероссийской коллекции микроорганизмов (ВКМ) и являются базовыми для проведения научно-исследовательских работ. Эти микроорганизмы и препараты на их основе неоднократно подвергались испытаниям с эффективностью применения более 60 % или полным возвратом к естественному состоянию [4–5].

При проведении полевых испытаний было обнаружено, что в разных почвенно-климатических разностях поведение поллютантов и микробных препаратов неоднозначно. Это вызвало необходимость оценить разные почвенные экосистемы. С этого начинается 3-й этап изучения процессов восстановления нарушенных территорий ХМАО. С 2008 г. начались исследования динамики микробной и биохимической активности с определением 12 мониторинговых точек, включающих естественные и нарушенные участки с почвами минерального и гидроморфного характера с углеводородным загрязнением различного возраста, уровня загрязнения от 2 до 30 % и характера поллютанта: от газового конденсата до шламовых амбаров [6–7].

На данных мониторинговых точках проводили исследования с применением химической и биологической провокации с внесением углеводов и высевом бобово-злаковой смеси. В результате исследований выявлена высокая потенциальная способность как нарушенных, так и ненарушенных почв к самовосстановлению от поступающего поллютанта [8].

Совершенствование материально-технической базы и повышение уровня методологического обеспечения позволило обратить внимание и на другие нарушенные территории, например пирогенные почвы и почвы под лесными вырубками, где выявлено стремление почвенных и лесных экосистем к контрольным показателям благодаря процессу самовосстановления [9–10].

Заслуживающим внимания является направление с использованием химико-биологических и синтетических компонентов, позволяющих оптимизировать технологии восстановления, например, применение криогеля. В течение последних двух лет на кафедре микробиологии проводятся лабораторные и полевые исследования на основе криогеля, позволивших выявить степень деструкции углеводов, приближающиеся к 90 % по эффективности в лабораторных опытах. В полевых испытаниях это позволило бы осуществить временной сдвиг с лета на осень для проведения рекультивационных мероприятий [11–12].

Основываясь на вышесказанном, определяются два основных перспективных направления исследований: создание на основе психрофильных микробных препаратов высокоэффективных технологий восстановления почв и водоемов с применением различных новых материалов и генно-плазмидных технологий; использование накопившегося научного потенциала для успешного освоения территорий арктического Севера.

## **Литература**

1. Алехин В. Г., Малышкина Л. А., Фахрутдинов А. И. Использование биоремедиации при рекультивации шламовых амбаров // Наука и инновации Ханты-Мансийского автономного округа : сб. тез. докл. III окруж. конф. молодых ученых ХМАО. 29–30 ноября 2002 г. / отв. ред. В. П. Стариков. Сургут : Сургут. гос. ун-т, 2002. С. 18–19.

2. Фахрутдинов А. И. К вопросу оценки эффективности технологии рекультивации нефтезагрязненных территорий // Биологические ресурсы и природопользование : сб. науч. тр. Нижневарт. гос. ин-т. Нижневартовск, 2002. Вып. 5. С. 110–113.
3. Фахрутдинов А. И., Алехин В. Г. Микробиологическая и ферментативная активность почвы при рекультивации нефтезагрязненных территорий : сб. науч. тр. Сургут. гос. ун-т. Сургут, 2003. Вып. 16. Естеств. науки. С. 73–82.
4. Фахрутдинов А. И. Отбор нефтеокисляющих микроорганизмов и исследование способности утилизировать углеводороды нефти : сб. науч. тр. Сургут. гос. ун-т ; биол. фак. Сургут, 2005. Вып. 1. С. 102–105.
5. Фахрутдинов А. И., Шабалина О. М., Муртазина Э. Д. Формирование коллекции промышленных микроорганизмов для нефтегазового комплекса ХМАО – Югры : сб. материалов VIII конф. молодых специалистов организаций, осуществляющих виды деятельности, связанной с использованием участков недр на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры / отв. ред. В. В. Кривошеев. Новосибирск, 2008. С. 682–684.
6. Фахрутдинов А. И., Ямпольская Т. Д. Динамика почвенных показателей естественных и нарушенных почв округа при углеводородной провокации : сб. науч. тр. биолог. фак. Сургут. гос. ун-т. Сургут : ИЦ СурГУ, 2010. Вып. 7. С. 114–128.
7. Фахрутдинов А. И., Ямпольская Т. Д. Динамических микробных и биохимических показателей пирогенных почв Ханты-Мансийского автономного округа // Известия Самар. науч. центра РАН. 2014. № 1 (4). Т. 16. С. 1118–1123.
8. Фахрутдинов А. И., Ямпольская Т. Д. Изменение отдельных микробных и биохимических показателей почв лесных вырубок ХМАО – Югры // Известия Самар. науч. центра РАН. 2015. № 6. Т. 17. С. 268–273.
9. Фахрутдинов А. И., Ямпольская Т. Д. Динамика микробной активности почв центральной части территории Западной Сибири (на примере ХМАО) // Известия Самар. науч. центра РАН. 2012. №1 (8). Т. 14. С. 2072–2076.
10. Фахрутдинов А. И., Ямпольская Т. Д. Изменение микробных и ферментативных показателей почв в различных почвенно-климатических зонах Ханты-Мансийского автономного округа // Известия Самар. науч. центра РАН. 2014. № 1 (4). Т. 16. С. 1124–1130.
11. Фахрутдинов А. И., Гарайзуева О. В., Ямпольская Т. Д. Биологическая активность нефтезагрязненного грунта при использовании криогеля // Известия Самар. науч. центра РАН. 2014. № 1 (4). Т. 16. С. 1073–1079.
12. Фахрутдинов А. И., Ямпольская Т. Д., Гарайзуева О. В. Эффективность применения криогеля в технологиях рекультивации почв и грунтов загрязненных углеводородами // Известия Самар. науч. центра РАН. 2015. Т. 17. № 6. С. 196–203.

УДК 551.583(98):504.062.2

**Фрюауф М., Рудский В. В.**  
*Fruehauf M., Rudskiy V. V.*

## **ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ПРОБЛЕМЫ АРКТИКИ**

### **CLIMATE CHANGE AND CHALLENGES OF THE ARCTIC**

Арктика – это территория суровых климатических условий, чутко реагирующих на любые природные катаклизмы, в том числе и изменение климата. Последнее ведет, в свою очередь, к изменению процесса природопользования. В результате возникают многочисленные социально-экономические и экологические проблемы. Опыт немецких специалистов интересен при их решении.

*Ключевые слова: климатические исследования, экология, природопользование, состояние ландшафтов.*

Проводимые в последние годы исследования климата с использованием современных методов и техники позволяют с уверенностью сказать, что эти изменения носят устойчивый характер и возможностей их решить практически нет.

Мы рассматриваем Арктику как своего рода систему раннего предупреждения и изучения изменений климата. Информация о том, как это повлияет на состояние глобальной природной среды имеется в самом зачаточном состоянии. Арктика чрезвычайно уязвима и испытывает серьезные и жесткие изменения климата. Кроме того, последние исследования подтверждают, что изменение климата обусловлено главным образом антропогенными выбросами парниковых газов. Это подтверждается устойчивым ростом температуры Океана.

Эффективные действия по предотвращению катастрофических последствий изменения климата – главная задача экологов. Необходимо затормозить потепление в пределах двух градусов. Это будет реальным вкладом специалистов и политических деятелей в дело охраны природной среды.

Европейский Союз способствует осуществлению дополнительных мер, связанных с климатическими изменениями во многих государствах, несмотря на подъем экономики. Это стало известно всему миру благодаря вступлению в силу Киотского протокола и вызвало в настоящее время ожесточенную негативную реакцию со стороны многих правительств и корпораций. Задача ученых состоит в том, чтобы правдиво информировать население о причинах и последствиях глобальных изменений климата.

В течение последних лет более 300 ученых из 15 стран работали вместе с шестью организациями коренных народов Арктики по подготовке материалов по этому вопросу. Они пришли к выводу о том, что Арктика страдает сильнее, чем другие регионы Земли от климатических изменений. Был создан Арктический Совет как Межправительственный форум, объединяющий восемь стран Арктики: Канаду, Данию, Финляндию, Исландию, Норвегию, Россию, Швецию и США. Платформа Арктического Совета направлена на важнейшие экологические и социальные проблемы Арктического региона.

Прогрессирующее потепление в Арктике, среди прочего, влияет на снижение протяженности и толщины морского и континентального (островного) льда Земли, что является главным количественным показателем изменения климата. Лед определяет степень отражения солнечного света, регулирует обмен тепла и влаги между океаном и атмосферой, влияет на испарение. За последние 30 лет сокращение морского ледяного покрова составило 8 %, т. е. до 1 мл. км<sup>2</sup> (превышает площадь Норвегии, Швеции и Дании вместе взятых). К 2100 г. дополнительное снижение ежегодного ледяного покрова прогнозируется до 50 %. Возможно, летом не будет ледяного покрова на Северном полюсе, а также в течение зимы возможны дожди. Почему меняется температура в Арктике быстрее, чем в других частях света? Последние исследования показали, что температура повышается в Арктике вдвое быстрее, чем в остальном мире. Часть излучения, которая поглощается за счет парниковых газов, поступает в Арктике непосредственно для нагрева в атмосферу, которая над полюсами Земли тоньше, чем на остальной части земного шара, следовательно, и нагревается быстрее. Усиливающийся теплообмен между океаном и атмосферой, приводящий к сокращению ледяного покрова моря, приводит к тому, что океан в течение зимних месяцев отдает в атмосферу больше тепловой энергии.

Арктика получает часть своей тепловой энергии из более низких широт. Транспортировка тепла проходит и через атмосферу, и через океан. Изменения в глобальной циркуляции также может форсировать неуклонное потепление Арктики.

Уже несколько лет назад стало известно о высокой чувствительности Арктического региона к последствиям изменения климата. За последние 50 лет средняя годовая температура в Арктике поднялась на четыре градуса. Дальнейшее потепление ожидается в Арктике от

3–5 °С до с 4–7 °С и выше к концу века. Это повлияет на другие климатические переменные, в частности, можно ожидать изменение распределения осадков. Через абсолютное повышение температуры испарения увеличится и количество осадков. В северных регионах количество осадков с начала XX в. непрерывно возрастает, причем большая часть из них выпадает в виде дождя, хотя непосредственно в Арктике это до сих пор еще редкое явление.

Климатические изменения в Арктике приводят к изменениям в составе местной экосистемы. В то время как некоторые виды вымерли, другие – получили лучшие условия для проникновения на эти территории, последующей адаптации и размножения.

В Арктике находятся три растительных зоны с типичными экосистемами: ледяной пустыней, тундрой и лесотундрой, постепенно переходящей в северную часть бореальных хвойных лесов. Характерным для первых двух зон являются экстремальные условия жизни, в которых способны выжить всего несколько высокоорганизованных видов. Потепление полярных и субполярных областей инициирует смещение растительных зон на север. В арктическом регионе тундру все чаще вытесняет смещающийся на север хвойный лес. Изменение климата происходит со скоростью, которая делает адаптацию коренных видов к новым условиям окружающей среды невозможной. Продвижение тундры на север, в свою очередь, ограничено Северным Ледовитым океаном с соответствующими арктическими ландшафтами. Изменение растительности повлечет изменение животного мира, в частности сократится ареал местообитания белого медведя и многих перелетных птиц. На смену коренным экосистемам придут новые с неизвестными последствиями их функционирования [1].

Еще одна непредсказуемая опасность для расширяющейся зоны бореальных хвойных лесов – это высокий риск возникновения лесных пожаров. Например, в лесной зоне Сибири действует правило: если температура летом поднимется с 10 до 15,3 °С, то потенциальная площадь лесных пожаров увеличивается на данной территории на 100–150 %.

Не только на суше последствия изменения климата дадут о себе знать – пострадает одна из важнейших составляющих арктической пищевой цепи морских микроорганизмов – водоросли, которые расположились на нижней стороне льда. Они высоко адаптированы к условиям, существующим там. В результате таяния морского льда их место обитания будет уничтожено. Потеря продуктивности морских организмов, проявляющаяся на всем протяжении пищевой цепи, от основания до ее вершины, заметно увеличивает пищевой стресс на разных уровнях.

Помимо угроз вследствие изменения климата животные в Арктике подвергаются другим рискам. К ним относят высокую нагрузку живых существ за счет загрязнения акваторий токсичными химическими веществами, поступающими с речными водами, либо загрязнения окружающей среды вследствие хозяйственной деятельности в регионе (добыча нефти и развитие инфраструктуры). Последствия региональных изменений внутри отдельных экосистем Арктики влечет расширение зон воздействия и нарушение всей арктической экосистемы

Тундра остается одним из главных мест гнездования и кормежки перелетных птиц из южных широт. Каждое лето сюда прилетает несколько сотен миллионов птиц. Современный размер популяции перелетных птиц обеспечивает возможность выживания собственно вида, что определяется в летнее время в Арктике.

Через прогрессирующее уменьшение тундры мы можем потерять еще в этом столетии до 50 % видов. Изменения экосистем влечет и изменения социально-экономической сферы, которая тесно связана с природой и ее природными ресурсами как основой жизни коренного населения.

Изменение климата все более усиливает разрушение озонового слоя. Это в конечном итоге приводит к повреждению растений и животных как в воде, так и на суше, привносит дополнительные риски для человека.

Озоновый слой расположен в стратосфере, на высоте примерно от 15 до 40 км над землей. Он имеет функцию защиты поверхности земли от вредного ультрафиолетового излучения. Часто отождествляют процесс изменения климата и разрушение озона, хотя они и ре-

гулируются совершенно разными механизмами. Изменение климата – это, прежде всего, антропогенные изменения, они происходят в результате выбросов парниковых газов, которые вызывают нагрев атмосферы земли. Разрушение озонового слоя является результатом выброса химических веществ в атмосферу, которые расщепляют молекулы озона в стратосфере в результате химических реакций. Так называемые «озоновые дыры» обозначают области распространения неестественно низкой концентрации озона. Недавние исследования показали, что сезонный спад стратосферного озона на 50 % сократит производство сырья морской пищевой цепочки на 8,5 %.

Таким образом, глобальные изменения климата, происходящие в результате как естественных, так и антропогенно обусловленных причин, отчетливо проявляются в Арктическом регионе, что ведет к постепенному уменьшению его площади, разрушению многих арктических экосистем, нанося непоправимый вред проживающему здесь местному населению с их как традиционным природопользованием, так и формирующимися новыми видами хозяйственной деятельности.

### **Литература**

1. Рудский В. В. Экология и природопользование Российской Арктики: состояние, проблемы, перспективы // Северный регион: наука, образование, культура 2015. № 2 (32). Т. 2. С. 187–199.



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Алехина Елена Анатольевна** – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры химии и методики преподавания химии, Омский государственный педагогический университет

**Алмазова Елена Геннадьевна** – старший преподаватель кафедры ИВТ, Сургутский государственный университет

**Апокин Виталий Викторович** – кандидат педагогических наук, доцент, директор Института гуманитарного образования и спорта, Сургутский государственный университет

**Аслямова Айгуль Ильфировна** – студент, Сургутский государственный университет

**Бабушкин Геннадий Дмитриевич** – доктор педагогических наук, профессор кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, член-корреспондент Российской академии естествознания, Заслуженный работник высшей школы, г. Омск

**Баев Кирилл Анатольевич** – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Сургутский государственный университет

**Баженова Анастасия Егоровна** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, научная лаборатория биокибернетики и биофизики сложных систем, Институт естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Баус Мария Сергеевна** – студент 3-го курса, Национальный исследовательский Томский государственный университет

**Баус Мария Сергеевна** – студентка 3-го курса, Национальный исследовательский Томский государственный университет

**Баикатова Юлия Владимировна** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, научная лаборатория биокибернетики и биофизики сложных систем, Институт естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Березуцкий Владимир Иванович** – кандидат медицинских наук, доцент, Днепропетровская медицинская академия, Украина

**Берестин Дмитрий Константинович** – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник НЛ «ФСО человека на Севере», Институт естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Бикмухаметова Лариса Мансуровна** – инженер кафедры биофизики и нейрокибернетики, Сургутский государственный университет

**Болотов Сергей Эдуардович** – аспирант кафедры биофизики и нейрокибернетики, Сургутский государственный университет, младший научный сотрудник, Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН

**Болотская Лариса Алексеевна** – доктор медицинских наук, профессор кафедры патофизиологии и общей патологии Медицинского института, Сургутский государственный университет

**Бруйков Алексей Александрович** – кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии и фармакологии Медицинского института, Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина, г. Тамбов

**Бурмасова Аурика Владимировна** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры факультетской терапии, Сургутский государственный университет

**Вохмина Юлия Валерьевна** – аспирант, кафедра биофизики и нейрокибернетики, Институт естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Гавриленко Анна Владимировна** – младший научный сотрудник Научного центра междисциплинарных исследований, Сургутский государственный университет

**Гавриленко Тарас Владимирович** – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления, Сургутский государственный университет

**Горбунов Дмитрий Владимирович** – аспирант, инженер кафедры биофизики и нейрокибернетики, Сургутский государственный университет

**Горбунов Дмитрий Владимирович** – аспирант, инженер кафедры биофизики и нейрокибернетики, Сургутский государственный университет

**Громова Галина Григорьевна** – кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры факультетской терапии, Сургутский государственный университет

**Гулин Александр Владимирович** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой биохимии и фармакологии Медицинского института, Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина, Почетный работник науки и техники РФ, г. Тамбов

**Данилов Алексей Георгиевич** – аспирант четвертого года обучения, врач Сургутская ОКБ

**Добрынина Ирина Юрьевна** – доктор медицинских наук, профессор, институт естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Долгополова Диана Анатольевна** – старший преподаватель кафедры госпитальной терапии Медицинского института, Сургутский государственный университет

**Еловой Сергей Григорьевич** – старший преподаватель кафедры информатики и вычислительной техники, Сургутский государственный университет

**Еськов Валерий Матвеевич** – доктор физико-математических наук, доктор биологических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, заведующий лабораторией биокибернетики и биофизики сложных систем Института естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Ефимова Лариса Петровна** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры кардиологии, Сургутский государственный университет

**Ефремов Андрей Николаевич** – кандидат биологических наук, начальник отдела экологических изысканий, Проектный институт реконструкции и строительства объектов нефти и газа, г. Омск

**Живогляд Райсе Нурлыгаяновна** – доктор медицинских наук, профессор кафедры морфологии, Сургутский государственный университет, врач высшей категории

**Завьялова Ирина Викторовна** – старший научный сотрудник отдела природопользования, Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В. И. Шпильмана, г. Ханты-Мансийск

**Ибрагимова Динара Владимировна** – кандидат биологических наук, преподаватель, Сургутский государственный университет

**Ильканич Андрей Яношевич** – доктор медицинских наук, профессор кафедры госпитальной хирургии медицинского института, Сургутский государственный университет

**Ишбулатова Марианна Сергеевна** – аспирант кафедры физиологии, Сургутский государственный университет

**Казанцева Людмила Николаевна** – старший научный сотрудник отделения природопользования, Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В. И. Шпильмана, г. Ханты-Мансийск

**Камалудинова Карина Расыховна** – аспирант, Сургутский государственный университет

**Клейменов Андрей Витальевич** – магистрант Сургутского государственного университета

**Кожокарь Кристина Георгиевна** – врач-кардиолог, окружной кардиологический диспансер «Центр диагностики и сердечно-сосудистой хирургии»

**Козлов Алексей Сергеевич** – аспирант кафедры биофизики и нейрокибернетики, Сургутский государственный университет

**Коломиец София Владимировна** – преподаватель кафедры физического воспитания, Сургутский государственный педагогический университет

**Колосова Алена Игоревна** – аспирант кафедры биофизики и нейрокибернетики Института естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Корчина Татьяна Яковлевна** – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры анестезиологии-реаниматологии, скорой медицинской помощи и клинической токсикологии, Ханты-Мансийская государственная медицинская академия

**Котельная Яна Игоревна** – старший лаборант научной лаборатории биохимии и комплексного мониторинга окружающей среды, Научно-исследовательский институт экологии Севера, Сургутский государственный университет

**Кошевой Олег Александрович** – кандидат биологических наук, начальник управления по науке и инновациям, Сургутский государственный университет

**Кравченко Инесса Вячеславовна** – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник научной лаборатории биохимии и комплексного мониторинга окружающей среды, Научно-исследовательский институт экологии Севера, Сургутский государственный университет

**Кравченко Инесса Вячеславовна** – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимии и комплексного мониторинга окружающей среды, Научно-исследовательский институт экологии Севера, Сургутский государственный университет

**Кушникова Ирина Павловна** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной терапии, Сургутский государственный университет

**Лапенко Ирина Викторовна** – аспирант кафедры нормальной и патологической физиологии, Ханты-Мансийская государственная медицинская академия

**Литовченко Ольга Геннадьевна**, доктор медицинских наук, профессор кафедры физиологии, проректор по науке и инновационной работе, Сургутский государственный университет

**Лубяко Елена Александровна** – аспирант кафедры медицинской и биологической химии, Ханты-Мансийская государственная медицинская академия

**Лузина Татьяна Владимировна** – врач-невролог, окружной кардиологический диспансер «Центр диагностики и сердечно-сосудистой хирургии»

**Лытонина Алёна Вячеславовна** – младший научный сотрудник учебно-научного центра растениеводства, Научно-исследовательский институт экологии Севера, Сургутский государственный университет

**Майстренко Елена Владимировна** – доктор биологических наук, профессор кафедры БЖД института естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Макаева Юлия Сергеевна** – аспирант, Ханты-Мансийская государственная медицинская академия

**Мурашко Юрий Александрович** – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий Научной лабораторией биохимии и комплексного мониторинга окружающей среды, Научно-исследовательский институт экологии Севера, Сургутский государственный университет

**Мурунова Юлия Николаевна** – врач, Сургутская окружная клиническая больница

**Мухортова Оксана Владимировна** – кандидат биологических наук, научный сотрудник, Институт экологии Волжского бассейна РАН, Самарская область, г. Тольятти

**Надеев Александр Петрович** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой патологической анатомии, Новосибирский государственный медицинский университет Минздрава России

**Назаркина Кристина Евгеньевна** – старший лаборант кафедры иностранных языков, Сургутский государственный университет

**Наумова Людмила Алексеевна** – доктор медицинских наук, профессор кафедры патофизиологии и общей патологии, Сургутский государственный университет

**Некрич Алина Сергеевна** – кандидат географических наук, научный сотрудник, Институт географии РАН, г. Москва

**Непомнящий Виталий Залманович** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, фирма «Лаборатория новых технологий», Garden Grove, США

**Никешина Наталья Валериевна** – врач-кардиолог, Сургутская клиническая травматологическая больница, аспирант кафедры кардиологии, Сургутский государственный университет

**Николаев Константин Юрьевич** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией неотложной терапии, Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины СО РАМН

**Новоселов Александр Сергеевич** – кандидат медицинских наук, заведующий отделом особо сложных экспертиз в городе Сургуте, Бюро судебно-медицинской экспертизы

**Осипова Ольга Николаевна** – аспирант кафедры патофизиологии и общей патологии, Сургутский государственный университет

**Пахомов Алексей Александрович** – аспирант, кафедра биофизики и нейрокибернетики, Институт естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Перова Ольга Валерьевна** – аспирант кафедры патологической анатомии, Новосибирский государственный медицинский университет Минздрава России

**Поскина Татьяна Юрьевна** – аспирант кафедры биофизики и нейрокибернетики, Сургутский государственный университет

**Прасолова Алена Андреевна** – младший научный сотрудник лаборатории функциональных систем организма, Сургутский государственный университет

**Проворова Олеся Владимировна** – преподаватель кафедры экологии, Институт естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Птуха Марина Витальевна** – ведущий инженер научной лаборатории биохимии и комплексного мониторинга окружающей среды, Научно-исследовательский институт экологии Севера, Сургутский государственный университет

**Рагозина Ольга Васильевна** – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой анатомии человека с курсом оперативной хирургии и топографической анатомии, Ханты-Мансийская государственная медицинская академия

**Рагозина Элина Разифовна** – аспирант кафедры нормальной и патологической физиологии, Ханты-Мансийская государственная медицинская академия

**Романчук Антон Леонидович** – аспирант, кафедра биофизики и нейрокибернетики, Институт естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Рудский Виктор Валентинович** – доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой геоэкологии, Московский государственный областной университет, Академик российской академии естествознания, академик европейской академии естественных наук

**Русак Светлана Николаевна** – доктор биологических наук, профессор кафедры экологии, Сургутский государственный университет

**Русак Светлана Николаевна** – доктор биологических наук, профессор кафедры экологии института естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Сваровская Лидия Ивановна** – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск

**Скоробогатова Ольга Николаевна** – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры экологии, Нижневартовский государственный университет

**Слепых Наталья Валерьевна** – аспирант кафедры госпитальной хирургии Медицинского института, Сургутский государственный университет

**Солодилов Роман Олегович** – младший научный сотрудник, Сургутский государственный университет

**Сорокина Людмила Сергеевна** – аспирант, Сургутский государственный университет

**Столяров Виктор Викторович** – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой морфологии, Медицинский институт, Сургутский государственный университет

**Стрельцова Татьяна Владимировна** – аспирант, кафедра биофизики и нейрокибернетики, Институт естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Суюндикова Жанар Тулеутаевна** – старший преподаватель кафедры естественных наук, Костонайский государственный педагогический институт

**Тарлюн Александра Александровна** – аспирант кафедры патофизиологии и общей патологии Медицинского института, Сургутский государственный университет

**Ткачева Светлана Валентиновна** – старший преподаватель, Ханты-Мансийская государственная медицинская академия

**Томчук Александр Григорьевич** – аспирант, кафедра биофизики и нейрокибернетики, Институт естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Травин Михаил Андреевич** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры патологической анатомии, Новосибирский государственный медицинский университет Минздрава России

**Трусов Максим Владимирович** – аспирант, Сургутский государственный университет

**Турбина Ирина Николаевна** – кандидат биологических наук, директор учебно-научного центра растениеводства, Научно-исследовательский институт экологии Севера Сургутский государственный университет

**Тягунов Денис Владимирович** – кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры морфологии, Медицинский институт, Сургутский государственный университет

**Умаров Бржан Кисметоллович** – аспирант кафедры биофизики и нейрокибернетики, Сургутский государственный университет

**Урванцева Ирина Александровна** – кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой кардиологии, Медицинский институт, Сургутский государственный университет, главный врач, окружной кардиологический диспансер «Центр диагностики и сердечно-сосудистой хирургии», Заслуженный врач РФ

**Усынин Анатолий Федорович** – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры морфологии, Медицинский институт, Сургутский государственный университет

**Фахрутдинов Айвар Инталович** – кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии, Сургутский государственный университет

**Федотова Наталья Евгеньевна** – врач, детский эндокринолог, Сургутская городская клиническая поликлиника № 5, аспирант кафедры детских болезней

**Филатов Михаил Александрович** – доктор биологических наук, профессор кафедры биофизики и нейрокибернетики, Сургутский государственный университет

**Филатова Диана Юрьевна** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник НЛ ФСО человека на Севере, Сургутский государственный университет

**Филатова Ольга Евгеньевна** – доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией функциональных систем организма человека на Севере института естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Фрюауф Манфред** – доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой геоэкологии университета Мартина Лютера Галле-Виттенберг, Почетный профессор Смоленского гуманитарного университета, Почетный доктор Башкирского государственного университета, Германия

**Хижняк Алексей Сергеевич** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры патофизиологии и общей патологии, Сургутский государственный университет

**Хижняк Ирина Викторовна** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии, ОмГМУ

**Черников Николай Александрович** – аспирант, кафедра биофизики и нейрокибернетики, Институт естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Шагина Екатерина Алексеевна** – студент, Ханты-Мансийская государственная медицинская академия

**Шаймухаметова Индира Флюоровна** – врач – судебно-медицинский эксперт филиала Бюро судебно-медицинской экспертизы отделение в городе Сургуте

**Шаталов Виталий Геннадьевич** – старший преподаватель кафедры патофизиологии и общей патологии, Сургутский государственный университет

**Шерстюк Елена Сергеевна** – аспирант кафедры биофизики и нейрокибернетики, Сургутский государственный университет

**Шибкова Дарья Захаровна** – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой анатомии, физиологии человека и животных, Челябинский государственный педагогический университет, Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации

**Ширькова Асия Адгамовна** – старший лаборант научной лаборатории биохимии и комплексного мониторинга окружающей среды, Научно-исследовательский институт экологии Севера, Сургутский государственный университет

**Эльман Ксения Александровна** – старший лаборант, аспирант кафедры биофизики и нейрокибернетики Института естественных и технических наук, Сургутский государственный университет

**Ямпольская Татьяна Даниловна** – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры микробиологии, Сургутский государственный университет

**Яценко Ирина Германовна** – кандидат геол.-минерал. наук, заведующая НИИЦ, Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск

Научное издание

**СЕВЕР РОССИИ: СТРАТЕГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

*Материалы II Всероссийской научно-практической конференции  
27 мая 2016 г.*

Том IV

*Технический редактор* Е. В. Бодрова

За информацию, содержащуюся в статьях, ответственность несут авторы

Отпечатано в Издательском центре СурГУ.  
Адрес издателя и типографии:  
БУ ВО «Сургутский государственный университет»,  
628412, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Сургут, пр. Ленина, 1.  
Тел. (3462) 76-31-79.

Дата выхода в свет 26.12.2016 г. Формат 60×84/8.  
Усл. печ. л. 35,2. Уч.-изд. л. 30,3. Тираж 100.