

**Хадарцев А.А., Еськов В.М.,
Гонтарев С.Н.**

**ДИВЕРСИФИКАЦИЯ
РЕЗУЛЬТАТОВ
НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ
В МЕДИЦИНЕ И БИОЛОГИИ**

Тула – Белгород, 2010

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
ЕВРОПЕЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ МЕДИЦИНСКИХ НАУК
МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ АВТОРОВ
НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ И ИЗОБРЕТЕНИЙ
АКАДЕМИЯ МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

20-летию
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

посвящается

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ
РЕЗУЛЬТАТОВ
НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ
В МЕДИЦИНЕ И БИОЛОГИИ

Том II

Под редакцией

Хадарцева А.А., Еськова В.М., Гонтарева С.Н.

Тула – Белгород, 2010

УДК 608.1; 608.1/.4; 612; 616.15; 167/168.

ББК

Диверсификация результатов научных открытий в медицине и биологии. Том II. / Под ред. Хадарцева А.А., Еськова В.М., Гонтарева С.Н. – Тула: Изд-во ТулГУ – Белгород: ЗАО «Белгородская областная типография», 2010.– 456 с.– 75 ил.

Авторский коллектив:

Акад. РАЕН, Засл. деят. науки РФ, д.б.н., д.физ.-мат.н., проф. Еськов В.М.; Акад. АМТН, д.т.н., проф. Леонов Б.И.; Акад. РАЕН и ЕАЕН, Засл. деят. науки РФ, д.м.н., проф. Хадарцев А.А.; Акад. МААНОИ Потоцкий В.В.; д.б.н., проф. Филатова О.Е.; Член-корр. РАМН, д.б.н., проф. Фудин Н.А.; Акад. ЕАЕН, д.т.н., проф. Хрупачев А.Г.; д.м.н. Гонтарев С.Н.; д.б.н. Нифонтова О.Л.; д.м.н. Полухин В.В.; д.б.н. Попов Ю.М.; д.м.н. Хадарцева К.А.; к.б.н. Балтиков А.Р.; к.м.н. Вечканов И.Н.; к.м.н. Гацко Ю.С.; к.м.н. Грачев Р.В.; к.м.н. Дерпак В.Ю.; к.м.н. Долгушин А.Е.; к.м.н. Каменев Л.И.; к.м.н. Корчина И.В.; к.м.н. Кострубина В.А.; к.б.н. Кошевой О.А.; к.м.н. Курзина С.Ю.; к.б.н. Папшев В.А.; к.б.н. Русак С.Н.; к.м.н. Ушаков В.В.; к.м.н. Чуксеева Ю.В.; Еськов В.В.

В книге приведены материалы трех научных открытий, внесенных в реестр Международной академии авторов научных открытий и изобретений. Работы основаны на материалах фундаментальных исследований, осуществленных группами ученых, представляющих г.г. Тулу, Москву, Санкт-Петербург, Рязань, Пушино, Сургут.

Дана характеристика диверсификации результатов открытий на основе исследований, выполненных за последние 2 года.

Книга предназначена для спортивных врачей, реабилитологов, физиотерапевтов, невропатологов, стоматологов, практических врачей разных специальностей, научных работников в области синергетики, физиологии, гематологии.

Рецензенты:

Академик РАМН, проф. Зилов В.Г.
д.м.н., проф. Рождественский М.Е.

ISBN

© Коллектив авторов, 2010

© Изд-во ТулГУ, 2010

© ЗАО "Белгородская областная типография", 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Глава I. Материалы открытий	8
1. Закономерность изменения синергических взаимоотношений в системах регуляции биологических динамических систем организма млекопитающих под действием внешних факторов...	8
2. Явление неустойчивости и дрейфа интервалов стационарных режимов функционирования биологических динамических систем	26
3. Закономерность изменения параметров реальных аттракторов состояния биоорганизмов под действием внешних факторов и внутренних изменений	34
Глава II. Использование материалов научных открытий в клинике внутренних и нервных болезней	54
1. Сравнительный системный анализ эффективности сахароснижающей терапии у больных сахарным диабетом 2-го типа в постинфарктном периоде	54
2. Использование методов системного анализа и синтеза в изучении динамики инфекционных заболеваний	75
3. Системный анализ и синтез параметров аттракторов динамики поведения вектора состояний больных сахарным диабетом 2 типа	100
4. Оптимальное управление программой диспансеризации и реабилитации больных хронической обструктивной болезнью легких с позиций системного анализа	124
5. Системный анализ влияния комплекса реабилитационных мероприятий на параметры организма больных, перенесших инсульт	144
6. Системный анализ эффективности диагностики и оптимального управления программой диспансеризации и реабилитации больных «холодовой» бронхиальной астмой на северных территориях России	160
Глава III. Результаты применения материалов научных открытий в физиологии спорта	183
1. Сравнительный анализ параметров организма учащихся, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта	183

Глава IV. Адаптация результатов научных открытий в оториноларингологии и стоматологии	228
1. Системный анализ эффективности лечения отомикоза желатиновыми плёнками	228
2. Сравнительный системный анализ параметров стоматологического статуса детей коренного и пришлого населения Ханты–Мансийского автономного округа – Югры	245
Глава V. Адаптация результатов научных открытий в экологии, медицине труда, восстановительной медицине и биоритмологии	263
1. Сравнительный системный анализ окосуточных ритмов показателей кардио-респираторной системы и биологического возраста	263
2. Системный анализ хаотической динамики факторов, формирующих среду обитания урбанизированной территории...	283
3. Системный анализ в изучении динамики неинфекционных заболеваний на урбанизированном Севере	311
4. Системный анализ параметров сердечно-сосудистой системы учащихся	339
Основная используемая литература	436
Терминологический словарь	452
Список сокращений	454

Предисловие

Во II томе «Диверсификации результатов научных открытий в медицине и биологии» изложены материалы 3 открытий:

Открытие № 248. «Закономерность изменения синергических взаимоотношений в системах регуляции биологических динамических систем организма млекопитающих под действием внешних факторов».

Формула: Теоретически и экспериментально установлено неизвестное ранее явление возникновения точек катастроф и изменения синергических взаимоотношений в системах регуляции биологических динамических систем (БДС) в условиях воздействия неблагоприятных внешних (в частности, экологических) факторов среды на организм млекопитающих, заключающееся в том, что под влиянием внешних факторов воздействия на организм млекопитающих (физические, химические, метеотропные или др. природные факторы воздействия), происходит потеря синергического характера взаимодействия между элементами систем регуляции функций организма или любой БДС в целом, что проявляется в потере перронового корня среди инвариант матрицы А, описывающей внутрисистемные связи, а так же в возникновении точек катастроф, при которых резко изменяется порядок (размер) матрицы А и возникают бифуркации рождения циклов в ответах БДС на стандартные тестирующие воздействия.

Авторы: Еськов Валерий Матвеевич, Филатова Ольга Евгеньевна, Попов Юрий Михайлович.

Открытие № 285. «Явление неустойчивости и дрейфа интервалов стационарных режимов функционирования биологических динамических систем (БДС)».

Формула: Теоретически и экспериментально установлено неизвестное ранее явление неустойчивости и дрейфа интервалов стационарных режимов (СР) функционирования биологических динамических систем (БДС), заключающееся в том, что спонтанно или под влиянием внешних воздействий наблюдаются изменения границ оптимальных воздействий (левой и правой границы отдельно) или их синхронного дрейфа (в область более

низких или более высоких значений), при этом изменение интервала СР сопровождается изменением инвариант матрицы A , входящей в математическую модель БДС, без изменения ее порядка и нарушаются условия соответствия между матрицами A и A' на краях этих интервалов (внутри его инварианты A изменяются по определенному правилу), все это обусловлено спонтанными структурно- функциональными перестройками в системах регуляции БДС.

Авторы: Филатова Ольга Евгеньевна, Фудин Николай Андреевич, Хадарцев Александр Агубечирович, Папшев Валерий Александрович.

Открытие № 370. «Закономерность изменения параметров реальных аттракторов состояния биоорганизмов под действием внешних факторов и внутренних изменений».

Формула: Теоретически и экспериментально установлено неизвестное ранее явление изменения параметров реальных (т.к. параметры идеальных, гипотетических аттракторов для биосистем принципиально никогда не могут быть найдены) аттракторов (например, объема или координат центра), ограничивающих движение вектора состояния организма отдельного человека (биоорганизма) или целых сообществ людей (организмов), популяций и экосистем, происходящих из-за (взаимоотношений в системах регуляции биологических динамических систем (БДС) и наблюдаемых в фазовом пространстве состояний под действием внешних факторов среды, с изменением возраста или при заболеваниях, заключающееся в том, что под влиянием этих внешних факторов воздействия на организм (при заболеваниях или с изменением возраста), происходит изменение объема или сдвиг координат центра аттракторов динамики движения вектора состояния биосистемы из одной области (например, фазической, т.е. от симпатотонии) в другую (например, тоническую область, парасимпатотонию) с одновременным увеличением расстояния между центрами реальных аттракторов 7 по мере нарастания длительности воздействия, усиления заболевания или увеличения возраста, что в конечном итоге приводит организм человека (биоорганизм) в мортальный аттрактор, время пребывания в котором жестко ограничено (наступает смерть или

организм должен выйти из этого смертельного аттрактора – выздороветь).

Авторы: Еськов Валерий Матвеевич, Филатова Ольга Евгеньевна, Еськов Валерий Валериевич, Хадарцева Кызылгуль Абдурахмановна.

Эти материалы представлены сокращенно в I главе.

Глава II посвящена использованию результатов открытий в клинике внутренних и нервных болезней, инфекционных болезней: при сахарном диабете 2-го типа, в постинфарктном периоде, при хронической обструктивной болезни легких, бронхиальной астме, после перенесенного инсульта.

В III главе приведены результаты применения материалов научных открытий в физиологии спорта.

В IV главе освещены итоги применения результатов открытий в оториноларингологии и стоматологии.

Глава V содержит аналогичную диверсификацию в экологии, медицине труда, восстановительной медицине и биоритмологии.

Все эти 5 глав содержат избранные материалы защищенных докторских и кандидатских диссертаций в Сургутском государственном университете, исполнители которых включены в авторский коллектив монографии.

Основанные на функциональных положениях теории хаоса и синергетики, системного анализа и синтеза исследования, результаты которых составили сущность открытий, получили свое развитие, подтверждение и продолжение в серии научных работ, представленных вниманию читателей.

Итоги деятельности научных школ Сургута и Тулы обнадеживают в плане грядущей модернизации парадигмы биологии и медицины.

ГЛАВА I

МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Закономерность изменения синергических взаимоотношений в системах регуляции биологических динамических систем организма млекопитающих под действием внешних факторов

1.1. Введение

Ранее было известно достаточно много экспериментальных фактов, которые описывали различные изменения в системах регуляции жизненных функций организма млекопитающих в условиях внешних (в том числе и экологических) воздействий. Однако, во всех этих исследованиях отсутствуют точные количественные (математические) критерии наличия синергических взаимоотношений в БДС и способы регуляции резкого изменения таких взаимоотношений под действием внешних факторов.

Полученные результаты исследований впервые в рамках классического бихевиористического подхода (система «черный ящик») позволяет количественно идентифицировать синергизм в *биологических динамических системах* (БДС) по соотношению между раздражающим воздействием и ответом системы регуляции БДС, а также устанавливать моменты времени, когда под неблагоприятным внешним воздействием (например, резким перепадом температур, солнечной активности) быстро изменяются синергические взаимоотношения в БДС и могут возникать *точки катастроф*. В последнем случае резко меняется порядок модели, описывающей БДС, появляются бифуркации рождения циклов более высоких порядков, чем исходные.

Традиционные методы исследования и подходы не позволяли с помощью ЭВМ и формального математического аппарата регистрировать синергизм, его потерю в БДС и возникновение *точек катастроф*, приводящих к значительным структурно-функциональным перестройкам в БДС. Более того, такие перестройки *функциональных систем организма* (ФСО) не фиксировались как скачки в динамике поведения биосистем и человек,

например, находящийся в условиях крайнего Севера, у которого авторы регистрировали такие резкие переходы, оставался в традиционной биомедицинской классификации человеком с нормально функционирующей ФСО.

Таким образом, в результате созданной *компартиментно-кластерной теории биосистем* (ККТБ) и разработки методов идентификации моделей БДС в рамках этой ККТБ, были экспериментально обнаружены и теоретически обоснованы: возможность регистрации явления синергизма в БДС, а так же его потеря и возникновение *точек катастроф*, т.е. резкое изменение динамики процессов, путем анализа инвариант матриц A математических моделей БДС.

Научное значение открытия заключается в том, что оно позволяет осуществлять более дифференцированный, индивидуальный подход в оценке состояния БДС (ЦНС, ФСО и др.) и их изменения под действием факторов внешней среды (в том числе и экофакторов), производить раннюю диагностику возможных отклонений в системах регуляции БДС, объяснять возможность большого статистического разброса в оценке реакции животных на предъявляемые внешние воздействия в экспериментальных условиях. Фактически, речь идет о новом подходе в изучении БДС с позиций ККТБ.

Благодаря этому стало возможным впервые формально регистрировать синергизм в БДС, его потерю и возникновение *точек катастроф* под действием неблагоприятных внешних факторов среды, а также выявлять доклинические (предпатологические) изменения в организме человека или животных (последнее в условиях экспериментов).

1.2. Экспериментальные и теоретические исследования

На уровне клетки и межклеточных взаимоотношений мы использовали нейросети *дыхательного центра* (ДЦ) крыс и кошек. В острых опытах открывалось дно четвертого желудочка продолговатого мозга и производились микроинъекции ГАМК и ее производных (фенибута и карфедона) в области регуляторных структур ДЦ, а также воздействие электростимулами. При

этом резко изменялось состояние *респираторных нейронных сетей* (РНС) вплоть до остановки дыхания или апноэ. Эти функциональные изменения ДЦ отражались на ответных реакциях выхода РНС при подаче стандартных тестируемых (возмущающих воздействий) импульсов на входные структуры ДЦ (отдельно *инспираторные нейросети* (ИННС) и *экспираторные нейросети* (ЭНС)).

Под действием *гамма-аминомасляной кислоты* (ГАМК) и ее производных, увеличения дозы наркотика, изменения внешних условий среды (искусственные магнитные поля и т.д.) происходит изменение условия функционирования РНС, что сказывается на системах регуляции ИННС и ЭНС. Если воздействия весьма значительны, то ответные реакции РНС на входные тестирующие импульсы могут приводить к потере *перронового корня* матриц моделей и выходу за пределы синергического взаимодействия между нейросетевыми компартментами. Такие процессы могут происходить даже при изменении параметров тестирующих импульсов. Например, при увеличении длительности или амплитуды их колебаний. Характерные биологические примеры подробно описаны в ряде публикаций (Еськов В.М., 1994; Еськов В.М., Филатова О.Е., Иващенко В.П., 1994; Еськов В.М., Филатова О.Е., 1994; Еськов В.М., Филатова О.Е., 1999; Еськов В.М., Бондарева В.В., Попов Ю.М. 2002; Eskov V.M., Filatova O.E., Popov Y.M., 1995; Eskov V.M., Filatova O.E., Popov Y.M., 1995). У животного в условиях наркоза и гипервентиляции (кошка) производится электростимуляция *внутренних межреберных нервов* (ВМН). В соседних с ними нервах можно наблюдать два рефлекторных ответа, по которым строится интегральная (огibaющая) кривая, а из нее рассчитывается матрица *A* и ее инварианты при различных параметрах тестирующих импульсов. Имелся ответ 10-го ВМН на стимуляцию соседнего 11-го ЭНС. Состояние покоя ЭНС (равно как и ИННС) представлено вторым компонентом этого ответа, который получил название *спино-бульбо-спинального ответа* РНС (в ответ на стимуляцию афферентов). Отметим, что эти каудальные дыхательные нервы имеют веточки афферентов и эфферентов, поэтому они

используются нами одновременно и для раздражения, и для регистрации реакций РНС (рис. 1, 2).

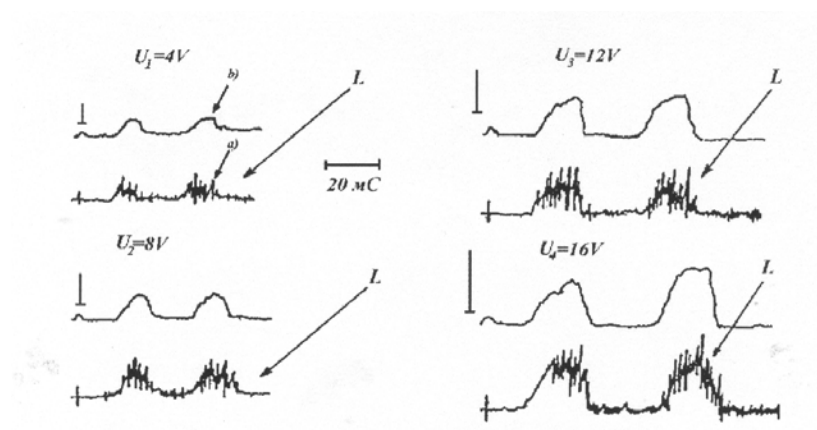


Рис. 1. Зависимость вторичных рефлекторных ответов (СБС – ответ) 10-го внутреннего межреберного нерва от амплитуды стимуляции 11-го внутреннего межреберного нерва кошки в условиях гипервентиляции и хлоралозного наркоза. Длительность одного импульса 1 мсек, частота в серии 200 Гц амплитуда меняется от 4 В до 16 В; а) естественная активность нерва; б) интегральная (усредненная) активность после стимуляции.

Из рис. 1 видно, что увеличение амплитуды стимуляции интеркостального нерва приводит к приблизительно линейному возрастанию (СБС) ответа (см. второй компонент). Из рис. 2 видно, что увеличение длительности стимуляции интеркостального нерва приводит к приблизительно линейному возрастанию длительности СБС-ответа. Таким образом, эти опыты доказывают возможность линейного поведения иерархических РНС в условиях электростимуляции, что важно для регистрации синергизма.

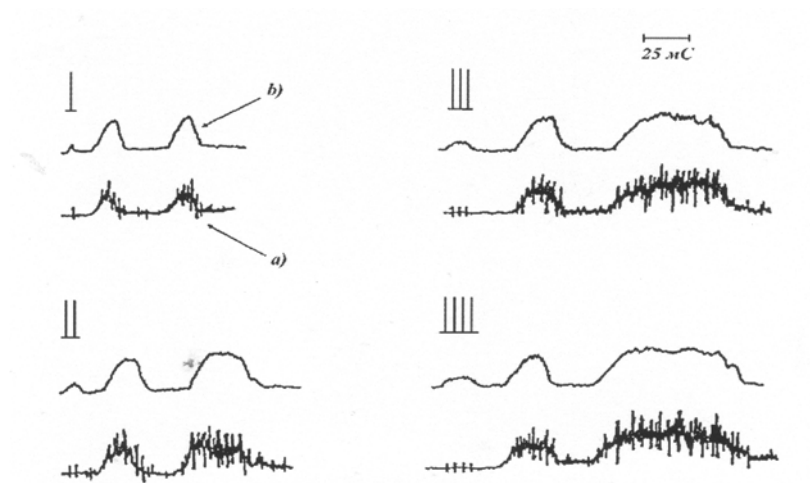


Рис. 2. Зависимость вторичных рефлекторных ответов (СБС-ответ) 10-го внутреннего межреберного нерва от длительности стимуляции 11-го внутреннего межреберного нерва кошки в условиях гипервентиляции и хлоралозного наркоза. Длительность одного импульса 1 мсек, частота в серии 200 Гц длительность серии меняется от 5 мс до 20 мс; а) естественная активность нерва; б) интегральная (усредненная) активность после стимуляции.

Представленная здесь линейная зависимость выхода от входа характерна не только для СБС ответа. В состоянии гипервентиляции приблизительно линейная зависимость получается и при стимуляции верхнегортанного нерва и организации ответов в этих же (10-м и 11-м ВМН) нервах. Эти же эффекты мы получили и при стимуляции афферентов ИННС и регистрации ответов в дифрагмальной мышце, что представлено в ряде авторских публикаций. Можно уверенно сказать, что линейная (точнее, приблизительно линейная – *квазилинейная* в биологическом смысле) зависимость между входными и выходными характеристиками ИРНС является характерным состоянием ДЦ, находящегося в условиях гипервентиляционного апноэ, что соответствует *точке покоя* (ТП) в иерархических моделях РНС. Автоматизация идентификации линейного поведения РНС, равно как и процедуры

идентификации матриц A_{ij} в модели, значительно облегчило задачу исследований *иерархических РНС* (ИРНС). Более того, такие динамические системы исследовать какими-либо другими способами просто невозможно, т.к. за короткий промежуток времени РНС могут быстро изменить свое состояние.

Именно последний факт является предметом наших исследований и обсуждений в последнее время. Эксперименты на всех животных показали, что даже такое внешне устойчивое состояние как гипервентиляционное апноэ и квазилинейное поведение РНС в этом состоянии, на самом деле подвержено сильному дрейфу (*апериодическому колебанию*) и выходу из этого состояния. Подчеркнем, что линейное поведение объекта (самое очевидное и устойчивое для гипервентиляционного апноэ) на первый взгляд уже может являться объектом дискуссии.

Однако, более тонкие (и точные) исследования проведены на моделях ИННС и ЭНС, которые получались в экспериментах с РНС, находящихся в указанных стационарных состояниях, т.е. в ТП.

Используя получаемые ответы с РНС и *метод минимальной реализации* (ММР), можно в автоматическом режиме с применением ЭВМ находить матрицы A межкомпарментных (межпуловых) связей, порядок m модельной системы и собственные значения матрицы A . Последние две характеристики моделей РНС полностью характеризуют состояние данной ФНС, находящейся в данных (стационарных) условиях. Более того, меняя длительность внешних стимулов, и синхронно – периоды квантования наблюдаемых интегральных ответов РНС, можно наблюдать динамику изменения интервалов (t_{min} t_{max}), внутри которых порядок m и инварианты матрицы A остаются неизменными. Именно указанные интервалы могут полностью характеризовать внутреннюю структуру кластера РНС, его неизменность или, наоборот, изменчивость. Последнее и должно быть строгим математическим критерием, о котором говорилось выше и по которому можно судить о синергизме и катастрофах БДС.

В качестве примера ответов СБС выше приводилась экспериментальная зависимость от длительности предъявляемых на вход РНС тестирующих стимулов. В конкретном примере (рис. 2)

выполнялись требования неизменности m и λ_i (инвариант модели БДС) при увеличении длительности серии импульсов и периодов квантования ответов τ . При этом модели РНС не претерпевали существенных изменений в пределах 5 % погрешности измерений величины выходных характеристик РНС в ТП. Таким образом, использование ММР и анализ инвариантов, получаемых при этом моделей, позволяет судить о динамике изменения внутреннего состояния БДС на примере РНС, что и было выполнено авторами. Такой подход достаточно строг в математическом плане и, главное, он позволяет исследовать РНС, находящиеся в стационарном состоянии.

Представим результаты расчета модели экспираторной сети для разных длительностей раздражающих стимулов согласно рис. 2 ($t=5, 10, 15, 20$ мс). При $t=5$ мс марковские параметры ответов ЭНС: $Y_1=0,8$; $Y_2= 5,89$; $Y_3= 8,2$; $Y_4= 8,6$; $Y_5= 5,8$; $Y_6= 3,4$; $Y_7= 1,2$; $Y_8= 1,1$; $Y_9= 1,0$.

После использования ММР получаем исходную матрицу (без преобразований):

$$C = \begin{bmatrix} 0,8 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} 7,36 & -43,96 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -5,89 & 0,06 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1,44 & -1,87 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -0,37 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2,44 \end{bmatrix}$$

Собственные значения матрицы A_{22} , удовлетворяющие условиям теоремы Фрабениуса-Перрона: 1,55; 0,97; $0,57 \pm 0,63 i$; -0,91 (*перронов корень 1,55*).

При $t=10$ мс марковские параметры ответов ЭНС: $Y_1=1$; $Y_2= 4,36$; $Y_3= 6$; $Y_4= 10,3$; $Y_5= 7,5$; $Y_6= 5$; $Y_7= 2$; $Y_8= 1$; $Y_9= 0,5$.

Тогда исходные матрицы (без преобразований):

$$C = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} 4,36 & -13,01 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -3,14 & 0,7 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1,87 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -0,37 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2,44 \end{bmatrix}$$

Собственные значения матрицы A_{22} , удовлетворяющие условиям теоремы Фрабениуса-Перрона: 2,44; 0,68; $0,39 \pm 0,49 i$; - 0,6 (*перронов корень 2,44*).

При $t=15$ мс марковские параметры ответов ЭНС: $Y_1=2$; $Y_2=6,45$; $Y_3=8,5$; $Y_4=8,15$; $Y_5=9,3$; $Y_6=9$; $Y_7=8,2$; $Y_8=7,9$; $Y_9=0,1$.

Тогда исходные матрицы (без преобразований):

$$C = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} 3,22 & -6,15 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1,74 & -0,02 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1,09 & -1,76 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -0,21 & 14,65 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0,42 \end{bmatrix}$$

Собственные значения матрицы A_{22} , удовлетворяющие условиям теоремы Фрабениуса-Перрона: 3,77; 0,94; 0,51; -1,3; - 3,31 (*перронов корень 3,77*).

При $t=20$ мс марковские параметры ответов ЭНС: $Y_1=1$; $Y_2=5$; $Y_3=9,2$; $Y_4=9,3$; $Y_5=9,1$; $Y_6=9$; $Y_7=4,1$; $Y_8=0,5$; $Y_9=0,1$.

$$C = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} 5 & -15,8 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -2,68 & -0,61 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1,26 & -0,50 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -0,39 & -0,21 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 5,38 \end{bmatrix}$$

Собственные значения матрицы A_{22} , удовлетворяющие условиям теоремы Фрабениуса-Перрона: 5,35; $0,90 \pm 0,4 i$; - 0,55 $\pm 0,96 i$.

Расчет матриц A и их собственных значений λ (для линейных приближений) моделей ЭНС с помощью ММР для примера, представленного на рис. 2 показал при более широких изменениях t , что существует предельный импульс длительностью 1 мс. Его уменьшение, например, до 0,5 мс, резко изменяло линейные свойства ЭНС, что делало всю процедуру идентификации нецелесообразной. Верхний предел $t_{\max}=60$ мс, после чего в СБС-ответах появлялись колебательные составляющие. Это резко изменяло порядок m , что квалифицировалось как «точка ка-

тастрофы». Таким образом, за этими интервалами воздействий синергизм терялся, и возникали *точки катастроф*.

На уровне ФСО и систем органов (мышцы) можно также наблюдать потерю синергизма и возникновение *точек катастроф* при некоторых экстремальных воздействиях (механических или метеотропных). Рассмотрим конкретные биологические примеры. В 1998–2001 г. проводились исследования по влиянию метеотропных факторов на показатели ЧСС, АД у 2-х групп испытуемых: 1-я группа (жители г. Сургута) в возрасте 14–16 лет и 2-я возрастная группа (возраст 38–40 лет мужчины и женщины) более 10 лет проживающих на Севере. Нагрузочный тест – 30 приседаний за 1 минуту. Результаты испытаний после статистической обработки были сведены в обобщенные таблицы и графики (рис. 3, 4). Анализ позволил сделать следующие выводы:

- в 1-й группе испытуемых после выполнения нагрузочного теста было выявлено достоверное увеличение ЧСС в восстановительном периоде в дни экстремальных температурных режимов (перепады с -10°C до -25°C за 10 часов), в то время как АД практически не изменяется.

- во 2-й группе испытуемых после выполнения нагрузочного теста наблюдалось достоверное увеличение как ЧСС, так и систолического и диастолического артериального давления.

- в результате сравнительного анализа нами был сделан вывод о том, что проявление изменений функциональных показателей *сердечно-сосудистой системы* (ССС) при резкой смене температур (погодных условий) можно рассматривать в условиях дозированных физических нагрузок, как значимые физиологические показатели ранней декомпенсации со стороны СССР. В состоянии покоя эти изменения внешне не проявляются, что может привести к более позднему обращению к врачу (уже при ярко выраженной патологии СССР).

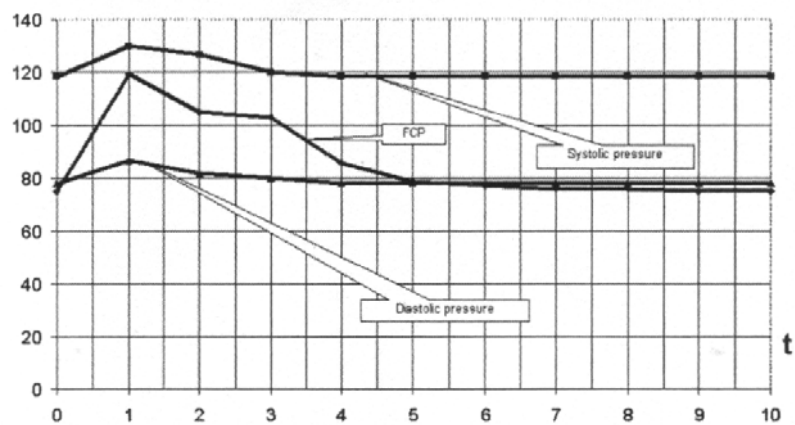


Рис. 3. Зависимость частоты сердечных сокращений и давления от физической нагрузки. Результирующий график (люди 38-40 лет), температура окружающей среды $t = -10^{\circ}\text{C}$, артериальное давления (I группы)

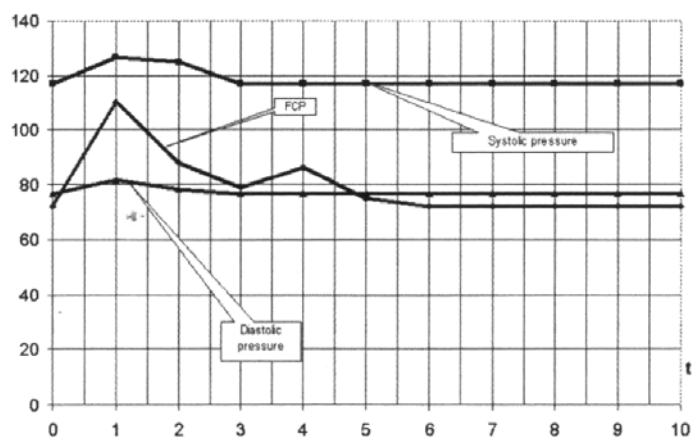


Рис. 4. Зависимость частоты сердечных сокращений и давления от физической нагрузки. Результирующий график (люди 38-40 лет), температура окружающей среды $t = -25^{\circ}\text{C}$, артериальное давления (I группы)

Использование ММР позволило установить существенные различия в собственных значениях матрицы A в условиях резкого перепада температур (от -10^0C до -25^0C). Эти различия весьма выражены для старшей возрастной группы. Существенно, что реакции ФСО в ответ на резкое похолодание весьма отличаются у 1-й и 2-й группы, что сказалось и на величинах *перронова корня* моделей БДС. Самое существенное в использовании ММР заключается в достоверном повышении порядка системы (математической модели, описывающей ФСО) с 3-го на 4-й для 1-й группы (молодежи) и с 4-го на 5-й для 2-й группы. Одновременно, после резкого понижения температуры в моделях системы регуляции функций ССС может изменяться степень синергизма в работе регуляторных элементов. Это проявляется математически в изменении величины *перронова корня* или его полном исчезновении. Так, например, для табл. 1 мы имеем *перронов корень 1,03* модели, но после охлаждения система становится не синергичной и *перронов корень* исчезает (табл. 2).

Таблица 1

Марковские параметры, наблюдаемые на выходе кардио-регуляторной нейронной сети для второй группы людей (возраст 38-40 лет), когда температура окружающей среды была $t = -10^0\text{C}$

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Minute
75	119	105	103	86	79	77	76	76	76	75	75	75	FCP

Матрица линейных приближений и собственные значения матрицы для табл. 1.

$$A = \begin{bmatrix} 0.88 & 0.09 & 0.00 & 0.00 \\ 1.00 & -1.35 & -1.20 & 0.00 \\ 0.00 & 1.00 & 0.15 & -1.12 \\ 0.00 & 0.00 & 1.00 & 1.75 \end{bmatrix} \quad \lambda = \begin{bmatrix} 1.03 & +i*0.00 \\ 0.64 & +i*0.00 \\ -0.12 & -i*0.36 \\ -0.12 & +i*0.36 \end{bmatrix}$$

Погрешность измерений при построении моделей равна 0,43%.

Таблица 2

Марковские параметры, наблюдаемые на выходе кардио-регуляторной нейронной сети для второй группы людей (возраст 38-40 лет) когда температура окружающей среды была $t = -25^{\circ}\text{C}$.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Minute
72	110	88	79	86	75	72	72	72	72	72	72	72	FCP

Матрица линейных приближений и собственные значения матрицы для табл. 2.

$$A = \begin{bmatrix} 0.80 & 0.08 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 1.00 & 1.85 & -4.90 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 1.00 & -2.50 & -0.03 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 1.00 & 5.43 & -24.01 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 & -4.34 \end{bmatrix} \quad \lambda = \begin{bmatrix} 0.15 & +i*0.00 \\ 0.21 & +i*0.17 \\ 0.21 & -i*0.17 \\ -0.09 & +i*0.22 \\ -0.09 & -i*0.22 \end{bmatrix}$$

Погрешность измерений при построении моделей равна 0,1%.

Такие эффекты говорят о десинхронизме в системе регуляции ССС после резкого перепада температур. При этом погрешность идентификации моделей не превысила 3,6 % для всех групп при различных условиях. В качестве примера в табл. 1 и табл. 2 приводятся марковские параметры, матрицы линейных приближений и их собственные характеристики для группы испытуемых, которые более десяти лет проживают на Севере.

В целом, исследования с ЧСС и АД показали целесообразность использования тестовых нагрузок с целью получения объективной информации о метеотропных реакциях ФСО у лиц разных возрастных групп. Сами же количественные значения матриц A_i ($i=1, \dots, 4$) и их собственных значений вместе с *перроновым* корнем могут успешно характеризовать тип регуляторной

системы и ее динамику в переходные режимы. Наличие *перроновых корней* всех 2-х матриц свидетельствует о возможности синергической структуры в организации регуляции работы ССС (как составной части кардио-респираторной ФСО) у испытуемых до понижения температуры, т.е. влияния метеотропных факторов. Это является также важным выводом данной работы с позиции системного анализа ФСО.

Известно, что возможности синергии в организации регуляции ФСО человека – весьма важный аспект обсуждения общих принципов управления в организме человека. Это объясняется особой устойчивостью синергических систем в живой природе, возможностью организации предельных циклов в динамике их поведения. Вообще с позиций теории фазатона мозга многие ФСО работают в режиме предельных циклов, когда фазовые траектории (поведения вектора $x=x(t)$) в ФПС описывают некоторые кривые около некоторой области устойчивого состояния.

В этой связи высказывается предположение, что при развитии патологии, действии неблагоприятных экофакторов среды сами предельные циклы в *фазовом пространстве состояний* могут смещаться. При этом амплитуды отклонений (и размерность фазового пространства) могут увеличиваться. В конечном итоге это может привести к потере устойчивости в динамике движения и, как следствие, к смерти организма. В этой связи уместно говорить и терминами динамического *хаоса*, когда области *аттрактора* могут перемещаться в фазовом пространстве для БДС и система вообще может уйти от *аттрактора* в *хаос*. Тогда старение и смерть можно рассматривать именно как такой процесс.

Как отмечалось ранее, в основе разработанного метода измерений лежит отклик биосистемы (исследуемой ткани, например) на стандартный импульс (силы), для мышц он приложен к имплантированному *рабочему ферромагнитному телу* (РФТ) – ферромагнитному шарику, предварительно введенному в ткани животного. Регистрируемые смещения РФТ подвергались дальнейшей автоматизированной обработке (рис. 5). Согласно процедуре ММР марковские параметры y_i каждого сигнала (используется ответная диаграмма смещения РФТ) находились как ординаты кривых для соответствующих значений абсцисс x_i , т.е.

интервалов времени t_i . Периоды квантования времени τ выбирались нами, основываясь на периодах длительности внешних импульсов воздействия τ . Таким образом, $x_1=\tau$, $x_2=2\tau$, ..., $x_n=n\tau$, а каждому x_i соответствуют свои значения y_i , которые для примера (рис. 5) мы измеряли в миллиметрах. В реальной ситуации общий отрезок интервала измерения y_i находился автоматически после ввода диаграмм смещения РФТ в ЭВМ с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП). При этом длительности τ задавались автоматически из выбираемых программно значений τ и задаваемых через цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) на управляющий орган-источник импульсного магнитного поля (последнее действовало на РФТ и вызывало его смещение в тканях лабораторного животного). Сам период (эпоха измерений сигнала) T определялся из числа n целых значений интервалов τ , т.е. $T=n\tau$, при которых еще $y_i>0$.

Важно отметить, что все ответные движения РФТ не имели колебательного характера движения, поэтому программное обеспечение всех измерительных процедур не вызывало сложностей. Сложности возникали в случае возникновения остаточных деформаций, когда РФТ не возвращалось в исходное состояние. Тогда, начиная с некоторого $i = k$ все последующие x_i становились одинаковыми, (это определялось с помощью ЭВМ) и процесс завершался на первом x_i для $i=k$. После этого все марковские параметры вводились в качестве y_i в программу ММР и производился расчет с 5 % погрешностью матрицы A линейного приближения вида, порядка минимальной реализации m и собственных значений матрицы линейных приближений A .

Для откликов биомеханической системы (икроножная мышца кошки, животное наркотизировано нембуталом 50 мг/кг, использовалась искусственная вентиляция), представленных на рис. 5, получены следующие значения марковских параметров y_i и их собственных значений матриц A :

– Для мышцы, находящейся в физиологическом покое, марковские параметры y_i :

23; 31; 34; 29; 12; 6; 2 (в у.е.):

собственные значения матрицы A (удовлетворяющие условиям теоремы Фрабениуса-Перрона):

$$0,73; 0,47+i*0,28; 0,47+I*-0,28; -0,34+I*-0,36; -0,34+I*0,36.$$

– Для мышцы, находящейся под воздействием миорелаксанта (когда резко снижаются упругие свойства ткани) марковские параметры y_i :

$$22; 28; 31; 27; 22; 12; 8; 5;$$

собственные значения матрицы A (не удовлетворяющие условиям теоремы Фрабениуса-Перрона):

$$0,65+i*-0,23; 0,65+I*0,23; -0,32; -0,49+I*0,8; -0,49+I*-0,8.$$

– Наконец для напряженной мышцы (в условиях тетанического сокращения) марковские параметры y_i :

$$15; 18; 10; 6; 3; 1$$

собственные значения матрицы A (не удовлетворяющие условиям теоремы Фрабениуса-Перрона):

$$0,39+i*-0,18; 0,39+I*0,18; 0,03=I*-0,57; 0,03+I*0,57; -0,71$$

Из приведенных результатов легко видеть существенные различия в инвариантах матриц моделей икроножной мышцы, которая находится в различных функциональных состояниях. Конкретно, для мышцы, находящейся в физиологическом покое (в первом случае), выполняется необходимое условие теоремы Фрабениуса-Перрона, что соответствует возможности доказательства синергической (компарментной) организации работы мышцы. Такие исследования были проведены и показали возможность получения окончательно неотрицательной матрицы A (после преобразований). Для 2-х других случаев этого показать не удалось. Очевидно, что используя разработанный метод измерений и построений моделей мышцы, можно количественно описывать функциональное состояние мышцы по результатам сравнения собственных значений матриц линейных приближений откликов биомеханической системы в ответ на стандартные внешние воздействия. Такой подход позволяет производить

объективную дифференциальную диагностику функционального состояния мышцы в условиях утомления или при воздействии различных фармакологических препаратов.

Особый научный интерес представляет использование разработанных методов для оценки состояния тканей с низкими упругими свойствами, к которым относится ткань мозга. Существенно, что уже при сравнительно небольших абсолютных деформациях этих тканей под действием РФТ могут возникать остаточные деформации, связанные с разрушением тканей мозга.

Появление остаточных деформаций (в наших исследованиях) было обусловлено двумя причинами, имеющими физическую основу. Остаточные деформации появлялись уже при значительных внешних усилиях (увеличенные значения вектора магнитной индукции $\mathbf{B}$ магнитного поля, которое вызывало движение РФТ) или их чрезмерной продолжительности. В случае кратковременности действия $\mathbf{B}$ импульс силы был недостаточен для инициирования более-менее значительного ускорения (изменения количества движения) и РФТ просто перемещалось на весьма малую величину $d\mathbf{x}$, которая была недостаточна для разрушения тканей мозга и появления остаточной деформации $\mathbf{Z}$. Таким образом, изменяя величину внешней силы $\mathbf{F}$ (путем изменения B соленоида) или величину длительности внешнего воздействия dt (задается генератором импульса тока, создающего $\mathbf{B}$), можно наблюдать появление остаточной деформации $\mathbf{Z}$, при которой резко возрастает порядок m системы уравнений, моделирующих вязко-упругие свойства тканей мозга, а сама модель подходит к точке «катастрофы», о которой уже говорилось выше.

Выполненные измерения и расчеты убедительно показали определенные перспективы разработанного подхода для количественной оценки биомеханических параметров тканей животных, находящихся в различных функциональных состояниях.

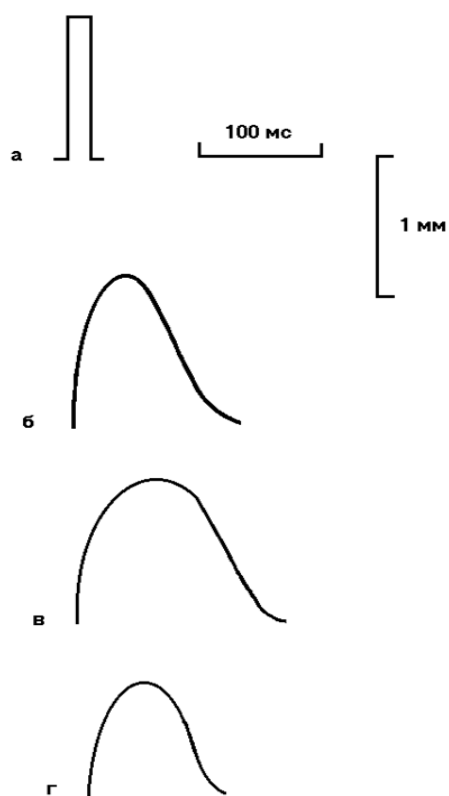


Рис. 3. Диаграммы смещения РФТ в икроножной мышце кошки (животное наркотизировано нембуталом 50 мг/кг, использовалась искусственная вентиляция легких): а) – импульс воздействия; б) – спокойное состояние мышцы; в) – после воздействия миорелаксантом; г) – тетаническое сокращение при периодическом раздражении нерва (частота стимуляции 75 Гц).

1.3. Заключение

Результаты исследований позволяют путем анализа отклика БДС на стандартное тестирующее адекватное для данного орга-

низма (или отдельной системы регуляции его функций) внешнего воздействия идентифицировать наличие синергизма в системе регуляции функций, улавливать моменты времени при которых этот синергизм исчезает и наступает рассогласование в системах регуляции ЦНС, ФСО или на популяционном уровне и, наконец, фиксировать моменты времени, когда возникают точки катастроф (при этом порядок матриц A , описывающих внутрисистемные связи, резко возрастает, а в системе возникают бифуркации рождения циклов).

Такие переходные режимы говорят о значительных структурных или функциональных перестройках в организме под действием внешних (например, экологических) факторов среды и о возможном развитии патологических процессов. Использование способов и устройств для регистрации данного явления в медицине позволит выявлять ранние (доклинические) проявления дисфункций, например, в ССС или нервно-мышечной системе, вырабатывать правильную стратегию профилактических мероприятий или даже рекомендовать человеку изменить условия (или место) проживания во избежание дальнейшего ухудшения регуляции ФСО.

Таким образом, теоретически и экспериментально установлено неизвестное ранее явление возникновения точек катастроф и изменения синергических взаимоотношений в системах регуляции биологических динамических систем в условиях воздействия неблагоприятных внешних (в частности, экологических) факторов среды на организм млекопитающих, заключающееся в том, что под влиянием внешних факторов воздействия на организм млекопитающих (физические, химические, метеотропные или др. природные факторы воздействия), происходит потеря синергического характера взаимодействия между элементами систем регуляции функций организма или любой биологической динамической системы в целом, что проявляется в потере перронового корня среди инвариант матрицы A , описывающей внутрисистемные связи, а так же в возникновении точек катастроф, при которых резко изменяется порядок (размер) матрицы A и возникают бифуркации рождения циклов в ответах БДС на стандартные тестирующие воздействия.

2. Явление неустойчивости и дрейфа интервалов стационарных режимов функционирования биологических динамических систем (БДС)

2.1. Введение

Ранее было известно, что организм человека или животных в отсутствие внешних возмущений может находиться сколь угодно долго в стационарном состоянии, когда параметры физиологических функций не изменялись и считалось, что организм млекопитающих не испытывает структурных и функциональных перестроек, в частности, в системах регуляции функций БДС.

Однако, указанные представления находились в противоречии с известными научными фактами, когда организм животного или человека резко меняет свои параметры функционирования без внешних воздействий и видимых объективных причин. Крайним проявлением таких внезапных изменений является внезапная смерть животного во время эксперимента (без видимых причин в условиях стандартной дозы наркоза), или *внезапная смерть* человека, которая уже официально признана ВОЗ. Это не может быть объяснено в рамках традиционных биологических подходов к БДС и требуют иных теоретических, и экспериментальных подтверждений и нового математического аппарата для описания.

Разработанная и экспериментально апробированная авторами ККТБ и теория идентификации таких систем в рамках ККТБ – обеспечила идентификацию различных режимов БДС и, в частности, стационарных, когда внешне все параметры организма животного или человека остаются в норме, но может наблюдаться структурно-функциональная перестройка внутренних систем регуляции БДС. Нами экспериментально обнаружено и теоретически обосновано неизвестное ранее явление неустойчивости и дрейфа интервалов *стационарных режимов* (СР) БДС. Сущность явления проявилась в изменении инвариант матрицы *A*, представляющей компартментно-кластерную модель БДС, при нанесении стандартного тестирующего импульса (внешнего

воздействия в общем случае) и регистрации ответной реакции БДС на такой импульс. В таком бихевиористическом подходе (система «черного ящика») возможно построение математических моделей БДС и идентификация матрицы A связей между *компартаментами* и вычисление ее собственных значений. Установлено, что существуют границы оптимальных значений (например, длительностей и амплитуд раздражающих тестовых импульсов для респираторных нейронных сетей), при которых эти инварианты даже при изменении выходных величин могут быть приведены к первоначальному виду по определенным правилам. Однако за пределами границ этих оптимальных интервалов инварианты резко изменяются, хотя порядок матрицы A и наличие *перронова корня* (ПК) остаются прежними (сам ПК при этом изменяет свои значения от исходных не в рамках правил).

Таким образом, левые и правые границы интервалов БДС, при которых инварианты A остаются неизменными, могут *флуктуировать* (изменяться) или даже сдвигаться влево или вправо синхронно. В последнем случае это происходит под действием повышения дозы наркотика в эксперименте на животных, при приеме лекарственных форм (транквилизаторов, кофеина) у человека. Под действием фармпрепаратов возможно также расширение или сужение интервалов СР (в пределах которых ПК не изменяется вне правил) у млекопитающих.

Существенно изменялись наши представления о СР организма млекопитающих. Ранее считалось, что все функции организма, находящегося в СР, не изменяются. На самом деле сейчас можно измерить степень таких изменений (регистрируя интервалы неизменности границ интервалов СР) по методике внешних тестирующих воздействий. Благодаря этому открытию теперь возможно объяснение механизмов внезапной смерти (резкое сужение интервала стабильности СР или его смещение в область, где жизненные показатели весьма низкие).

Внешние факторы (стресс, поллютанты и др.) могут резко изменять границы интервалов СР без существенных изменений регистрируемых функциональных и биохимических показателей организма. В эксперименте иногда животные выживали даже при разрушении структур дыхательного центра, т.к. при этом

были очень широкие диапазоны СР. Наоборот, при узких диапазонах СР, или их смещении влево (под действием наркотиков) животное могло погибнуть от остановки дыхания при незначительного объема хирургических воздействиях.

Практическое значение открытия выражается в том, что при разработке инструментальных (и достаточно быстрых) методов диагностики интервалов СР у человека, можно прогнозировать предельную психическую или физиологическую нагрузку, выбрать методы лечения при патологии, которые бы не сужали (или смещали интервалы СР) область стабильности функционирования БДС. Представляется, что если интервалы СР можно будет регистрировать просто, то мы можем оценивать количественно процессы адаптации организма к факторам среды, выздоровление или оптимальную тренировку спортсменов.

2.2. Экспериментальные и теоретические исследования

Для подтверждения достоверности открытия были проведены следующие эксперименты для трех систем *респираторные нейросети* (РНС), *мышцы* животных, *кардио-респираторная система* (КРС) организма и с помощью ККТБ произведен теоретический анализ их результатов.

На уровне клетки и межклеточных взаимоотношений мы использовали нейросети ДЦ крыс и кошек.

Осуществлялся постоянный контроль за поведением биосистем, который в наших методах идентификации базируется на контроле *стационарных режимов* БДС и линейного поведения в их динамике. Представим алгоритм идентификации СР биосистем и определения интервалов их стабильности. Одновременно раскроем сущность нового понятия стабильности (устойчивости) БДС к внешним возмущающим воздействиям. Целесообразно рассмотреть эту новую процедуру в сравнительном аспекте с уже существующей традиционной (классической) процедурой идентификации устойчивости по А.М. Ляпунову.

Отметим, что в возмущение мы приводим не ДЦ в виде модели, а самой БДС с помощью адекватных внешних воздействий. Для нейросетей мозга это могут быть электрические стиму-

лы на афферентные входы (Еськов В.М., Филатова О.Е. Куделькин В.А., 1990; Еськов В.М., Филатова О.Е., Горев Е.С., 1990), для *функциональных систем организма* (ФСО) – это или дозированная физическая нагрузка (для КРС), или механические воздействия на мышцы, или физические (химические) воздействия в виде экофакторов на популяцию.

После такого внешнего возмущения регистрируется ответ БДС в виде функции выхода биосистемы $y = y(t)$. Эти выходные сигналы квантуются сообразно с длительностью τ входного стимула и получают марковские параметры y_i , которые и используются для построения математических моделей в виде РУ или ДУ. Существенно отметить, что на первом этапе нашей процедуры мы должны идентифицировать линейные свойства БДС (*квазилинейные* в биологическом смысле), что в классической идентификации производится на третьем этапе.

После идентификации по марковским параметрам квазилинейных (в биологическом смысле с учетом погрешностей) свойств, производится идентификация интервалов устойчивости исследуемых биосистем. Для этого при заданной длительности τ воздействия и фиксированной амплитуды (или энергии E) возмущающего стимула S идентифицируются с помощью ММР матрица A математической модели БДС и ее собственные значения $\lambda_i (i=1, \dots, m)$.

Далее, длительность τ или амплитуда стимула S изменяется кратно в q раз и опять проверяются линейные свойства БДС и идентифицируются A' и λ_i . По определенным правилам (Еськов В.М., Филатова О.Е., 1994) производится сравнение значений исходных матриц A' и λ_i с вновь полученными и если различия не существенны (в пределах 5-10 % погрешностей), то делается заключение о неизменности состояния БДС под действием внешних возмущений.

Повторяя процедуру несколько раз в сторону увеличения или уменьшения q можно определить границы этих величин q_{max} и q_{min} , при которых БДС остается в рамках приблизительно неизменных структуры, параметров и функций. Соответственно находятся границы интервалов возмущения, например, по дли-

тельности $\tau_{max}=\tau q_{max}$ и $\tau_{min}=\tau q_{min}$, в пределах которых БДС сохраняет устойчивость к внешним возмущающим воздействиям.

Найденные таким образом верхние и нижние границы длительностей воздействий $[\tau_{max}, \tau_{min}]$ или амплитуд воздействий определяют границы устойчивости исследуемых БДС. Для различных исследованных БДС эти границы могли изменяться не только под действием внешних возмущений (физические, химические, воздействия экофакторов среды и т.д.), но и за счет внутренних перестроек.

Например, в ходе острого эксперимента с РНС у одного и того же животного в ходе многочасового эксперимента (в условиях наркоза) нами наблюдались существенные колебания границ интервалов устойчивости как по длительности воздействия τ , так и по амплитуде. Иными словами при внешне неизменном физиологическом состоянии всех регуляторных биосистем организма животного (температура тела, частота дыхания и сердечных сокращений, биохимические показатели и т.д.) интервалы стационарных состояний на внешние возмущающие воздействия могут флуктуировать (расширяться, сужаться, сдвигаться) без кажущихся видимых причин (например, за счет внутренних перестроек).

Более того нами были установлены возможности возникновения *точек катастроф* (Еськов В.М., Филатова О.Е., Якунин В.Е., 1990), когда не просто изменяется матрица A математической модели БДС в виде разностного уравнения:

$$\begin{aligned} x(t+1) &= Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) &= C^m x(t) \end{aligned}$$

но изменяется резко порядок моделей m , т.е. размерность *фазового пространства состояний* (ФПС), в котором вектор состояний $x=x(t)$ совершает движения. Такой переход в новое фазовое пространство в рамках классической теории А.М. Ляпунова просто невозможно представить из-за того, что уже исходно выбрана модель БДС по феноменологическим принципам и ее вид не меняется.

Таким образом, разработанный нами подход для определения интервалов устойчивости БДС на основе изменения возму-

щающих воздействий позволяет идентифицировать математические модели БДС, интервалы устойчивости в динамике их поведения и, наконец, определять *точки катастроф*. Такой подход несколько отличается от традиционного метода исследования в теории А.М. Ляпунова, но он имеет ряд сходных процедур (в несколько иной последовательности) и позволяет выходить за рамки исходного ФПС размерности τ . В классическом подходе такое практически невозможно.

Определение интервалов устойчивости крайне необходимо для клинической медицины, так как позволяет количественно определить математически теперь уже понятный термин «жизненные силы». Сейчас этому термину мы придаем конкретный математический смысл. Он связан с величиной интервала устойчивости БДС. Если такой интервал велик и БДС находится далеко от *точек катастроф*, то «жизненные силы» велики и такого пациента можно успешно оперировать, например. В противном случае экстренные воздействия нежелательны.

Интервалы устойчивости СР по ЧСС и АД были более широкими для температуры воздуха -10°C , чем для $t = -25^\circ \text{C}$. Это проявлялось в том, что увеличение (или уменьшение) числа приседаний (нагрузки) приводило к возникновению *нелинейности* (переходным, колебательным режимам) в моделях ФСО. Таким образом, устойчивость ФСО снижалась при резком перепаде температур окружающей среды.

Биомеханические свойства мышечной ткани мы исследовали в острых и хронических опытах на животных. Для этих целей в икроножную мышцу кошки под наркозом сбоку вводилось сферическое РФТ. Рана закрывалась и, если это был острый опыт, то в перпендикулярном направлении подавался достаточно короткий импульс *магнитного поля* (МП) (магнитная индукция в зависимости от вида экспериментов изменялась от $B=0,05$ Тл до $B=0,2$ Тл).

В хроническом опыте мы добивались полного заживания раневого канала и, далее, под наркозом производилась указанная процедура. Для наркоза использовался нембутал в дозе до 50 мг/кг а при введении миорелаксанта легкие кошки принудительно вентилировались. В серии опытов мы исследовали био-

механические параметры мышечной ткани в условиях нарастания подводимой магнитной индукции внешнего МП, т.е. усиления внешнего возмущающего воздействия.

Период квантования выходного сигнала T (во времени) определялся длительностью внешнего тестирующего импульса. Исходя из величины этого T квантовался весь выходной аналоговый сигнал (зависимость величины смещения ФТ от времени, т.е. $S=S(t)$) и получались марковские параметры y_i . Для этих параметров с помощью ММР и ЭВМ находилась исходная матрица A и ее инварианты.

Для всех значений индукции магнитного поля B , представленных на диаграммах смещения ФТ (рис. 5.), были получены матрицы Q и соответствующие уравнения. В качестве примера, иллюстрирующего весь представленный выше алгоритм, использовались результаты расчета матрицы A и Q для первого значения B (рис. 5). В этом случае смещения еще не значительны и в ткани не возникают остаточные деформации, которые характерны для биоэластомеров, т.е. мы работали в рамках закона Гука для биомеханических систем, при которых можно регистрировать границы СР мышц.

Разработанный теоретический подход в рамках ККП и ККТБ, автоматизированный комплекс и запатентованный программный продукт позволяют реально идентифицировать изменение устойчивости БДС, уход БДС из этого устойчивого состояния и оценить степень ухода от синергизма в биомеханической системе под действием внешних управляющих (возмущающих для БДС) воздействий. Это может быть использовано в практической медицине (и не обязательно для мышц). В рамках такого подхода можно оценивать и релаксационные процессы в биополимерах в ответ на внешние возмущающие воздействия.

Появление остаточных деформаций (в наших исследованиях) было обусловлено двумя причинами, имеющими физическую основу. Остаточные деформации появлялись уже при значительных внешних усилиях (увеличенные значения вектора магнитной индукции B магнитного поля, которое вызывало движение РФТ) или их чрезмерной продолжительности. В случае кратковременности действия B импульс силы был недоста-

точен для вызывания более-менее значительного ускорения (изменения количества движения) и РФТ просто перемещалось на весьма малую величину dx . Таким образом, изменяя величину внешней силы F (путем изменения B соленоида) или величину длительности внешнего воздействия dt (задается генератором импульса тока, создающего B), можно наблюдать появление остаточной деформации 2 при которой резко возрастает порядок т системы уравнений, моделирующих вязко-упругие свойства тканей мозга, а сама модель подходит к точке «катастрофы», о которой уже говорилось выше (Еськов В.М., Бондарева В.В., Попов Ю.М., 2002).

В целом, выполненные измерения и расчеты убедительно показали определенные перспективы разработанного подхода для количественной оценки биомеханических параметров тканей животных, находящихся в различных функциональных состояниях под действием внешних возмущающих воздействий.

2.3. Заключение

Теоретически и экспериментально установлено неизвестное ранее явление нестабильности и дрейфа интервалов СР функционирования БДС, заключающееся в том, что спонтанно или под влиянием внешних воздействий наблюдаются изменения границ оптимальных воздействий (левой и правой границы отдельно) или их синхронного дрейфа (в область более низких или более высоких значений параметров внешних воздействий), при этом изменение интервала СР сопровождается изменением инвариант матрицы A , входящей в математическую модель БДС (без изменения ее порядка), и нарушаются условия соответствия между исходными матрицами и матрицами, получаемыми после изменения параметров внешних воздействий, т.е. на краях этих интервалов стабильности СР (внутри его инварианты A изменяются по определенному правилу), все это обусловлено спонтанными структурно-функциональными перестройками в системах регуляции БДС.

Данное открытие позволяет, путем анализа отклика БДС на стандартное тестирующее адекватное для данного организма

(или отдельной системы регуляции его функций) внешнего воздействия, регистрировать интервалы устойчивости БДС или их смещения в системе регуляции функций, улавливать моменты времени при которых эти интервалы сдвигаются синхронно или отдельно друг от друга и наступает рассогласование в системах регуляции ЦНС, ФСО или на популяционном уровне и, наконец, фиксировать моменты времени, когда возникают *точки катастроф* (при этом порядок матриц A , описывающих внутрисистемные связи, резко возрастает, а в системе возникают *бифуркации* рождения циклов).

Такие переходные режимы говорят о значительных структурных или функциональных перестройках в организме под действием внешних (например, экологических) факторов среды или о возможном развитии патологических процессов (если происходят резкие изменения интервалов устойчивости БДС). Использование способов и устройств для регистрации данного явления в медицине позволяет выявлять ранние (доклинические) проявления дисфункций, например, в ССС или нервно-мышечной системе (путем регистрации дрейфа интервалов устойчивости ФСО), вырабатывать правильную стратегию профилактических мероприятий или даже рекомендовать человеку изменить условия (или место) проживания во избежание дальнейшего ухудшения регуляции ФСО.

3. Закономерность изменения параметров реальных аттракторов состояния биоорганизмов под действием внешних факторов и внутренних изменений

3.1. Введение

Известно достаточно много экспериментальных фактов, которые описывали различные изменения в системах регуляции жизненных функций организма человека или животных при заболеваниях или с возрастом в условиях внешних (в том числе и экологических) воздействий. Однако, во всех этих исследованиях отсутствуют точные количественные (математические) критерии наличия системных, кластерных, изменений в наблюдае-

мых БДС и отсутствуют способы регистрации резкого изменения таких взаимоотношений под действием внешних факторов (или внутренних перестроек) на системном уровне. Вместе с тем измерение статистических изменений по отдельным компонентам *вектора состояния системы* (ВСС) не дает общую, математически доказываемую картину изменения функций БДС, а позволяет лишь идентифицировать отдельные наиболее значимые диагностические признаки.

Настоящее открытие впервые в рамках анализа параметров *реальных аттракторов* (РА) поведения ВСС, которые аппроксимируются на поведение *идеальных аттракторов* (ИА) изучаемых БДС, позволяет количественно идентифицировать различия в состоянии БДС (процессы старения, болезни, действие экофакторов и т.д.) по изменению параметров *аттракторов* движения ВСС до изменения (воздействия экофакторов заболевания и т.д.) и параметров РА систем регуляции БДС после изменений, а также устанавливать моменты времени, когда под неблагоприятным внешним воздействием или заболеванием, старением и т.д. быстро изменяются внутренние свойства БфДС, их систем регуляции, взаимоотношений между блоками (компартаментами) и могут возникать даже *точки катастроф*. В последнем случае резко меняются параметры РА, увеличивается расстояние между центром исходного РА и нового РА, размерность ФПС, после воздействий (изменений) изучаемой БДС. В частности, могут появиться *бифуркации* рождения циклов более высоких порядков, чем исходные, изменяются свойства БДС по отношению к исходным или БДС вообще переходит в *мортальный аттрактор* (МА), где время существования организма (жизни) весьма ограничено (смерть может наступить в любой момент времени!)

Традиционные методы исследования и подходы не позволяли с помощью ЭВМ и формального математического аппарата регистрировать изменения свойств БДС, т.к. регистрировали только изменения отдельных параметров, (например, потерю синергизма или устойчивости в БДС, возникновение *точек катастроф*, патологических режимов работы БДС). Более того, такие перестройки, например, ФСО, не фиксировались как скач-

ки в динамике поведения биосистем и человек, попадающий в состояние *предболезни* (до официальной регистрации начала заболевания), или находящийся в условиях крайнего Севера, у которого авторы регистрировали такие резкие переходы в рамках нового подхода, – оставался в традиционной биомедицинской классификации человеком с нормально функционирующими ФСО, т.е. считался здоровым, без патологий. Более того, такие люди при попадании в смертельные РА (когда жить оставалось недолго), по внешним признакам считались здоровыми, хотя скоропостижно умирали на своих рабочих местах. Регистрация таких ранних (или скрытых) изменений возможна в рамках *компарментно-кластерного подхода* (ККП), *теории хаоса и синергетики* (ТХС).

В результате созданной ККТБ разработаны новые методы идентификации параметров РА и их аппроксимации на параметры ИА с помощью параметров РА БДС в рамках этой ККТБ и новой ТХС. Авторами экспериментально обнаружены и теоретически обоснованы: возможность регистрации явления изменения параметров РА и ИА ВСС для БДС, находящихся под воздействием экофакторов, при заболеваниях, старении и др. изменениях, когда происходит резкое изменение динамики процессов; на основе анализа параметров РА в фазовом пространстве состояний, в частности, анализа объемов V_g для РА, координат их центров C_a и расстояний Z между центрами РА до воздействия и после изменений (из-за старения, заболевания, приближения к *смертельному аттрактору*) авторы установили новое явление изменения параметров РА в ФПС и количественно показали характер этих изменений.

Научное значение открытия заключается в том, что оно позволяет осуществлять более дифференцированный, индивидуальный и одновременно интегрированный системный (кластерный) подход в оценке состояния параметров БДС (экосистема, для ЦНС отдельных индивидуумов, их ФСО и др. БДС) и их изменения под действием факторов внешней или внутренней среды (или при старении, заболеваниях), производить раннюю диагностику возможных отклонений в системах регуляции БДС, объяснять возможность перехода БДС (и организма в целом) в МА, в оценке

реакции человека, животных и растений на предъявляемые внешние воздействия в экспериментальных или естественных (в том числе и при заболевании) условиях. Фактически, речь идет о новом подходе в изучении БДС с позиций ККТБ и ТХС, о новых методах в оценке тяжести развития патологического процесса (по изменению V_g , C_a и Z) и скорости старения организма (по оценке скорости движения центра РА к области МА).

Стало возможным формально регистрировать в рамках *системного анализа* и *синтеза* степень развития патологии, старения, отклонения параметров ВСС от нормы в БДС, изменений состояния БДС до возникновения патологических режимов, оценивать количественно степень эффективности терапевтических и других мероприятий (лечебной физкультуры, методов восстановительной медицины и др.), а также количественно регистрировать скорость старения организма человека и животных.

Практическое значение открытия выражается в том, что стало возможным выявлять доклинические (предпатологические) изменения в организме человека или животных (последнее в условиях экспериментов), количественно оценивать эффективность используемых методов лечения по степени изменения расстояния между РА заболевшего и его исходным (до заболевания) РА, а также оценивать по Z , C_a и V_g степень неблагоприятного воздействия факторов среды на БДС (организм человека и животных, экосистемы и др.).

3.2. Экспериментальные и теоретические исследования

Сущность открытия состоит в том, что нами обнаружено с помощью разработанных новых методов исследований и с помощью новых программ ЭВМ, ТХС, в частности, на базе синергетических методов идентификации параметров *реальных аттракторов* (РА) БДС, явление изменения параметров РА движения ВСС в ФПС с изменением возраста, под действием факторов среды или при заболеваниях, которое возникает из-за изменения взаимоотношений в системах регуляции БДС, причем изменения параметров реальных аттракторов движения ВСС в ФПС приводят к изменениям объема V_g РА, координат C_a цен-

тра РА, к увеличению расстояния 7 между исходными центрами РА (до возникновения изменений) и после изменений (под действием экофакторов, заболевания, старения) в динамике движения ВСС, однако после прекращения действия этих факторов (угнетения, подавления деятельности БДС), или после выздоровления, например, эти параметры (V_g , C_a и Z) могут возвращаться в состояние параметров исходных РА. По степени изменения этих параметров (V_g , C_a и Z) можно судить о степени патологии (тяжести заболевания), силе действия факторов среды или скорости развития патологии (старения), т.е. настоящее явление дает в руки экологов, биологов и медиков новые механизмы регистрации силы и скорости изменений функций организма или для оценки эффективности лечения (как быстро и эффективно восстанавливаются V_g , C_a и Z до исходного уровня). Данное явление позволяет дать интегральную оценку степени влияния негативных факторов среды на население, например, факторов Югры на население округа (ХМАО-Югры).

Для подтверждения достоверности открытия были проведены эксперименты и наблюдения на трех уровнях организации БДС (клеточном, уровень ФСО и популяционном уровне). С помощью ККТБ и ТХС произведен теоретический анализ результатов этих исследований, выполнены расчеты изменений параметров РА БДС в условиях внешних воздействий, при развитии патологий, при проведении лечебно-оздоровительных мероприятий, при широтных перемещениях.

Если воздействия даже мало значительны, то ответные реакции РНС и ФСО (КРС) в целом на входные тестирующие импульсы могут приводить к существенным изменениям V_g , C_a и увеличению расстояния Z между центром исходного реального аттрактора ВСС (животного) и после таких воздействий. Такие процессы могут происходить даже при изменении параметров тестирующих импульсов. Например, при увеличении длительности или амплитуды их колебаний.

В целом, исследования с ЧСС и АД показали целесообразность использования тестовых нагрузок с целью получения объективной информации о метеотропных реакциях ФСО у лиц разных возрастных групп. Сами же количественные значения

параметров РА могут успешно характеризовать тип регуляторной системы и ее динамику в переходные режимы. Это является также важным выводом данной работы с позиции системного анализа ФСО. Особенно это проявляется при анализе лечебных, лечебно-физкультурных и физкультурных мероприятий, когда значительно изменяется V_g , C_a , и Z , хотя статистические изменения могут быть незначительны (или отсутствовать вообще). Приведем конкретные примеры. Первый пример связан с оздоровительными поездками 300 детей сотрудников ОАО СНГ в санаторий «Юный нефтяник» весной 2007 года.

Представим сравнительные характеристики параметров (координат) ВСОЧ испытуемых при выполнении 4-х измерений (до отъезда, сразу после приезда в санаторий, перед отъездом из санатория и после приезда в г. Сургут). Заметим, что статистические данные не всегда дают достоверные различия изучаемых параметров ВСОЧ (табл. 3, 4, 5).

Таблица 3

Динамика показателей кардио-респираторной системы мальчиков и девочек ХМАО-Югры весной 2007 года по данным вариационной пульсометрии и оксиметрии ($X \pm SD$)

Показатели	Сургут (отъезд) (n=95)	Туапсе (приезд) (n=141)	Туапсе (отъезд) (n=141)	Сургут (приезд) (n=60)
SIM, усл. ед.	3,22+3,1	4,25+4,17	4,31+3,8	2,93+2,8
PAR, усл. ед.	14,1+4,9	12,7+5,5	12,1+5,48	14,5+5,37
HR, уд/мин	87,0+10,2	90,0+11,2	89,3+9,98	84,6+12,0
INB, усл. ед.	46,6+44,3	57,1+53,5	62,8+55,06	45,5+45,3
SPO ₂ , отн. ед.	97,84+0,78	97,89+0,05	97,95+0,8 1	97,77+1,00
SDNN, мс	56,95+20,5	49,8+16,8*	48,1+18,1	59,3+23,4

Условные обозначения: SIM – параметры активности симпатического отдела ВНС; PJK – параметры активности парасимпатического отдела ВНС HR–ЧСС; INB – индекс напряжения Баевского; SPO₂ – степень насыщения крови кислородом; SDNN – стандартное отклонение кардиоинтервалов за 5 мин регистрации. * – $p < 0,05$ по сравнению с отъездом из Сургута

Сравнительный статистический анализ данных «отъезд – приезд» в группе мальчиков и девочек достоверных различий не выявил.

Отметим, что в средней полосе России уровень SpO_2 составляет – 93-94 %, в условиях ХМАО — 98-99 %. Кратковременный отдых в Туапсе способствовал снижению SpO_2 у мальчиков, для снижения SpO_2 у девочек этого времени, по всей вероятности, оказалось недостаточно, различия между мальчиками и девочками по этому показателю сохранились и после возвращения из санатория домой (табл. 3).

Установлено, что после приезда в Туапсе 41 % детей являлись парасимпатотониками, 52 % – нормотониками и 7 % – симпатотониками. К концу пребывания в Туапсе показатели изменились следующим образом 35 %, 57 %, 8 %, соответственно. Таким образом, к концу отдыха в санатории наметилась некоторая тенденция к снижению числа ваготоников (тоников) и увеличению нормо- и симпатотоников (фазиков). Однако эти проявления статистически не выражены.

Таблица 4

Динамика показателей кардио-респираторной системы мальчиков ХМАО-Югры весной 2007 года по данным вариационной пульсометрии и оксиметрии ($X \pm SD$)

Показатели	Сургут (отъезд) (n=40)	Туапсе (приезд) (n=60)	Туапсе (отъезд) (n=60)	Сургут (приезд) (n=26)
SIM, усл. ед.	3,01+3,1	4,30+4,1	3,48+2,6	2,12+2,00
PAR, усл. ед.	13,9+4,5	12,4+5,3	12,7+4,9	16,65+4,98#
HR, уд/мин	85,7+8,2	87,8+10,6	86,7+9,1	80,2+7,5#
INB, усл. ед.	42,75+32,6	50,0+35,8	52,4+40,2	30,65+24,6
SpO_2 , отн. ед.	97,65+0,7	97,9+0,89#	97,88+0,86	97,42+0,71#
SDNN, мс	56,8+19,3	50,45+15,3	49,7+17,7	67,8+25,3#

*– $p < 0,05$ девочки по сравнению с мальчиками; # – $p < 0,05$ по сравнению с отъездом из Сургута. Условные обозначения те же, что и в табл. 3.

Таблица 5

**Динамика показателей кардио-респираторной системы девочек
ХМАО-Югры весной 2007 года по данным вариационной
пульсометрии и оксиметрии ($\bar{X} \pm SD$)**

Показатели	Сургут (отъезд) (n=55)	Туапсе (приезд) (n=81)	Туапсе (отъезд) (n=81)	Сургут (приезд) (n=34)
SIM, усл. ед.	3,32±3,1	4,21±4,16	4,93±4,4	3,56±3,26
PAR, усл. ед.	14,1±5,2	12,9±5,7	11,6±5,8#	12,85±5,13*
HR, уд/мин	87,9±11,4	91,3±11,6	91,2±10,2	87,9±10,6*
INB, усл. ед.	49,5±5 1,2	62,9±60,4	70,6±62,9	56,8±53,9*
SPO ₂ , отн. ед.	97,98±0,81*	97,88±0,83	98,0±0,78	98,03±0,79*
SDNN, мс	57,1±21,5	49,4±17,9#	46,8±18,4#	52,7±19,7

* – $p < 0,05$ девочки по сравнению с мальчиками; # – $p < 0,05$ по сравнению с отъездом из Сургута. Условные обозначения те же, что и в табл. 4.

Таблица 6

**Результаты обработки данных аттрактора параметров
кардио-респираторной системы (перед отъездом в санаторий,
г. Туапсе)**

Размерность фазового пространства, m=13	
IntervalX1=19.0	AsymmetryX1= 0.3275
IntervalX2= 24.0	Asymmetry X2= 0.0417
IntervalX3= 83.0	Asymmetry X3= 0.1134
IntervalX4=287.0	Asymmetry X4= 0.3602
IntervalX5= 62.0	Asymmetry X5= 0.45 16
IntervalX6 =14539	Asymmetry X6= 0.3328
IntervalX7 =11533	Asymmetry X7= 0.2136
IntervalX3= 11540	Asymmetry X8= 0.2645
IntervalX9= 82237	Asymmetry X9= 0.3948
IntervalX10= 57.0	Asymmetry X10=0.0 132
IntervalX11= 60.0	Asymmetry X11=0.0078
IntervalX12= 5.35	Asymmetry X12 0.2 524
IntervalX13= 96.0	Asymmetry X13= 0.083 7
General asymmetry value rX= 33057.2	
General V value : 1.88E+032	

Для сравнения с результатами статистической обработки данных представим результаты анализа этих же данных в рамках теории хаоса и синергетики. В табл. 6, 7 представлены параметры аттракторов ВСОЧ для обобщенной группы детей (мальчики и девочки) перед отъездом из Сургута (табл. 6) и после приезда в г. Сургут из санатория (табл. 7).

Легко видеть существенные различия в параметрах V_g аттракторов ВСОЧ до отъезда в санаторий и после приезда из него. Так, объем параллелепипеда, внутри которого находится аттрактор движения ВСОЧ, до отъезда составлял $1,88E+032$, а после возвращения из санатория его объем уменьшился почти на два порядка и составил $3,83E+030$. Показатель асимметрии gX также уменьшился с 33057,2 до 10609,8 единиц.

По трем наиболее характерным координатам ВСОЧ (параметрам порядка), а именно, степени насыщения гемоглобина крови кислородом (SPO_2), показателям активности *симпатической* и *парасимпатической* вегетативной нервной системы внешний вид аттракторов (в трехмерном пространстве признаков) представлен на рис. 6. В целом, следует сказать, что анализ параметров аттракторов поведения ВСС более контрастен и разителен, чем традиционный анализ в рамках математической статистики и биометрии (последний почти не дал результатов).

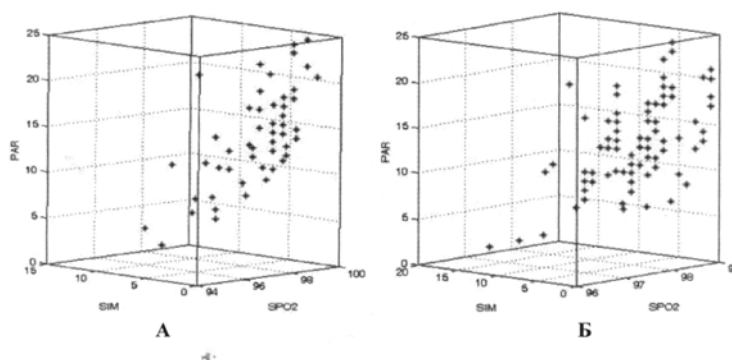


Рис. 6. Показатели параметров аттракторов детей до отъезда в санаторий (А) и после приезда из санатория (Б).

**Результаты обработки данных аттрактора параметров
кардио-респираторной системы (после приезда из санатория,
г. Сургут)**

Размерность фазового пространства, m=13	
IntervalX1=13.0	AsymmetryX1= 0.2744
IntervalX2= 24.0	Asymmetry X2 =0.0625
IntervalX3= 46.0	Asymmetry X3= 0.0525
IntervalX4=222.0	Asymmetry X4= 0.3357
IntervalX5= 5.0	Asymmetry X5= 0.2533
IntervalX6 =12875	Asymmetry X6= 0.2449
IntervalX7 =16394	Asymmetry X7= 0.2804
IntervalX8= 13784	Asymmetry X8= 0.2746
IntervalX9 =35165	Asymmetry X9= 0.2330
IntervalX10= 62.0	Asymmetry X10=0.0712
IntervalX11= 62.0	Asymmetry X11=0.0712
IntervalX12= 5.82	Asymmetry X12 =0.2252
IntervalX13= 105.0	Asymmetry X13= 0.1448
General asymmetry value rX= 10609	
General V value : 3.83E+030	

Уменьшение размеров аттракторов ВСС после приезда (отдыха в санатории) свидетельствует о снижении степени разброса в ФПС нахождения ВСС в условиях широтного перемещения детей. Отметим, что расширение границ *аттракторов* сигнализирует о том, что некоторые дети входят в область патологии, которая вполне еще и не проявляется. Однако показатели КРС уже сигнализируют о неудовлетворительной адаптации, отклонении от нормы. Очевидно, что после приезда из санатория *аттрактор* ВСС сужается за счет нормализации всех функций организма для всей группы обследованных детей. В целом, методы ТХС более репрезентативны, чем традиционные детерминистско-стохастические. Рассмотрим еще один пример управляющих мероприятий (физические нагрузки) на параметры ВСС сравнительно с традиционным стохастическим подходом.

Известно, что главным фактором, усложняющим процесс развития ФСО и НМС, в частности, в условиях Севера РФ, остается гипокинезия в условиях длительного пребывания в закрытых помещениях. Именно этот фактор проявляется в ряде компенсаторных реакций НМС на уровне КРС. Действительно, как показали наши исследования, любая значительная физическая нагрузка вызывает у среднестатистического учащегося школ Югры реакцию, которая существенно отличается от такой же у ученика средней полосы РФ. Указанная реакция НМС проявляется в отличиях показателей индекса активности *симпатического отдела* вегетативной нервной системы, индекса активности *парасимпатического отдела* вегетативной нервной системы и индекса напряженности (ИНБ) на стандартные физические нагрузки как у спортсменов (по различным видам спорта), так и у нетренированных лиц.

В этом блоке обследований участвовали студенты Сургутского государственного университета (юноши и девушки) с разным уровнем физической подготовки. Показатели снимались до и после физической нагрузки. Обследуемых условно разделили на две группы: 1 – студенты, занимающиеся *физической культурой* не регулярно (лишь 2 раза в неделю в рамках государственной программы); 2 – студенты, занимающиеся регулярно игровыми видами спорта (футбол, волейбол, баскетбол).

Исследовались показатели вегетативной нервной системы у 2 групп испытуемых в ходе выполнения стандартных физических упражнений в соответствующих видах спорта. Было установлено, что обобщенный показатель активности *симпатической нервной системы* (СИМ) студентов, занимающихся игровыми видами спорта, до физкультурных тренировок составлял $2,29 \pm 0,86$. После тренировок показатель СИМ составил соответственно: $6,07 \pm 2,35$. Одновременно показатели *парасимпатической нервной системы* (ПАР) до тренировок у этой же группы испытуемых составили: $19,86 \pm 2,88$, а после тренировок ИЛУ имел значение $11,64 \pm 2,87$ (табл. 8). ИНБ до и после нагрузки составлял $33,57 \pm 13,27$ и $131,43 \pm 74,85$ соответственно. По показателям ЧСС и SP_{O_2} (процент содержания оксигемоглобина в крови испытуемых) существенных различий не наблюдается.

Отметим, что показатели ВНС из табл. 8 являются координатами ВСОЧ (x_0 =СИМ, x_1 =ПАР, x_2 =ИНБ, x_3 =SP0₂, x_4 =ЧСС).

Резко по всем показателям отличаются студенты юноши, занимающиеся *физической культурой* не регулярно (лишь 2 раза в неделю в рамках государственной программы по ФК) до и после предъявления нагрузки. Их средние арифметические значения после нагрузки возрастают в несколько раз и составляют для СИМ: с 3,27+1,91 до 18,73+4,50 соответственно. Показатели ПАР снижаются с 14,20+3,46 до 3,40+1,27. Наибольшее различие мы видим для показателя ИНБ – он практически в 10 раз возрастает после нагрузки и составляет 458,00+136,79 при значении 49,00+20,56 до нагрузки. Показатель SP0₂ до нагрузки составил 98,33+0,62, а после 98,07+0,39.

Таблица 8

Результаты статистической обработки данных измерений показателей кардио-респираторной ФСО юношей до и после физической нагрузки, занимающихся игровыми видами спорта и не регулярно занимающихся спортом.

Юноши			
Показатели ВНС	Нагрузка	Игровые виды спорта	Не регулярно занимающиеся спортом
СИМ	до	2,29+0,86	3,27+1,91
	после	6,07+2,35	18,73+4,50
ПАР	до	19,86+2,88	14,20+3,46
	после	11,64+2,87	3,40+1,27
ИНБ	до	33,57+13,27	49,00+20,56
	после	131,43+74,85	458,00+136,79
SP0 ₂	до	98,07+0,58	98,33+0,62
	после	97,43+0,74	98,07+0,39
ЧСС	до	80,50+8,16	85,00+9,03
	после	95,43+7,62	120,60+6,45

Здесь: СИМ – показатель активности симпатической вегетативной нервной системы (ВНС), ПАР – показатель активности парасимпатической ВНС, ЧСС – частота сердечных сокращений, ИНБ – показатель индекса Баевского (в у.е.), SP0₂ – процент содержания оксигемоглобина в крови испытуемых. <x> – среднее арифметическое значение; dx — погрешность измерения.

Использование новых подходов ТХС основаны на анализе параметров аттракторов ВСС, на сравнении параметров различных кластеров, представляющих биологические динамические системы, К этим кластерам могут относиться одни и те же биосистемы, но находящиеся в разных физических состояниях (биосистема изучалась до и после предъявляемой нагрузки). В наших исследованиях мы брали пять координат ВСС по параметрам показателей *вегетативной нервной системы* (ВНС) испытуемых (студентов мужчин).

Таблица 9

Параметры аттракторов вектора состояния организма видами спорта юношей, занимающихся игровыми видами спорта

Игровые виды спорта (юноши)	До тренировки	
	Количество измерений N= 14	
	Размерность фазового пространства = 5	
	IntervalX0= 5,00	AsymmetryX0 =0,04
	IntervalX1= 19,00	AsymmetryX1= 0,03
	IntervalX2= 70,00	AsymmetryX2= 0,16
	IntervalX3= 3,00	AsymmetryX3= 0,19
	IntervalX4= 50,000	AsymmetryX4= 0,09
	General asymmetry value rX = 12,315	
	General V value : = 9,98 · 10 ⁷	
	После тренировки	
	Количество измерений второго массива N = 14	
	Размерность фазового пространства = 5	
	Interval X0= 17,00	Asymmetry X0= 0,20
	Interval X1 = 19,00	Asymmetry X 1 = 0,09
	Interval X2= 480,00	Asymmetry X2= 0,27
	Interval X3= 4,00	Asymmetry X3= 0,11
	Interval X4= 50,00	Asymmetry X4= 0,05
	General asymmetry value rX=128,654	
	General V value : 3,1 · 10 ⁷	

Из табл. 8, 9, 10 следует, что общее число измерений координат фазового пространства равняется пяти, а *аттракторы* движения ВСС до и после предъявления физической нагрузки

занимают разные области в фазовом пространстве (кроме того, что они имеют разные объемы).

Анализируя табл. 9 и 10, мы видим следующую картину. У юношей, занимающихся игровыми видами спорта, общий показатель асимметрии (R_x – расстояние между геометрическим центром аттрактора и статистическим центром) до тренировки равен 12,315, после тренировки 128,654. Объем m -мерного параллелепипеда, ограничивающего *аттрактор* $9,98 \cdot 10^7$ до нагрузки и $3,1 \cdot 10^7$ после, т.е. объем увеличивается в 30 раз после предъявляемой нагрузки по сравнению с исходным.

Таблица 10

Результаты анализа исключения отдельных признаков

Объем первого аттрактора	Объем второго аттрактора	Различие между объемами аттракторов	Относительная погрешность
$V_{y0}=9,98 \cdot 10^5$	$V_{x0}=3,1 \cdot 10^7$	$dif=3,0 \cdot 10^7$	$R0=96,783\%$
$V_{y1}=1,99 \cdot 10^5$	$V_{x1}=1,82 \cdot 10^6$	$dif1=1,63 \cdot 10^6$	$R1=89,063\%$
$V_{y2}=5,25 \cdot 10^4$	$V_{x2}=1,63 \cdot 10^6$	$dif2=1,5 \cdot 10^6$	$R2=96,063\%$
$V_{y3}=1,43 \cdot 10^4$	$V_{x3}=6,46 \cdot 10^5$	$dif3=5,04 \cdot 10^4$	$R3=77,941\%$
$V_{y4}=3,33 \cdot 10^5$	$V_{x4}=7,75 \cdot 10^6$	$dif4=7,42 \cdot 10^6$	$R4=95,711\%$
$V_{y5}=1,99 \cdot 10^4$	$V_{x5}=6,2 \cdot 10^5$	$dif5=6,0 \cdot 10^5$	$R5=96,783\%$

Используя разработанные и запатентованные программные продукты мы определили расстояние между центрами двух *аттракторов* движения ВСС юношей, занимающихся игровыми видами спорта до и после нагрузки – Z , которое составляет $Z0=99,404$. Методом исключения отдельных признаков был выполнен системный синтез с помощью ЭВМ, который учитывает влияние X признака (в нашем случае это параметры ВНС) на величину Z (расстояние между центрами *аттракторов*). Было установлено, что более значительным является признак $X3$ (показатель индекса Баевского) (табл. 10), так как при его исключении существенно изменяется расстояние и составляет $Z3=17,467$. При анализе объемов *аттракторов* следует обратить внимание на параметр $R0= 96,783 \%$ (относительная по-

грешность), что показывает степень изменения объема аттракторов для каждого кластера до и после уменьшения размерности фазового пространства. При уменьшении относительных размеров объемов (V_x), анализируя параметры системы, можно сделать заключение о существенной (если параметры существенно меняются) или несущественной (параметры почти неизменны) значимости конкретного, каждого X компонента ВСС юношей, занимающихся игровыми видами спорта для всего вектора $X=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$. Анализируя этот параметр до и после нагрузки, можно отметить, что при исключении признаков наиболее значимым является $R3=77,941\%$, именно при его исключении объемы существенно уменьшаются.

Таблица 11

Параметры аттракторов вектора состояния организма юношей, не регулярно занимающихся спортом

Не тренируемые юноши	До тренировки	
	Количество измерений N= 15	
	Размерность фазового пространства = 5	
	IntervalX0= 13,00	AsymmetryX0=0,25
	IntervalX1= 20,00	AsymmetryX1= 0,01
	IntervalX2= 110,00	AsymmetryX2= 0,15
	IntervalX3= 4,00	AsymmetryX3= 0,33
	IntervalX4= 50,000	AsymmetryX4= 0,02
	General asymmetry value rX = 16,41	
	General V value : = 5,72 · 10 ⁶	
	После тренировки	
	Количество измерений второго массива N = 15	
	Размерность фазового пространства = 5	
	Interval X0= 30,00	Asymmetry X0= 0,18
	Interval X1 = 8,00	Asymmetry X 1 = 0,20
	Interval X2= 770,00	Asymmetry X2= 0,18
	Interval X3= 2,00	Asymmetry X3= 0,03
	Interval X4= 41,00	Asymmetry X4= 0,12
	General asymmetry value rX=137,19	
	General V value : 1,51· 10 ⁷	

У юношей, не регулярно занимающихся спортом, общий показатель асимметрии – расстояние между геометрическим центром *аттрактора* и статистическим центром) до тренировки равен 16,41 после тренировки расстояние сильно увеличивается и составляет 137,198. Объем 5-мерного параллелепипеда составляет $5,72 \cdot 10^6$ до нагрузки и $1,51 \cdot 10^7$ после (табл. 11), также можно отметить, что после предъявляемой нагрузки в 3 раза возрастает объем.

Расстояние между центрами двух *аттракторов* движения ВСС юношей, не регулярно занимающихся спортом, до и после нагрузки составляет $Z_0=410,979$. Методом исключения отдельных признаков был выполнен системный синтез с помощью ЭВМ, который учитывает влияние X_1 признака (в нашем случае это параметры ВНС) было установлено, что более значительным является признак X_3 (показатель индекса Баевского) (табл. 8), так как при его исключении существенно изменяется расстояние и составляет $Z_3 = 40,290$.

Таблица 12

Результаты анализа исключения отдельных признаков

Объем первого аттрактора	Объем второго аттрактора	Различие между объемами аттракторов	Относительная погрешность
$V_{y0}=5,72 \cdot 10^6$	$V_{x0}=1,57 \cdot 10^7$	$dif=9,43 \cdot 10^6$	$R_0=62,25\%$
$V_{y1}=4,4 \cdot 10^5$	$V_{x1}=5,1 \cdot 10^5$	$dif1=6,51 \cdot 10^4$	$R_1=12,89\%$
$V_{y2}=2,9 \cdot 10^5$	$V_{x2}=1,9 \cdot 10^6$	$dif2=1,61 \cdot 10^6$	$R_2=84,90\%$
$V_{y3}=5,2 \cdot 10^4$	$V_{x3}=1,9 \cdot 10^4$	$dif3=2,86 \cdot 10^3$	$R_3=15,65\%$
$V_{y4}=1,4 \cdot 10^6$	$V_{x4}=7,6 \cdot 10^6$	$dif4=6,15 \cdot 10^6$	$R_4=81,13\%$
$V_{y5}=1,1 \cdot 10^5$	$V_{x5}=3,7 \cdot 10^5$	$dif5=2,55 \cdot 10^5$	$R_5=69,05\%$

При анализе объемов *аттракторов* следует обратить внимание на параметр $R_0=62,25\%$ (относительная погрешность), которая показывает степень изменения объема *аттракторов* для каждого кластера до и после уменьшения размерности фазового пространства. Анализируя этот параметр до и после нагрузки, у юношей не регулярно занимающихся спортом, можно

отметить, что при исключении признаков наиболее значимым являются признаки $R1=12,89\%$ (показатель СИМ) и $R3=5,65\%$ (показатель ИНБ) (табл. 13), именно при их исключении объемы существенно уменьшаются.

Можно отметить, что до и после нагрузки как для юношей, занимающихся игровыми видами спорта, так и для юношей не регулярно занимающихся спортом, при исключении признаков более значительным является признак X_3 (показатель индекса Баевского) (табл. 13), так как при его исключении существенно изменяется расстояние между центрами аттракторов Z . При анализе объемов, так же более значимым для этих двух групп является исключение третьего признака.

В целом, наблюдается определенная тенденция при сравнении R_x и объемов аттракторов параметров ВСС юношей, занимающихся игровыми видами спорта и не регулярно занимающихся спортом. В покое, параметры находятся в достаточно узком интервале разброса друг относительно друга, а также, не наблюдается больших различий в показателе R_x до нагрузки. После нагрузки эта разница увеличивается согласно физической активности, чем ниже активность, тем меньше разница между исходными данными. Так у студентов 1-ой группы эта разница увеличивается – с $9,98 \cdot 10^5$ до $3,1 \cdot 10^7$, а у второй – с $5,72 \cdot 10^6$ до $1,51 \cdot 10^7$.

Таблица 13

Расстояние (Z) между центрами двух аттракторов движения ВСОЧ до и после предъявления физической нагрузки

Игровые виды спорта	Не регулярно занимающиеся
$Z0=99,404$	$Z0=410,979$
$Z1=99,331$	$Z1=410,689$
$Z2=99,064$	$Z2=410,838$
$Z3=17,467$	$Z3=40,290$
$Z4=99,402$	$Z4=410,979$
$Z5=98,276$	$Z5=409,435$

Т.е. данные показателей ВСОЧ юношей до и после физической нагрузки, занимающихся игровыми видами спорта, отличаются от данных юношей не регулярно занимающихся весьма существенно (почти в 10 раз) по показателям асимметрии. Также отмечается увеличение объемов *аттракторов* после предъявляемой нагрузки в 30 раз у юношей, занимающихся игровыми видами спорта и в 3 раза у юношей, не регулярно занимающихся спортом. Это объясняется тем, что интенсивность нагрузок в игровых видах спорта выше, чем для студентов мужчин, не регулярно занимающихся спортом. В этой связи можно говорить, что показатели статистической обработки отражают количественные показатели изменения параметров, а обработка данных в рамках теории хаоса и синергетики – качественные и количественные. Причем методы ТХС дают более выраженные значения различий, чем традиционные статистические.

Показатель после нагрузки так же зависит от уровня подготовленности, но в отличие от объемов *аттракторов* оказалось, что чем ниже уровень, тем разница между хаотическим и стохастическими центрами больше. Это так же подтверждается изменением объемов *аттракторов* после нагрузки по сравнению с исходными данными. В целом, на более существенное различие имеют объемы и расстояния между центрами *аттракторов* Z . Из наших данных следует, что для тренированных студентов после нагрузки центр S_a смещается на 99,404 у.е., а для нетренированных студентов $Z=410,98$ у.е., т.е. в 4,15 раза больше. Это является объективным интегральным признаком (параметром) степени детренированности организма юношей Югры, т.е. методы ТХС дают более выразительные результаты, чем детерминистско-стохастический подход.

3.3. Заключение

Данное открытие позволяет путем анализа реакции БДС на внешнее неадекватное или адекватное для данного организма (или отдельной системы регуляции его функций) внешнее воздействие, а также при заболеваниях или старении идентифицировать наличие изменений параметров реальных *аттракторов*

движения ВСС в ФПС (например, из-за изменений в системах регуляции функций), улавливать моменты времени, при которых эти процессы приводят к патологии и наступает рассогласование в системах регуляции ЦНС, ФСО или на популяционном уровне и, наконец, фиксировать моменты времени, когда БДС возвращается в исходное состояние или наоборот, входит в *мортальный аттрактор* и в системе возникают *бифуркации* рождения циклов, система становится плохо управляемой, приближается к своей гибели.

Такие переходные режимы соответствуют попаданиям в другие реальные *аттракторы*, говорят о значительных структурных или функциональных перестройках в организме под действием внешних (например, экологических) факторов среды, заболеваниях или старении, свидетельствует о возможном развитии тяжелых патологических процессов, позволяют оценить тяжесть и степень развития патологических процессов или старения. Использование теорий, программ ЭВМ, новых способов и устройств, которые авторы разработали в ходе изучения биосистем и для регистрации данного явления в медицине позволяет выявлять ранние (доклинические) проявления дисфункций, например, в ССС или нервно-мышечной системе, вырабатывать правильную стратегию профилактических мероприятий или даже рекомендовать человеку изменить условия (или место) проживания во избежание дальнейшего ухудшения регуляции ФСО, других БДС.

На основании этих открытий были разработаны следующие основные изобретения (способы и устройства): – Еськов В.М., Филатова О.Е., Куделькин В.А. Рефлексометр. А.с. СССР. № 1807591. Москва. 1990;

– Еськов В.М., Филатова О.Е., Горев Е.С. Устройство для разрушения локальных структур организма. А.с. СССР № 1826196. Москва. 1990;

– Еськов В.М., Филатова О.Е., Горев Е.С. Способ регуляции частоты дыхания в эксперименте. А.с. № 1754124. Москва. 1990;

– Еськов В.М., Филатова О.Е., Якунин К.Е. Способ восстановления дыхания у экспериментальных животных. А.с. СССР № 1794457. Москва. 1990;

- Еськов В.М., Филатова О.Е., Якунин В.Е. Способ регуляции дыхания. А.с. СССР № 1745268. Москва. 1990;
- Еськов В.М., Филатова О.Е., Якунин В.Е. Способ моделирования одышки. А.с. СССР № 1720083. Москва. 1990;
- Еськов В.М., Филатова О.Е. Стимулятор дыхания. А.с. СССР № 1820516. Москва. 1990;
- Еськов В.М., Филатова О.Е., Папшев В.А. Устройство для идентификации рабочих тел. А.с. СССР № 1826161. Москва. 1991;
- Еськов В.М., Филатова О.Е., Папшев В.А. Устройство для исследования дыхания. Патент РФ № 2072232. Москва. 1992.

ГЛАВА II

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ В КЛИНИКЕ ВНУТРЕННИХ И НЕРВНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

1. Сравнительный системный анализ эффективности сахароснижающей терапии у больных сахарным диабетом 2-го типа в постинфарктном периоде

1.1. Введение

На современном этапе в рамках синергетической парадигмы медицина, как наука, может рассматриваться только в аспекте влияния управляющих воздействий (лечения), когда приведение ими открытой живой системы к *норме хаотичности* и есть процесс самоорганизации системы. Этот процесс может быть описан динамикой поведения *вектора состояния организма человека* (ВСОЧ) в многомерном *фазовом пространстве состояний*. Практическая медицина работает не со всем возможным *т-мерным фазовым пространством*, а с *параметрами порядка*, т.е. наиболее существенными признаками. В этом случае ВСОЧ находится в подпространстве состояний определенной размерности, в котором определяются как *квазиаттракторы* нормы (самогенеза), так и *квазиаттракторы* патологии (Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., 2003-2006). В этой связи изучение особенностей динамики патологий, связанных с обменом веществ, и их коррекции с позиций системного анализа представляется актуальной задачей.

Успехи диабетологии привели к существенному снижению смертности и увеличению продолжительности жизни больных *сахарным диабетом* (СД). Однако практическая медицина столкнулась с новой грозной проблемой – поздними сосудистыми осложнениями диабета: микроангиопатиями (ретинопатией и нефропатией), макроангиопатиями (инфарктом миокарда, инсультом, гангреной нижних конечностей), нейропатиями (Голикова А.А., 2001; Соколов Е.И., 2002; Джахангиров Т.Ш., 2005; Вербовой А.Ф., Абдалкина Е.Н., 2006; Добрынина И.Ю., 2007).

Все это уже представляет патологию *функциональных систем организма* (ФСО) человека и диктует необходимость исследования на системном уровне (Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., 1996-2009).

Главной целью терапии больных СД 2-го типа является достижение хорошего гликемического контроля с целью профилактики острых и отдаленных сердечно-сосудистых осложнений и ограничения их прогрессирования (Davies M. et al., 2005). По данным США, около двух третей пациентов не достигают целевых значений компенсации углеводного обмена. В России более 80 % больных СД находятся в аналогичном состоянии. Таким образом, адекватная сахароснижающая терапия является основным методом патогенетической терапии СД 2-го типа и его кардиоваскулярных осложнений (Дедов И.И., Варварина Г.Н., 2007; Голицина Т.Ю., 2007).

Установлено, что у людей с высоким уровнем глюкозы в крови натощак и после нагрузки (*постпрандиальная гипергликемия*) смертность от сердечно-сосудистых заболеваний достоверно более высокая. В многочисленных эпидемиологических исследованиях было доказано, что *постпрандиальная гипергликемия* положительно коррелирует с факторами риска различных сердечно-сосудистых осложнений. Она является независимым фактором стратификации риска смертности от сердечно-сосудистых осложнений, причем более значительным, чем уровень *гликированного гемоглобина*.

Экспертные оценки качества современных методов лечения СД 2-го типа имеют определенную долю субъективизма и отражают один из конкретных виртуальных вариантов действительности без строгого обоснования причинно-следственных связей и строгих вероятностных критериев прогноза развития того или иного события (Войцехович В.Э., 2003; Еськов В.М., 2003-2009).

Патогенетический подход к лечению СД 2-го типа, ассоциированного с ИБС, требует включение в арсенал различных противодиабетических средств – препаратов, способных влиять на *постпрандиальную гликемию*, фармакологическая эффективность которых наиболее достоверно может быть доказана с привлечением алгоритмов и методов в рамках *теории хаоса* и *синергетической парадигмы*. Определение эффективности раз-

личной стратегии сахароснижающей терапии у больных СД 2-го типа в постинфарктном периоде позволит идентифицировать не только динамику параметров *аттракторов фазового пространства состояний* и *параметры порядка*, но и определить количественную меру эффективности различных видов сахароснижающей терапии в рамках системного анализа и синтеза.

1.2. Основные результаты исследований и их обсуждение

Для решения поставленных задач было обследовано 90 пациентов (37 мужчин и 53 женщины) с сахарным диабетом 2-го типа во время острого *инфаркта миокарда* (ИМ) госпитализированных в 4-е отделение неотложной кардиологии ГКБ им. С.П. Боткина (2004–2007 гг.), г. Москва. После выполнения предусмотренного протоколом обследования все больные были разделены на три группы.

Первую группу составили 30 пациентов, получавшие инсулин ультракороткого действия (хумалог), инъекции которого осуществляли перед приемами пищи, из них: мужчин – 12 (40 %), женщин – 18 (60 %).

Вторая группа – 30 пациентов получали инсулины пролонгированного действия (НПХ и лантус) с инъекциями 1 (лантус) и 2 (НПХ) раза в сутки, из них: мужчин – 14 (47 %), женщин – 16 (53 %).

Третья группа (группа сравнения) 30 пациентов продолжали принимать пероральный сахароснижающий препарат (манинил), среди которых: мужчин – 12 (40 %), женщин – 18 (60 %), средний возраст больных составил $64,2 \pm 1,9$ лет.

Всем больным было проведено клинико-инструментальное обследование, включавшее в себя регистрацию стандартной ЭКГ ежедневно в течение 3–4 дней, затем 1–2 раза в неделю, клинические анализы крови, мочи, биохимические исследования крови, включающие определение ферментов АЛТ, АСТ, ЛДГ, КФК, МВ-КФК, креатинина, мочевины, электролитов, коагулогических показателей крови (Корчина И.В., 2009).

Определяли *индекс массы тела* (ИМТ) Кетле: масса тела (кг)/рост (м^2). Значение ИМТ более 25 у женщин и 28 у мужчин

расценивалось как избыточная масса тела, ИМТ более 30 – как ожирение.

Для оценки углеводного обмена использовались показатели гликемии натощак, *постпрандиальной гликемии*, а так же интегральный показатель компенсации углеводного обмена за три предыдущих месяца – *гликозилированный гемоглобин (HbA1c)*.

Содержание глюкозы в капиллярной крови определяли с помощью глюкозооксидазного метода (дважды из одной капли крови с определением средней величины), а также, на контрольных визитах, экспресс-анализом с помощью диагностических тест-полосок «Accu-Chek Active» на портативном глюкометре «Accu-Chek Active» фирмы «Roche» (Германия). *Гликозилированный гемоглобин* определяли методом жидкостной ионно-обменной хроматографией под низким давлением на автоматическом анализаторе «Diastat» фирмы «Bio-Rad» (США).

Общий холестерин (ОХС), холестерин *липопротеинов высокой плотности (ЛПВП)*, *триглицериды (ТГ)* определяли фотометрически энзиматическим холестериноксидазным методом с использованием диагностических наборов фирм «Hoffmann La Rosh» (Швейцария), Beckman (США), «Pliva-Lachema» (Чехия), «Витал-Диагностикс» (Россия). ЛПВП определяли после осаждения холестерина *липопротеинов низкой плотности (ЛПНП)* и холестерина *липопротеинов очень низкой плотности (ЛПОНП)* фосфорновольфрамовой кислотой. ТГ обнаруживали с помощью энзиматического триглицеридоксидазного метода с использованием коммерческих диагностических наборов.

ЛПНП и ЛПОНП определяли расчетными методами по формуле Фридвальда:

$$\text{ЛПОНП} = \text{ТГ} / 2,2;$$

$$\text{ЛПНП} = \text{ОХС} - \text{ЛПВП} - \text{ХС ЛПОНП}.$$

Измерение биохимических параметров сыворотки проводили на биохимических анализаторах Ultra фирмы «Kone» (Финляндия) или BM-System 4010 фирмы «Hoffmann La Rosh» (Швейцария). Приборы калибровали с использованием калибраторов фирм «Kone», «Beckman» (США). В качестве контрольной сыворотки использовали Precinorm, Precipath фирмы «Hoffmann

La Rosh» и Лионорм фирмы «Pliva-Lachema». Расчет *индекса атерогенности* (ИА) производился по формуле:

$$\text{ИА} = \text{ОХС} - \text{ЛПВП} / \text{ЛПВП}.$$

Эхокардиографию (ЭхоКГ) осуществляли по общепринятой методике в М-, В- и Д-режимах на аппарате «Voluson 730 Expert» (США), с использованием датчика 2,5 мГц. Состояние глобальной систолической функции левого желудочка определяли по ФВ_{лж} – фракции выброса левого желудочка, %, измеряли размеры полостей сердца. По совокупности данных оценивалась сократительная способность миокарда, ригидность и тенденция к гипертрофии миокарда.

Суточное мониторирование ЭКГ осуществлялось на 14–15 сут пребывания больного в стационаре, через 3 и 6 мес. наблюдения. Исследование проводилось с помощью трехканальной цифровой записи электрических потенциалов с поверхности грудной клетки пациента на жесткий диск приемного устройства ЭКГ с последующей компьютерной обработкой данных по программе «КТ-4000» (Инкарт, Санкт-Петербург).

Оценка основных критериев клинического состояния больного проводилась в день поступления в клинику, в конце стационарного периода (14–15 сут.) лечения и через 3 и 6 месяцев от начала заболевания. Так, на 14–15 сут. ИМ проводилась оценка показателей гликемии, определение HbA_{1c}, липидного профиля, ЭхоКГ, суточное мониторирование ЭКГ, при котором определялось количество экстрасистол и длительность (в мин) ишемических изменений сегмента ST.

Через 3 и 6 мес. исследовалась динамика клинического течения заболевания, проводился двукратный семиразовый гликемический профиль, определялся HbA_{1c} и липидограмма, выполнялась ЭхоКГ и суточное мониторирование ЭКГ, оценивалось количество макрососудистых осложнений, количество повторных госпитализаций, смертельные исходы. Всем больным (1–3 группы) было рекомендовано соблюдение антиатерогенной диеты и контроля калорийности пищи энергозатратам организма.

За время исследования больные СД 2-го типа (1 и 2 основные группы) в постинфарктном периоде получали инсулинотерапию с 14–15-х суток нахождения в стационаре, а именно: ин-

сулин хумалог фирмы «Eli Lilly» (США) перед основными приемами пищи в суточной дозе $28,67 \pm 2,32$ ед.; инсулин лантус фирмы «Sanofi -Aventis» (Франция) один раз в сутки в дозе $15,62 \pm 2,61$ ед., инсулин НПХ фирмы «Eli Lilly» (США) дважды в сутки в дозе $32,55 \pm 4,13$ ед. Контроль безопасности приема препаратов осуществлялся по клиническим и биохимическим признакам. Кроме того, всем больным проводилась стандартная антиангинальная и антикоагулянтная терапия.

Обработка данных по поведению ВСОЧ в m -мерном пространстве состояний для больных СД 2-го типа проводилась с использованием оригинальной зарегистрированной программы: «Идентификация параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве», предназначенной для использования в научных исследованиях систем с хаотической организацией. Программа позволяет представить и рассчитать в фазовом пространстве (с выбранными фазовыми координатами) параметры *квазиаттракторов* состояния динамической системы. Исходные параметры (координаты в m -мерном пространстве) вводились вручную или из текстового файла. При этом в многомерном *фазовом пространстве состояний* (ФПС) производился анализ параметров многомерного параллелепипеда, ограничивающего квазиаттрактор движения вектора состояния системы: объема V ; координат геометрического и стохастического центров (координаты x_{ci} и x_{si}) и расстояния r_x между ними (показатель асимметрии стохастического и хаотического центров).

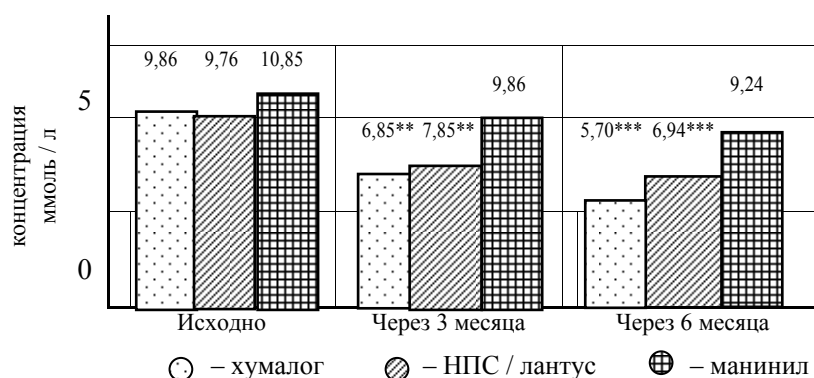
Полученные цифровые данные обрабатывали методом вариационной статистики для малых рядов наблюдения, вычисляя *среднюю арифметическую* (M), ее *среднюю ошибку* (m), *средне-квадратическое отклонение* (σ). Для оценки достоверности отличий вычисляли *доверительный коэффициент Стьюдента* (t) и *величину вероятности* (P). Сопоставляя интенсивные показатели, использовали альтернативное варьирование, определяя те же величины. Оценка достоверности различий изучаемых показателей проводилась по t -критерию Стьюдента для несвязанных выборок при уровне значимости $P < 0,05$.

Для выявления корреляционной зависимости вычислялся *коэффициент корреляции рангов* Спирмена (r), который являет-

ся непараметрическим аналогом коэффициента Пирсона для интервальных и порядковых переменных, не подчиняющихся нормальному распределению. Коэффициент равен +1,0 при прямой связи, -1,0 – при обратной связи, 0 – при отсутствии связи. Сила корреляционной связи оценивалась качественно: при r от 0 до -0,3 и до +0,3 как отсутствие её или слабая; при r до 0,5 – как умеренная; при r от 0,51 до 0,7 – как средняя; при r более 0,71 – как сильная. Полученный цифровой материал обрабатывали на компьютере Pentium 4 с использованием пакета программ «Statistica for Windows ver. 5.1.»

Сравнительный анализ эффективности использования препаратов инсулина (хумалог, НПХ / лантус) и манинила в терапии больных СД 2-го типа в постинфарктном периоде показал, что введение инсулина ультракороткого действия – хумалога в течение 3 и 6 мес. сопровождалось достоверным снижением гликемии соответственно до еды на 17 и 22 % и через 2 ч после приема пищи на 31 и 42 % у больных I группы сравнительно с исходными значениями и таковыми показателями в группе сравнения (рис. 7).

Уровень гликемии натощак претерпевал сходные изменения во все сроки наблюдения, а именно: снижение его значений составляло не менее 19–22 % у данной группы пациентов. Аналогичная картина наблюдалась и у больных СД 2-го типа, которым на протяжении 3 и 6 мес. исследования проводили инсулинотерапию (НПХ/лантус). Так, уровень гликемии до еды и натощак у них снижался соответственно на 15 и 26 % и спустя 6 мес. более значимо отличался от такового исходного и в группе сравнения. Особый интерес представляли данные о динамике *постпрандиальной гликемии*, которая в исследуемые сроки снижалась соответственно на 20 и 29 % сравнительно с аналогичным исходным показателем и данными в группе сравнения. Особенности фармакокинетики хумалога (быстрое начало и короткая продолжительность действия) определяет безопасный и адекватный целевым значениям контроль *постпрандиальной гликемии*, нежели чем препараты НПХ или лантус.



Примечание: в этом и последующем рисунке: * – уровень достоверности $p < 0,05$; ** – уровень достоверности $p < 0,01$, *** – уровень достоверности $p < 0,001$

Рис. 7. Сравнительная динамика уровня постпрандиальной гликемии у больных СД 2-го типа (1-3 группы) в постинфарктном периоде на фоне терапии препаратами инсулина (хумалог, НПХ/лантус) и манинилом

Кроме того, было установлено, что спустя 3-6 мес. инсулинотерапии хумалогом (I группа больных) уровень HbA1c достоверно снизился в 1,3 раза сравнительно с исходным и таковым показателем в группе сравнения. Аналогичные результаты нами были получены и у больных 2-ой группы, которым проводили терапию инсулинами (НПХ/лантус) пролонгированного действия (рис. 8).

Анализ биохимических показателей у больных СД 2-го типа группы сравнения, которые продолжали получать в постинфарктном периоде манинил, выявил существенные различия по сравнению с аналогичными показателями у пациентов двух основных групп. Применение манинила снижало гликемию натощак только на 4 % спустя 3 мес. (до уровня $8,85 \pm 0,24$ ммоль/л) и на 7 % спустя 6 мес. (до уровня $7,66 \pm 0,35$ ммоль/л) наблюдения. Концентрация глюкозы до еды у этой же группы больных не претерпевала значимых изменений на протяжении всего исследования (рис. 7).

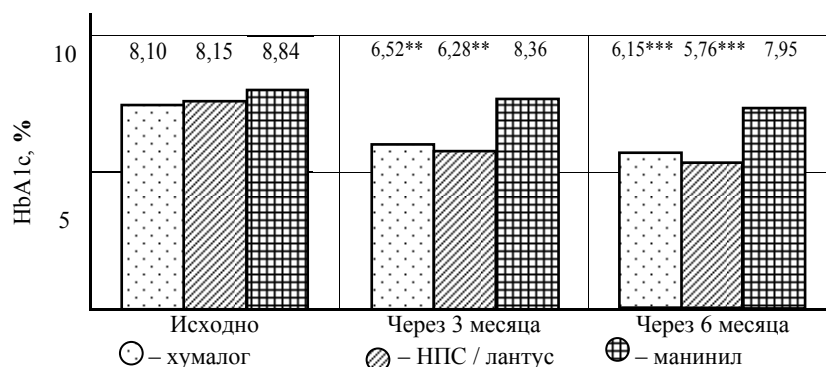


Рис. 8. Сравнение динамики уровня HbA1c у больных СД 2-го типа (1-3 группы) на фоне терапии препаратами инсулина (хумалог, НПХ/лантус) и манинилом

Постпрандиальная гликемическая реакция в 3-ей группе больных также существенно не менялась и практически не зависела от ИМТ. Так, у больных СД 2-го типа с избыточной массой тела, получавших манинил в средних терапевтических дозах в течение 3 мес., содержание глюкозы в крови через 2 ч после пищевой нагрузки составило $9,86 \pm 0,40$ ммоль/л и достоверно не отличалось от аналогичного показателя при первичном обследовании. Сходный характер гликемической реакции на прием пищи сохранялся у больных группы сравнения и через 6 мес. терапии манинилом (уровень глюкозы в крови через 2 ч соответствовал $9,24 \pm 0,56$ ммоль/л), что, вероятно, обусловлено более выраженной гиперинсулинемией у больных СД 2-го типа с $\text{ИМТ} \geq 27$ ед. Аналогичные результаты были получены и при исследовании уровня гликированного гемоглобина (HbA1c), который не претерпевал существенных изменений в течение всего срока наблюдения и соответствовал значениям $8,36 \pm 0,44$ % и $7,95 \pm 0,36$ %.

Итак, в условиях продолжительного приема манинила в отличие от хумалога (I группа) так и не произошло восстановления прандиальной секреции инсулина у больных группы срав-

нения, что является важным в стратегии терапии при СД 2-го типа.

Существенные различия выявлены при сравнительном анализе динамики показателей метаболизма липидов у всех обследованных больных СД 2-го типа (1–3 группы) в зависимости от выбранной стратегии лечения. В ходе продолжительного наблюдения было установлено, что только введение хумалого способствовало достоверному снижению ОХС на 17 % спустя 6 мес. после лечения больных 1 группы по сравнению с таковым исходным показателем. В отличие от этого, регулярные инъекции препаратов инсулина НПХ/лантус хотя и сопровождалась заметным снижением концентрации ОХС у больных 2-ой группы (в среднем на 10 %) в течение всего срока (3 и 6 мес.) наблюдения по отношению к исходному уровню, но достоверного различия выявить не удалось (табл. 14–16).

Таблица 14

Показатели липидного обмена у больных СД 2-го типа после острого инфаркта миокарда на фоне терапии инсулином хумалог (M±m)

Исследуемые показатели	Сроки наблюдения		
	исходный	через 3 мес.	через 6 мес.
ОХС, ммоль/л	6,10±0,34	5,64±0,30	5,04±0,26*
ХС-ЛПНП, ммоль/л	3,98±0,25	3,62±0,27	3,09 ±0,19*
ХС-ЛПОНП, ммоль/л	1,24±0,12	0,97±0,05*	0,84±0,07*
ХС-ЛПВП, ммоль/л	0,88±0,04	1,05±0,06*	1,11±0,05**
ТГ, ммоль/л	2,74±0,22	2,15±0,17*	1,86±0,18**
ИА, у.е	5,93±0,28	4,37±0,36**	3,73±0,34***

Примечание: здесь и далее: *– уровень достоверности $p<0,05$; **– уровень достоверности $p<0,01$, ***– уровень достоверности $p<0,001$

Так, у больных первой группы, которые получали аналог инсулина – хумалог, наблюдалось достоверное увеличение содержания ЛПВП на 19 % и 26 % сравнительно с таковым перво-

начальным показателем. В отличие от этого, у больных второй группы на фоне инсулинотерапии (НПХ/лантус) хотя и отмечалось возрастание (в среднем на 14 %) концентрации ЛПВП, но достоверных отличий от исходной величины не выявлено (табл. 14, 15).

Уровень ТГ в сыворотке крови у большей части (75 %) обследованных больных СД 2-го типа (1–3 группы) до назначения соответствующего курса лечения превышал диапазон его обычных физиологических колебаний.

Введение хумалога приводило к достоверному снижению концентрации ТГ у больных 1 группы спустя 3 и 6 мес. наблюдения соответственно на 37 % и 45 % по отношению к исходному значению. Использование препаратов инсулина пролонгированного действия (НПХ/лантус) хотя и вызывало у больных 2-ой группы уменьшение уровня ТГ в те же сроки исследования, но значения этого показателя отличались достоверностью только к 6 мес лечения по сравнению с исходным и превышали таковой, свойственный здоровым людям (табл. 14, 15).

Таблица 15

Показатели липидного обмена у больных СД 2-го типа после острого ИМ на фоне терапии инсулином НПХ/лантус ($M \pm m$)

Исследуемые показатели	Сроки наблюдения		
	исходный	через 3 мес	через 6 мес
ОХС, ммоль/л	6,26 $\pm$ 0,34	5,85 $\pm$ 0,28	5,52 $\pm$ 0,36
ХС-ЛПНП, ммоль/л	4,04 $\pm$ 0,22	3,69 $\pm$ 0,25	3,41 $\pm$ 0,18*
ХС-ЛПОНП, ммоль/л	1,30 $\pm$ 0,16	1,14 $\pm$ 0,06	1,03 $\pm$ 0,05
ХС-ЛПВП, ммоль/л	0,92 $\pm$ 0,05	1,02 $\pm$ 0,08	1,08 $\pm$ 0,09
ТГ, ммоль/л	2,84 $\pm$ 0,20	2,52 $\pm$ 0,15	2,26 $\pm$ 0,16*
ИА, у.е	5,80 $\pm$ 0,32	4,73 $\pm$ 0,24*	4,11 $\pm$ 0,28**

Динамика ИА, как расчетного показателя риска ИБС, практически находилась в соответствии с изменениями липидного спектра у больных СД 2-го типа в постинфарктном периоде в

зависимости от той или иной стратегии сахароснижающей терапии.

Введение хумалога сопровождалось у больных первой группы явным снижением величины ИА к 3 мес. исследования на 26 %, а к 6 мес. – на 40 %, которая достоверно отличалась от исходной. Следует отметить, что только при более продолжительном введении хумалога ИА достигал оптимальных значений $\leq 4,0$ у.е. Инсулинотерапия (НПХ/лантус), проводимая больным второй группы, хотя и способствовала достоверному снижению ИА (на 20 % и 29 %), но его величина так и не соответствовала предельно допустимой ($\leq 4,0$ у.е.) во все сроки исследования (табл. 15).

Сопоставляя результаты исследования ряда показателей липидного профиля у больных двух основных групп, можно утверждать, что наиболее выраженным гиполипидемическим эффектом обладает аналог инсулина – хумалог, нежели НПХ или лантус. В отличие от этого у больных группы сравнения, продолжавших принимать манинил, не только не уменьшилось содержание ряда показателей липидного обмена, а даже увеличилось. Так, наблюдали подъём уровня ОХС и ЛПНП на 14 % и 19 % соответственно к 6 мес. исследования, который достоверно отличался от исходного. Концентрация ЛПОНП и ЛПВП не претерпевала каких-либо изменений и существенно не отличалась от первоначальных значений. Обращает на себя внимание гипертриглицеридемия, которая сохранялась на протяжении всего наблюдения в группе сравнения ($2,70 \pm 0,28$ ммоль/л и $2,66 \pm 0,25$ ммоль/л). Показатель ИА у больных, осуществлявших приём манинила, был в 1,5 раза выше целевых значений и находился в пределах $6,08 \pm 0,36$ у.е. и $5,84 \pm 0,32$ у.е. в соответствующие сроки исследования (табл. 16).

Таким образом, несмотря на применение производного сульфонил-мочевины – манинила, дислипидемия, как фактор риска кардиоваскулярных осложнений при СД 2-го типа, неизменно сохранялась у больных группы сравнения.

**Показатели липидного обмена у больных СД 2-го типа в
постинфарктном периоде на фоне приема манинила (M±m)**

Исследуемые показатели	Сроки наблюдения		
	исходный	через 3 мес	через 6 мес
ОХС, ммоль/л	6,14±0,32	6,38±0,42	6,98±0,22*
ХС-ЛПНП, ммоль/л	3,99±0,19	4,25±0,20	4,76±0,18*
ХС-ЛПОНП, ммоль/л	1,30±0,12	1,23±0,06	1,20±0,09
ХС-ЛПВП, ммоль/л	0,85±0,10	0,90±0,05	1,02±0,08
ТГ, ммоль/л	2,86±0,34	2,70±0,28	2,66±0,25
ИА, у.е	6,22±0,42	6,08±0,36	5,84±0,32

Сравнительный анализ результатов исследования функционального состояния миокарда у больных сахарным диабетом 2-го типа в условиях применения различных корригирующих средств показал, что размеры правых отделов сердца и левого предсердия не претерпели существенных изменений спустя 3 и 6 мес. исследования в условиях ранее описанной стратегии лечения. Однако *ударный объем* (УО) левого желудочка у больных СД 2-го типа на фоне лечения препаратами инсулина (хумалог, НПХ/лантус) увеличился на 37 % (68,54±5,22 и 50,05±4,75 мл, $p<0,05$) и 29 % (62,80±6,20 и 48,14±5,10 мл, $p<0,05$) соответственно спустя 6 мес. инсулинотерапии по сравнению с исходными значениями. *Фракция выброса* (ФВ) также неуклонно возрастала и достигала к 6 мес. значения на 31 % (49,80±4,14 и 38,08±2,14 %, $p<0,05$) – 19 % (46,74±4,85 и 39,15±4,05 %) соответственно больше исходной величины. У пациентов группы сравнения морфометрические показатели сердца существенно не изменялись после приема манинила на протяжении всего исследования и значимо не отличались от исходных величин.

Таким образом, полученные результаты эхокардиографии у больных СД 2-го типа, перенесших острый ИМ, позволяют утверждать, что только продолжительное введение препаратов

инсулина (хумалог, НПХ/лантус) способствовало достоверному улучшению сократительной функции левого желудочка.

В ходе исследования холтеровского мониторирования ЭКГ была установлена своеобразная зависимость количества наджелудочковых и желудочковых экстрасистол от выбранной стратегии лечения (табл. 17).

Таблица 17

Сравнение показателей суточного мониторирования ЭКГ у больных СД 2-го типа в постинфарктном периоде на фоне терапии препаратами инсулина (хумалог, НПХ/лантус) и приема манинила в течение 6 мес. (M±m)

Исследуемые показатели	Группы больных		
	1-я (хумалог)	2-я (НПХ/лантус)	3-я (манинил)
Количество наджелудочковых экстрасистол	38,22±16,49	52,34±16,12	59,33±14,69
Количество желудочковых экстрасистол	112,25±60,71	140,60±47,45	512,94±146,20*
Транзиторные изменения ST в мин.	0±0	1,68±1,08	52,78± 29,61**

Примечание: * – уровень достоверности $p < 0,05$; ** – уровень достоверности $p < 0,01$ (сравнение с I группой)

Так, введение пациентам I группы инсулина ультракороткого действия (хумалог) сопровождалось заметным снижением значений вышеуказанных показателей по сравнению с таковыми у больных 2 и особенно 3 групп. У этих же больных не удалось зарегистрировать в течение всего срока наблюдения ни одного эпизода транзиторных изменений сегмента ST в отличие от группы сравнения.

За время наблюдения улучшение клинического состояния было зарегистрировано у 21 больного (70 %) первой группы после лечения хумалогом, 12 пациентов (40 %) второй группы – на фоне инсулинотерапии НПХ или лантусом. В отличие от таковых в группе сравнения (продолжавшие принимать манинил) не

отмечалось больных с улучшением самочувствия. Ухудшение состояния было выявлено у 4 пациентов (13 %) первой группы, 7 пациентов (23 %) – второй группы и 12 больных (40 %) в группе сравнения. Практически не отмечалось каких-либо изменений в самочувствии пяти больных (17 %), получавших хумалог, 11 больных (37 %) на фоне терапии НПХ/лантус и 18 (60 %), принимавших манинил.

За период исследования было выявлено только по 2–3 случая (7–10 %) госпитализации по поводу обострения ИБС соответственно в первой и второй группах, в то время как в группе сравнения – 6 случаев (20 %). Особо следует указать на то, что в группе больных СД 2-го типа, получавших хумалог, не было зафиксировано ни одного случая рецидива ИМ по сравнению с таковым во второй и третьей группах, где его количество достигало 3–4 случая (10–13 %) соответственно в каждой. Кроме этого, было также установлено по 2 случая (7 %) нарушения мозгового кровообращения в группе сравнения и по 1 случаю в 1 и 2 группах больных СД 2-го типа. В течение всего срока наблюдения отмечали только 1 летальный исход (3 %) среди больных, находящихся на лечении хумалогом (I группа) и по 3 таковых (10 %) во второй и третьей группах.

Корреляционный анализ наиболее важных биохимических и функциональных показателей у больных СД 2-го типа при различной сахароснижающей терапии выявил наличие наиболее значимых взаимосвязей у больных I группы, которые в постинфарктном периоде в течение 6 мес. получали инсулин – хумалог. Об эффективности компенсации метаболических нарушений свидетельствовала следующая динамика биохимических показателей: снижение уровня ОХС способствовало достоверному падению ($r=0,446$) концентрации ТГ в крови и величине ИА. Последний показатель имел наиболее выраженную взаимосвязь ($r=-0,620$) с уровнем ЛПВП, а именно: увеличение данной фракции липопротеинов обеспечивало адекватное падение индекса атерогенности. Содержание другого показателя липидного обмена – ТГ также влияло на величину ИА и эта взаимосвязь была статистически значимой ($r=0,458$). Следует всё же отметить, что введение препарата инсулина – хумалога способствовало снижению уровня ТГ в крови и достоверному возрастанию concentra-

ции ЛПВП ($r = -0,472$). Существенный интерес представлял корреляционный анализ ряда биохимических показателей с параметрами функционального состояния миокарда у больных 1 группы. Было выявлено, что снижение уровня ОХС в крови и величины ИА сопровождалось достоверным увеличением одного из функциональных показателей сократительной способности миокарда – УО ($r = -0,418$ и $r = -0,402$, соответственно) в условиях терапии препаратом инсулина ультракороткого действия – хумалогом на протяжении 6 мес. Сходные результаты были получены и между содержанием ТГ в крови и УО левого желудочка.

Системный анализ параметров динамики квазиаттракторов вектора состояний организма больных СД 2-го типа позволил проследить динамику интегральных характеристик (генерального объема многомерного параллелепипеда, ограничивающего *квазиаттрактор* – V_G и генерального показателя асимметрии – rX) по 11 диагностическим показателям на фоне сахароснижающей терапии и сравнить их при приеме препаратов хумалог, лантус и манинил. Компонентами вектора состояния системы являлись показатели углеводно-липидного обмена и функционального состояния миокарда: HbA1c – гликированный гемоглобин (X1), ОХС – общий холестерин (X2), ХС ЛПНП – липопротеины низкой плотности (X3), ТГ – триглицериды (X4), ИА – индекс атерогенности по Климову (X5), ХС ЛПВП – липопротеины высокой плотности (X6), ХС ЛПОНП – липопротеины очень низкой плотности (X7), ППГ – постпрандиальная гипергликемия (X8), УО – ударный объем (X9), ФВ – фракция выброса (X10), ФУ – фракция укорочения (X11). Наиболее выраженные изменения интегральных параметров *квазиаттракторов* были получены при приеме аналога инсулина – хумалог. В начале курса терапии генеральный объем квазиаттрактора составлял 164,27, а генеральный показатель асимметрии $rX = 1,32$. Через 6 мес после начала приема препарата объем *квазиаттрактора* уменьшился в 12,45 раз и составил 13,19, а показатель асимметрии уменьшился в 1,89 раза до $rX = 0,7$ (табл. 18).

Использование алгоритма параллельной идентификации параметров квазиаттракторов ВСОЧ обеспечило идентификацию параметров порядка для выявления различий параметров квазиаттракторов как исходно, так и по завершении контрольного (6 мес.) наблюдения в ходе терапии хумалогом. Наиболее существенными диагностическими критериями являются: X8 (ППГ–постпрандиальная гипергликемия), X9 (УО–ударный объем) и X10 (ФВ–фракция выброса); интегративный показатель эффективности терапии по окончании 6 мес. наблюдения $Z=15,55$ (табл. 19).

Таблица 18

Параметры квазиаттрактора вектора состояния организма больных СД 2-го типа при различных видах сахароснижающей терапии: хумалог, НПХ/лантус, манинил в постинфарктном периоде

Исходное состояние	Через 6 мес
хумалог	
General asymmetry value $rX=1,32$ General V value : 164,27	General asymmetry value $rX=0,7$ General V value : 13,19
НПХ/лантус	
General asymmetry value $rX=0,53$ General V value : 77,99	General asymmetry value $rX=0,72$ General V value : 15,89
Манинил	
General asymmetry value $rX=0,51$ General V value : 209,22	General asymmetry value $rX=0,52$ General V value : 28,31

Примечание: V_x – объем 11-м параллелепипеда внутри которого находится квазиаттрактор движения (ВСОЧ) – R_x – показатель асимметрии (расстояние между статистическим центром и центром хаотического квазиаттрактора ВСОЧ)

Ранжирование диагностических показателей углеводно-липидного обмена и функционального состояния миокарда у больных СД 2-го типа на фоне приема препарата хумалог в постинфарктном периоде

	До терапии V_x	Через 6 мес V_y	Разность объемов	Отношение $R, \%$	Расстояние Z
Исходный	164,27	13,19	151,09	91,97	15,55
1	205,34	26,37	178,97	87,16	15,48
2	186,67	19,98	166,70	89,30	15,54
3	241,58	12,32	229,26	94,90	15,54
4	342,24	36,63	305,61	89,30	15,53
5	164,27	22,73	141,54	86,16	15,38
6	328,55	23,55	305,00	92,83	15,55
7	221,99	23,55	198,45	89,39	15,54
8	55,31	18,84	36,47	65,94	15,27
9	15,41	1,09	14,32	92,94	8,49
10	21,61	2,37	19,24	89,03	13,79
11	20,46	1,09	19,37	94,67	15,44

Примечание: в этой и последующих таблицах General Vvalue – V_x – объем 11-м параллелепипеда внутри которого находится квазиаттрактор движения вектора состояний организма больных СД-2 типа до начала терапии (исходно); General V value – V_y – объем 11-м параллелепипеда ВСОЧ по окончании контрольного наблюдения (через 6 мес терапии); Z – расстояния между центрами квазиаттракторов ВСОЧ анализируемых групп (где Z_0 – интегративный коэффициент устойчивости организма; Z_{1-11} – расстояние между центрами квазиаттракторов по каждому показателю 11-м фазового пространства ВСОЧ)

На фоне приема инсулина пролонгированного действия (НПХ/лантус) было получено уменьшение объема *квазиаттрактора* в 4,91 раза с 77,99 до 15,89. Показатель асимметрии напротив увеличился в 1,35 раза с 0,53 до 0,72. *Параметрами* порядка являются наиболее существенные диагностические признаки: X9 (УО – ударный объем), X10 (ФВ – фракция выброса) и X11 (ФУ – фракция укорочения); интегративный показатель эффективности терапии по окончании 6 мес. наблюдения $Z = 15,43$ (табл. 20).

Таблица 20

Ранжирование диагностических показателей углеводно-липидного обмена и функционального состояния миокарда у больных СД 2-го типа на фоне приема препарата НПХ / лантус в постинфарктном периоде

	До терапии Vx	Через 6 мес Vy	Разность объемов	Отношение R, %	Расстояние Z
Исходный	77,99	15,89	62,10	79,63	15,43
1	111,41	22,70	88,72	79,63	15,37
2	108,32	18,26	90,06	83,14	15,42
3	95,11	22,07	73,04	76,80	15,42
4	144,43	37,83	106,60	73,81	15,42
5	121,86	30,56	91,30	74,93	15,32
6	205,24	42,94	162,29	79,08	15,43
7	127,85	13,24	114,61	89,64	15,43
8	20,80	21,47	-0,67	-3,24	15,42
9	6,35	1,34	5,02	78,98	7,58
10	15,54	2,67	12,87	82,84	14,23
11	7,65	2,23	5,42	70,84	14,94

Таблица 21

Ранжирование диагностических показателей углеводно-липидного обмена и функционального состояния миокарда у больных сахарным диабетом 2-го типа на фоне приема препарата манинил в постинфарктном периоде

	До терапии Vx	Через 6 мес Vy	Разность объемов	Отношение R, %	Расстояние Z
Исходный	209,22	28,31	180,92	86,47	5,92
1	326,91	32,17	294,75	90,16	5,90
2	232,47	33,30	199,17	85,67	5,92
3	255,15	47,18	207,97	81,51	5,91
4	402,35	39,31	363,04	90,23	5,92
5	201,18	50,55	150,63	74,87	5,92
6	418,45	64,33	354,11	84,63	5,92
7	373,61	56,61	317,00	84,85	5,92
8	73,41	45,66	27,76	37,81	5,90
9	14,79	1,79	12,99	87,86	3,96
10	33,75	4,69	29,06	86,11	5,68
11	17,88	2,35	15,53	86,85	4,81

Таким образом, использование хумалога в лечении больных СД 2-го типа, перенесших острый инфаркт миокарда, улучшает не только показатели углеводно-липидного обмена, но и функционального состояния миокарда. Всё это в совокупности может привести к замедлению прогрессирования как СД, так и сопутствующих ему сердечно-сосудистых осложнений, улучшению качества жизни больных и, как следствие, увеличению продолжительности их жизни.

1.3. Заключение

Алгоритм диагностики динамики параметров *квазиаттракторов* вектора состояний организма больных СД 2-го типа в постинфарктном периоде отражает реальную динамику патологического процесса в рамках *теории хаоса* и *синергетической парадигмы* в зависимости от различной стратегии сахароснижающей терапии: препаратами инсулина ультракороткого (хумалог) и пролонгированного (НПХ и лантус) действия и производным сульфаниламидов (манинил) на протяжении 3 и 6 мес.

Метод параллельной идентификации параметров *квазиаттракторов* обеспечивает выделение *параметров порядка*, динамика которых оказывает существенное влияние на характеристики квазиаттракторов вектора состояний организма больных СД 2-го типа в постинфарктном периоде в зависимости от стратегии сахароснижающей терапии, а именно: при терапии хумалогом – *постпрандиальная гипергликемия* (X8), ударный объем (X9) и фракция выброса (X10); НПХ/лантусом и манинилом: ударный объем (X9), фракция выброса (X10) и фракция укорочения (X11).

Между показателями метаболического статуса и функциональной способностью миокарда выявлено наличие тесных корреляционных взаимоотношений, а именно: снижение уровня ОХС, ТГ в сыворотке крови и величины индекса атерогенности сопровождается достоверным увеличением как ударного объема, так и фракции выброса левого желудочка, которые особенно были выражены при использовании в терапии больных СД 2-го типа хумалога.

Методами системного анализа и синтеза доказано, что лечение препаратом хумалог в течение 6 мес. сопровождается модификацией параметров аттракторов фазового пространства: уменьшением объема фазового пространства $k V_x/V_y=12,45$ и коэффициента асимметрии $k R_x/R=1,89$; интегративный показатель эффективности терапии по истечении 6 мес. наблюдения $Z=15,55$; терапия инсулинами НПХ/лантусом – уменьшением объема фазового пространства $k V_x/V_y=4,91$ и увеличением коэффициента асимметрии $k R_x/R_y=1,35$; интегративный показатель эффективности терапии через 6 мес. наблюдения $Z=15,43$; терапия манинилом – уменьшением объема фазового пространства $k V_x/V_y=7,39$ наряду с увеличением коэффициента асимметрии $k R_x/R_y=1,02$; интегративный показатель эффективности терапии спустя 6 мес. наблюдения $Z=5,92$.

Установлено, что динамика параметров *квазиаттракторов* у больных СД 2-го типа в постинфарктном периоде при инсулинотерапии хумалогом в течение 6 мес. отражает наиболее благоприятные стороны действия препарата при сравнении его безопасности сахароснижающего эффекта с таковыми у НПХ/лантуса и манинила. Благодаря своим фармакокинетическим особенностям аналог инсулина – хумалог улучшает клиническое состояние у 70 % больных СД 2-го типа, предотвращает появление рецидивов ИМ и открывает перспективу для расширения повседневного рациона питания и повышения уровня качества их жизни.

Алгоритмы идентификации динамики параметров *квазиаттракторов* движения вектора состояния организма в ФПС рекомендуются к использованию в клинической медицине для оценки эффективности коррекции гипергликемии и обоснования выбора рекомендуемой стратегии сахароснижающей терапии.

Больным СД 2-го типа во время и после ИМ необходимо не только определение гликемии до еды и натощак, но и обязательный контроль уровня *постпрандиальной гликемии*, так как именно данный диагностический признак является параметром порядка и вносит существенный вклад в стратификацию риска сердечно-сосудистых осложнений.

В постинфарктном периоде для больных СД 2-го типа препаратом выбора является препарат хумалог, наибольшая эффек-

тивность и безопасность которого (снижение постпрандиальных «пиков» концентрации глюкозы, гликозилированного гемоглобина) доказана методами системного анализа и синтеза наряду с улучшением качества жизни больных, снижением риска развития кардиоваскулярных осложнений и перспектив для расширения повседневного рациона.

2. Использование методов системного анализа и синтеза в изучении динамики инфекционных заболеваний

2.1. Введение

Россия занимает одно из лидирующих мест в области моделирования и практического использования этих моделей для описания и прогнозирования динамики распространения инфекционных заболеваний. В частности уже многие годы используется модель гриппа в виде интегрально – дифференциальных уравнений (Бароян О.В., Рвачёв Л.А., 1970–1980), модели инфекционных процессов в организме отдельного человека (Марчук Г.М., 1989–1996). Все эти модели носят описательный и прогностический характер, но не содержат решение задачи оптимального проведения противоэпидемических мероприятий. Вместе с тем оптимизация профилактики и самого процесса лечения – важная клиническая проблема.

Известно, что вирусный гепатит представляет в РФ особую опасность для населения в силу значительной распространенности, многообразия форм и из-за тяжёлых хронических последствий. По широте распространения, уровню заболеваемости, тяжести течения и частоте развития хронических форм, а так же причиняемому экономическому ущербу, вирусные гепатиты занимают в России одно из ведущих мест в инфекционной патологии человека. Проблема вирусных гепатитов, особенно парентеральных, находится в центре внимания не только практического здравоохранения и медицинской науки, но и широкой общественности. С этими инфекциями связаны практически все летальные исходы у больных острыми вирусными гепатитами, а также многие случаи развития хронических заболеваний печени, включая цирроз печени и гепатоцеллюлярную карциному. Среди больных

острыми вирусными гепатитами преобладают лица молодого возраста. По-прежнему у 0,3–0,7 % больных острым вирусным гепатитом В имеют место летальные исходы. При сочетании с дельта-вирусной инфекцией летальность повышается до 10 %.

В настоящее время теория распространения инфекционных и неинфекционных заболеваний получила активную поддержку со стороны теории хаоса и синергетики. Возникновение вспышек инфекционных заболеваний или даже пандемии сейчас рассматривается в рамках общей теории катастроф. При этом теория хаоса и синергетика позволяют дать количественную оценку динамики подобных процессов как на уровне отдельного организма, так и на уровне отдельной популяции.

В первом случае мы можем анализировать параметры ВСОЧ в условиях развития патологического (инфекционного) процесса. При этом мы можем оценивать размеры *квазиаттракторов* ВСОЧ и сравнивать эти параметры с параметрами *квазиаттракторов* людей в условиях саногенеза или уже выздоровевших после перенесенной инфекции. Очевидно, что такая трактовка анализа нормы и патологии для инфекционных больных является принципиально новым подходом в рамках системного анализа и синтеза. При использовании методов системного синтеза мы говорим о выборе наиболее значимых параметров организма больного и оптимизации ФПС, что является актуальной задачей диагностики и лечения вирусных гепатитов с позиций медицинской кибернетики.

Во втором случае, на уровне популяций и сообществ организмов, мы можем говорить об оптимальных моделях инфекционных процессов, об оптимальном управлении при проведении противоэпидемических мероприятий. Это также является предметом системных исследований в теории эпидемий и представляют раздел клинической эпидемиологии.

В аспекте всего сказанного возникает проблема идентификации (количественной и качественной) особенностей протекания инфекционных заболеваний на примере Югры. Проживающие в ХМАО–Югре подвергаются ряду неблагоприятных экологических факторов внешней среды обитания (низкая влажность; резкие перепады температур, освещённости и давления; недостаток витаминов и микроэлементов в организме; запылён-

ность помещений), которые негативно сказываются на состоянии *функциональных систем организма* (ФСО) индивидуума как в период начала болезни, так и в условиях лечения. Всё это определяет актуальность выполняемого исследования.

Разработка кибернетических методов на базе *теории хаоса* и *синергетики*, обеспечивающих компартментную и кластерную дифференцировку различных динамических признаков, идентификацию их значимости, позволяют установить диагностическую ценность наиболее важных из них с учётом эндемики. Такие методы помогают решать задачи диагностики с учётом особенностей проживания человека в данной местности в рамках современной *теории хаоса* и *синергетики* и задачи оптимизации противоэпидемических мероприятий.

2.2. Основные результаты исследований и их обсуждение

Исследования проводились на группах больных с острыми вирусными гепатитами, обследовались пациенты инфекционного отделения № 3 БУ ХМАО – Югры «Сургутской ОКБ» (вирусный гепатит А–44; В–35; С–28 больных). Забор крови осуществлялся у пациентов несколько раз стандартным образом и в наших исследованиях использовались семь биохимических показателей крови (общий билирубин; прямой билирубин; тимоловая проба; *аланинаминотрансфераза* (АлТ); *аспарагатаминотрансфераза* (АсТ); протромбиновый индекс; фибриноген) пациентов с острыми вирусными гепатитами в период разгара заболевания и реконвалесценции. Кроме того отдельно анализировались истории болезней 30 пациентов для построения модели динамики АлТ при гепатите. Это деление по периодам составило два кластера результатов обследований.

Использовались стандартные методы статистической обработки параметров ВСОЧ (для доверительного интервала).

В проводимом исследовании использовались следующие новые методы системного анализа:

1) Статистически данные обрабатывали общепринятыми методами математической обработки данных (определялась достоверность различий по Стьюденту (уровень значимости p

$<0,05$)) сравнивались с параметрами квазиаттракторов, которые подсчитывались по новым методам системного анализа.

2) В этом случае данные обрабатывали с помощью оригинальной зарегистрированной программы «Идентификация параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве», предназначенной для исследования систем с хаотической организацией. Программа позволяет представить и рассчитать параметры квазиаттрактора состояния динамической системы (расчет координат параметров центров, граней, объема m -мерного параллелепипеда, ограничивающего *аттрактор*, хаотического и статистического центров, а также показатель асимметрии стохастического и хаотического центров).

3) Использовались новые методы исследования, основанные на применении ЭВМ и специальных авторских программ, разработанных и запатентованных в институте биофизики и медицинской кибернетики при Сургутском государственном университете. Для идентификации параметров порядка вектора состояния организма больных гепатитами А и В в период разгара и реконвалесценции, кроме этого производилась идентификация параметров порядка с применением нейросетевых методик (программа «Мультинейрон»).

Нейросети обеспечивали ранжирование диагностических параметров. Вся совокупность биохимических показателей и реальный диагноз пациента в виде базы данных составляли обучающую выборку. После завершения процедуры настройки нейро ЭВМ (обучения) определялись реальные веса связей и значимость каждого из анализируемых признаков (компонентов x_i параметров исследуемого кластера). Обучение нейросети считалось законченным, если по всей обучающей выборке ставится диагноз (нейросеть классифицирует различия показателей), совпадающий с реальным диагнозом.

После обучения нейроэмулятор производил вычисление и анализ значимости всех признаков, т.е. производилось определение важности каждого из диагностических показателей. Если некоторые из них не влияют на постановку диагноза (их значимость равна 0) или мало влияют (значимость $<10-30\%$ от максимального), то может производиться исключение малознача-

щих признаков из обучающей выборки и повторяется обучение нейросети.

Решение задачи минимизации заключается в последовательном исключении малозначащих признаков до тех пор, пока, с одной стороны, в обучении будет участвовать минимальный набор параметров, а с другой стороны, нейросеть будет обучаться полностью на этом наборе параметров. Многократное их повторение обеспечивает решение задачи минимизации числа диагностических признаков, улучшает качество выполнения диагностики.

При анализе параметров *квазиаттракторов* каждая процедура производилась путём исключения отдельных компонент x_i ВСОЧ и анализа значений V_6 у оставшейся выборки, если x_i слабо влияет на значение V_6 их отбрасывали, в противном случае их считали значимыми, т.е. *параметрами порядка*.

Системный анализ и синтез параметров организма больных вирусными гепатитами.

Использование методов системного анализа и синтеза в клинике инфекционных заболеваний имеет два аспекта: непосредственное моделирование динамики распространения инфекционного процесса в популяциях или в пределах одного организма (на уровне клеточных популяций), что представлено в работах Г.М. Марчука (1980–1996) и применение кибернетических методов в диагностике инфекционных заболеваний. Оба этих аспекта всегда актуальны, а их разработка в рамках клинической кибернетики представляет особую проблему медицины в целом.

В настоящей работе ставится задача разработки новых кибернетических методов и моделей в клинике вирусных гепатитов. Изучение особенностей поведения вектора состояния организма больных вирусным гепатитом может решаться в двух направлениях: изучение различий в состояниях функций организма при разных типах острого вирусного гепатита и изучение особенностей поведения ВСОЧ в ФПС, характерных именно для этих нозологических форм (Вечканов И.Н., 2009).

Учитывая сравнительно большую распространённость и высокий уровень заболеваемости, а так же поражение чаще всего трудоспособного населения (в возрасте 20–40 лет), увеличение частоты смешанных форм гепатита (ко-инфекции, суперинфекции, утяжеляющие течение заболевания) и длительную нетрудоспособность и реабилитацию больных (занимающие до 3-х месяцев), нетрудно представить и высокие экономические затраты на лечение этого вирусного заболевания.

При этом все проживающие в ХМАО – Югре подвергаются ряду неблагоприятных экологических факторов внешней среды обитания (низкая влажность; резкие перепады температур наружного воздуха, освещённости и давления; недостаток витаминов и микроэлементов в организме; запылённость), которые негативно сказываются на состоянии функциональных систем организма индивидуумов и влияют на течение и исход заболевания, возникает проблема идентификации (количественной и качественной) особенностей протекания этих инфекционных заболеваний в условиях Югры. Кроме того проблема диагностики, контроля и коррекции ФСО человека в условиях Югры при этих инфекционных заболеваниях является актуальной проблемой практической и теоретической медицины.

Особое значение в подобных исследованиях имеют показатели ФСО в различных группах больных вирусными гепатитами, когда регистрация параметров производится в динамике в период разгара заболевания и в период реконвалесценции. Известно, что довольно часто эти инфекции, при хронизации процесса, в лучшем случае принимают хроническое латентное течение, а в худшем приобретают волнообразное течение (видимое выздоровление заканчивается периодическими обострениями).

В табл. 22 представлены результаты обработки данных с помощью метода идентификации параметров порядка вектора состояния организма человека, описанного выше. Из таблицы следует, что показатель объёма (General V value) при вирусных гепатитах А, В, С отличается друг от друга (объём А=3,83E0015; В=3,19E0015; С=3,17E0015). Это характеризует более благоприятное течение заболевания при гепатите А, где чаще отмечаются лёгкие и среднетяжёлые формы и редко тяжёлые (что выражается в большем показателе объёма), в отличие от парентеральных

гепатитов В и С, когда заболевание протекает в стабильно среднетяжёлой форме, при этом чаще бывают тяжёлые формы. При гепатите С отмечается преимущественно среднетяжёлое и лёгкое течение заболевания.

Таблица 22

Обобщённые результаты расчёта параметров квазиаттракторов разных групп больных (3 типа вирусных гепатита и два кластера заболевших: разгар заболевания – левая колонка и реконвалесценция – у этих же групп больных (правая колонка)).

гепатит А (разгар)	гепатит А (реконвалесценция)
Количество измерений N=44	Количество измерений N=44
Размерность фазового пространства=7	Размерность фазового пространства=7
General asymmetry value rX=1198,4215	General asymmetry value rX=201,4832
General V value vX= 3,83657079E0015	General V value vX=4,5494504E0011
гепатит В (разгар)	гепатит В (реконвалесценция)
Количество измерений N=35	Количество измерений N=35
Размерность фазового пространства=7	Размерность фазового пространства=7
General asymmetry value rX=983,3090	General asymmetry value rX=181,7441
General V value vX=3,19638395E0015	General V value vX=3,07995035E0012
гепатит С (разгар)	гепатит С (реконвалесценция)
Количество измерений N=28	Количество измерений N=28
Размерность фазового пространства=7	Размерность фазового пространства=7
General asymmetry value rX=1 321,0295	General asymmetry value rX=615,3555
General V value vX=3,17201376E0015	General V value vX=5,50966819E0013

Тот же показатель трёх групп в период реконвалесценции снижается, но при А гепатите (General V value vX=4,54E0011) он меньше, чем при В гепатите (General V value vX=3,07E0012) и при гепатите С (General V value vX=5,50E0013). Это говорит о более быстрой реконвалесценции и более благоприятном течении гепатита А, сравнительно с гепатитом В и С.

Показатель асимметрии rX (General asymmetry value) так же подтверждает данные объёма ФПС. В разгар желтухи он больше при гепатите А (rX=1 198,4215) и гепатите С (rX=1 321,0295), чем при В гепатите (rX=983,3090). А в период реконвалесценции мы наблюдаем обратную картину. При гепатите А показате

тель асимметрии более чем в 3 раза меньше, при гепатите С и близок к показателю асимметрии гепатита В. При сравнении показателя асимметрии в период разгара заболевания и периода реконвалесценции отмечается снижение асимметрии при гепатите А в 6 раз, при В 5,4 раза, а при С всего лишь в 2,2 раза. Это показывает более благоприятное течение и исход вирусного гепатита А с нормализацией основных биохимических показателей, в отличие от вирусного гепатита В, при котором отмечается наименьший показатель асимметрии в период разгара заболевания и для которого характерно более тяжёлое течение и длительная реконвалесценция. При гепатите С отмечается уменьшение показателя асимметрии в 2,2 раза (в отличие от гепатитов А и В, когда произошло уменьшение этого же показателя в 6 и 5,4 раза), что отражает продолжительную деструкцию гепатоцитов и указывает на высокую вероятность хронизации процесса.

Идентификация параметров порядка вектора состояния организма больных гепатитами А и В в период разгара и реконвалесценции производилась с применением нейросетевых методик (программа «Мультинейрон»). Нейросети обеспечивали ранжирование диагностических параметров. Вся совокупность биохимических показателей и реальный диагноз пациента в виде базы данных составили обучающую выборку.

После завершения процедуры настройки нейроЭВМ (обучения) были определены реальные веса связей и значимость каждого из анализируемых признаков (компонентов x_i параметров исследуемого кластера). Обучение нейросети считалось законченным, если по всей обучающей выборке ставится диагноз (нейросеть классифицирует различия показателей), совпадающий с реальным диагнозом. После обучения нейроэмулятор производит вычисление и анализ значимости всех признаков, т.е. производится определение важности каждого из параметров. Если некоторые из параметров не влияют на постановку диагноза (их значимость равна 0) или мало влияют (значимость $< 10-30\%$ от максимального), то может производиться исключение малозначащих признаков из обучающей выборки и повторяется обучение нейросети.

Решение задачи минимизации размерности ФПС заключается в последовательном исключении малозначащих признаков

до тех пор, пока, с одной стороны, в обучении будет участвовать минимальный набор параметров, а с другой стороны, если нейросеть будет обучаться полностью на этом наборе параметров. Многократное их повторение обеспечивает решение задачи минимизации числа диагностических признаков, улучшает качество выполнения диагностики. Результаты настройки нейросети представлены на рис. 9 и рис. 10.

Статистическая обработка данных выявила большое количество различий в биохимических показателях крови двух нозологических групп вирусных гепатитов в разные периоды течения болезни. Практически все показатели любой из четырех групп достоверно отличаются друг от друга.

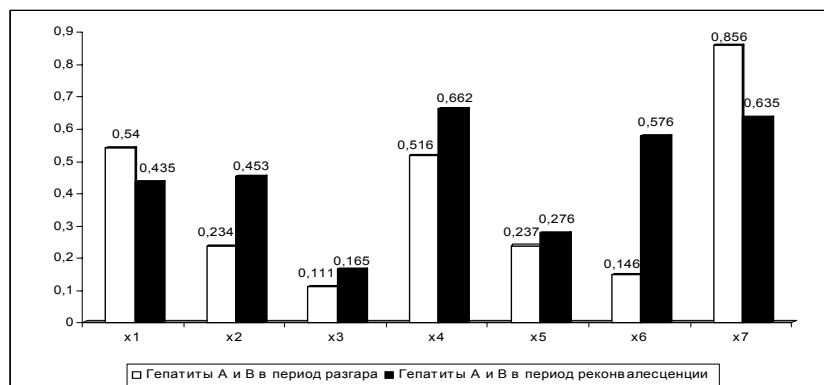


Рис. 9. Результаты ранжирования биохимических показателей при вирусных гепатитах в период разгара заболевания (белый столбик) и в период реконвалесценции (чёрный столбик), где (x1 – общий билирубин (мкмоль/л); x2 - прямой билирубин (мкмоль/л); x3 - тимоловая проба (ед); x4 - АлТ (U/L); x5 - АсТ (U/L); x6 - протромбиновый индекс (%); x7 - фибриноген (г/л))

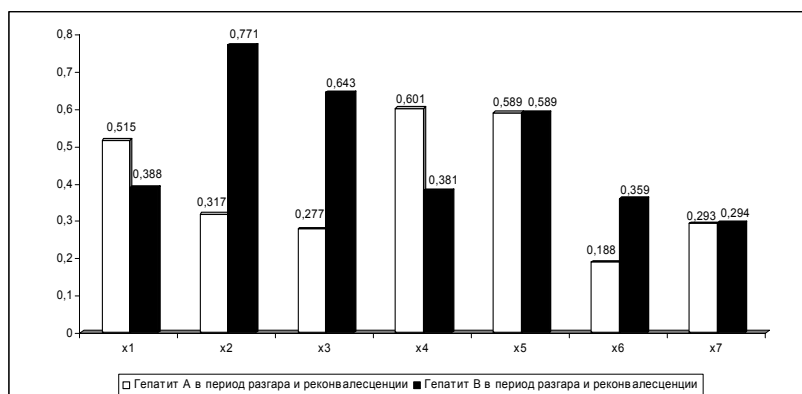


Рис. 10. Результаты ранжирования биохимических показателей при вирусном гепатите А в период разгара и реконвалесценции заболевания (белый столбик) и вирусного гепатита В в период разгара и реконвалесценции (чёрный столбик), где (x1 – общий билирубин (мкмоль/л); x2 - прямой билирубин (мкмоль/л); x3 - тимоловая проба (ед); x4 - АлТ (U/L); x5 - АсТ (U/L); x6 - протромбиновый индекс (%); x7 - фибриноген (г/л))

Из рис. 9 видно, что признаки x4, x6, x7 в период разгара вирусных гепатитов А и В наиболее значимые в диапазоне заболевания «вирусный гепатит» и характеризуют основные нарушения функции печени (цитоллиз, белково–синтетическую функцию, мезенхимально–воспалительный синдром). В период реконвалесценции возрастет значимость практически всех показателей, за исключением x3, x5, что отображает постепенное восстановление функций печени.

Аналогичный расчёт на нейро–ЭВМ для больных вирусным гепатитом А в период разгара и реконвалесценции, и вирусным гепатитом В в период разгара и реконвалесценции (рис. 10) показал, что при вирусном гепатите А наибольшее значения имеют x2, x3, x5, с более низкими значениями x2, x3, x6, x7, что указывает на более благоприятное течение заболевания с развитием желтухи и цитолиза, без развития выраженных коагулопатий и печёночно–клеточной недостаточности.

Другая картина наблюдается при вирусном гепатите В, когда значимыми признаками являются х1, х2, х3, х5, х6, которые характеризуют более выраженные нарушения функции печени (белково–синтетическую, выраженный и длительный цитолиз, мезенхиально–воспалительный синдром) с развитием коагулопатии.

Таким образом, процедура нейрокомпьютинга показала наиболее значимые диагностические признаки при сравнении этих двух типов инфекций в два разных периода течения заболевания.

Моделирование численности заболевших вирусным гепатитом в условиях города с учётом миграции и длительности болезни.

Эпидемии для человечества всегда, и особенно – в прошлом, являлись настоящими катастрофами. Достаточно напомнить, что эпидемия чумы в XV веке в Европе погубила около 25 % всего населения, что составляло примерно 25 млн. человек. В этой связи становится ясной необходимость описания динамики развития процессов распространения заболеваний и их прогнозирования. Особенно это актуально при нынешней плотности населения и темпах миграции (эпидемия гриппа начала 20-го унесла до 100 млн. жизней, а за последние годы зарегистрированы новые высокопатогенные типы вируса).

Очень часто в урбанизированных экосистемах возникают задачи моделирования численности заболевших при распространении инфекционных заболеваний. К числу последних сейчас относится и вирусный гепатит. За последние годы в г. Сургуте имела тенденция к снижению количества больных острыми вирусными гепатитами. Так, если в 2004 году было зарегистрировано 140 случаев, то в 2007 году – 50. Однако в 2008 году выявлено уже 75 больных, что в 1,5 раза больше по сравнению с 2007 годом. Всё это указывает на колебательный характер эпидемического процесса (так же процесса распространения заболевания), т.к. это только «видимая часть айсберга» и большинство вирусных гепатитов протекает без желтухи и не попадает в поле зрения врачей.

Доминирующее положение в структуре заболеваемости остаётся за парентеральными вирусными гепатитами (HBV, HCV – инфекции), характеризующиеся длительной реконвалесценцией и высокой частотой хронизации. Они поражают чаще трудоспособное население и протекают в более тяжёлых формах, что требует больших экономических затрат на лечение и реабилитацию больных. По-прежнему серьёзной проблемой здравоохранения г. Сургута остаётся заболеваемость хроническими вирусными гепатитами В и С, после перенесённых острых вирусных гепатитов, когда заболевание может носить волнообразный характер.

В настоящее время в РФ организованы службы по прогнозированию возникновения и развития различных эпидемических процессов. В частности, десятилетия работают службы по прогнозированию гриппа на территории РФ и эпизоотий инфекционных заболеваний среди животных (птичий грипп, сибирская язва и др.) Все эти действия направлены на прогнозирование эпидемических (эпизоотических) процессов, но необходимо решать задачи по снижению последствий этих процессов.

Вслед за поступлением информации о сроках и размерах распространяющихся заболеваний соответствующие органы начинают осуществлять различные мероприятия по предотвращению и уменьшению размеров заболеваний. В этой связи естественно поставить вопрос об оптимальном проведении противоэпидемических мероприятий.

Первоначально рассмотрим исходные динамические задачи теории эпидемий. Следует отметить, что в связи с некоторой спецификой рассматриваемой проблемы математическим моделированием эпидемических процессов в прошлом занималось весьма скромное количество исследователей. До начала 50-х годов можно назвать небольшое число работ этой области и среди них, безусловно, наибольшую известность получили работы А. МакКендрика, которые в наше время уже стали классическими.

В рамках системного анализа мы можем сделать предположения, что численность индивидуумов x есть непрерывная функция t и индивидуумы идентичны друг другу. Пусть в момент времени t в рассматриваемой группе индивидуумов имеется x восприимчивых и $y(t)$ источников инфекции, причем $x+y=const=n+I$, что справедливо, например для города Сургута.

Сделаем предположение, что среднее число новых случаев заболевания, появляющихся в интервале dt , будет пропорционально как x , так и y , тогда, обозначив через коэффициент β частоту контактов между заболевшими и восприимчивыми индивидуумами, мы приходим к следующей простейшей модели:

$$\frac{dx}{dt} = -\beta xy, \quad \frac{dy}{dt} = \beta xy, \quad (1)$$

при начальном условии $x = n$ для $t = 0$, из которых следует, что $x(t)$ изменяется нелинейно и при $t \rightarrow \infty$, $x(t) \rightarrow 0$ (это соответствует заражению всего населения народа, если не будет никаких действий со стороны здравоохранения).

Особый интерес представляет, однако, не $x(t)$, а функция, характеризующая динамику нарастания числа новых случаев заболеваний за некоторый интервал времени dt (например, за сутки), график которой называется эпидемической кривой. Такой функцией в нашем случае является $dx(t)/dt$, которая равна:

$$dx(t)/dt = x(n - x + 1) = \frac{\beta n(n+1)^2 e^{(n+1)t}}{[n + e^{(n+1)t}]^2}.$$

Это симметричная одновершинная кривая с максимумом в точке $t^* = \frac{\ln n}{n+1}$

В целях приближения модели (1) к описанию реальных процессов нами производился учет численности удаленных индивидуумов $Z(t)$. Под последними понимаются изолированные в больницах и других лечебных учреждениях, умершие или выздоровевшие и ставшие невосприимчивыми к инфекции. Тогда процесс распространения инфекционного заболевания будет описываться моделью вида:

$$dx/dt = -\beta xy, \quad dy/dt = \beta xy - \gamma y, \quad dz/dt = \gamma y \quad (2)$$

при начальном условии $x = x_0, y = y_0, z = 0, t = 0$.

Для начала распространения инфекционного заболевания необходимо, чтобы $dy/dt > 0$, т.е. $x_0 > \frac{\gamma}{\beta}$. При $x_0 < \frac{\gamma}{\beta}$ эпидемия никогда не начнется. Если разделить первое уравнение (2) на третье, то получим, что $\frac{dx}{dz} = -\frac{x}{\beta}$, где $\rho = \frac{\gamma}{\beta}$. Отсюда первый интеграл системы примет вид $x = x_0 e^{-z/\rho}$. Воспользовавшись тем, что $x + y + z = \text{const} = n$ для z получим уравнение:

$$dz/dt = \gamma \left(n - z - x_0 e^{-z/\rho} \right).$$

Правая часть последнего уравнения является некоторой функцией от z , которая характеризует количество вновь поступивших в лечебные учреждения больных и официально регистрируемых органами здравоохранения. На графиках функция $\dot{z}(t)$ имеет вид некоторой колоколообразной симметричной кривой. Можно вычислить общее число удаленных индивидуумов $z_\infty = 2v$, где $v = n - \rho$. Этот результат соответствует тому хорошо известному факту, что эпидемия возникает быстрее и принимает большие размеры, если велика плотность восприимчивых индивидуумов, а профилактические мероприятия проводятся плохо (β – велико), что для вирусных гепатитов, вообще говоря, не характерно, но приемлемо к эпидемиям гриппа (так было в начале 20-го века).

В ряде случаев в природе наблюдаются циклические процессы распространения инфекционных заболеваний. В этой связи определенный интерес представляет их моделирование. В работе, рассматриваются модели повторяющихся эпидемий, которые могут быть обусловлены, например, миграцией восприимчивых индивидуумов со скоростью μ . В этом случае можно получить следующую модель:

$$dx/dt = -\beta xy + \mu, \quad dy/dt = \beta xy - \gamma y, \quad dz/dt = \gamma y \quad (3)$$

Исследование ОТ этой системы уравнений с координатами $x_0 = \frac{\gamma}{\beta}, \quad y_0 = \frac{\mu}{\gamma}$ показало наличие «устойчивого фокуса» и зату-

хающих колебаний численностей y . Имеются работы (данные Сопера) по исследованию заболеваемости корью в Лондоне и которые сопоставимы с данными ОТ. Однако моделирование устойчиво повторяющихся эпидемий в этих рамках становится невозможным. Необходимо накладывать особые ограничения на параметры миграции μ , которые реально существуют в природе.

Сейчас в рамках детерминистского моделирования становится возможным решать задачи описания не только динамики распространения заболеваний в растущих или стационарирующих популяциях, но и в различных экосистемах, а также рассматривать вопросы оптимизации проведения противоэпидемических мероприятий. В частности, очень часто в урбанизированных экосистемах возникает задача моделирования численности заболевших при распространении инфекционных заболеваний. К числу последних сейчас относится и вирусный гепатит.

На фоне распространения вирусного гепатита в городе возникает задача оптимизации проведения противоэпидемических мероприятий, призванных снизить численность заболевших индивидуумов. С математической точки зрения такая же задача стоит перед конкретным врачом при лечении конкретного больного в виде снижения числа (или степени поражения) пораженных вирусным гепатитом печеночных клеток – гепатоцитов. Известно, что при большой степени поражения гепатоцитов (при инфекционной желтухе) уровень ряда показателей (в частности, билирубин крови и аланинаминотрансфераза-АлТ) резко возрастает, что внешне проявляется в виде желтушности кожи пациентов.

Такой процесс с математической точки зрения подобен решению задачи моделирования инфекционного процесса с учетом длительности болезни τ при распространении заболеваний в лимитированных популяциях. В этом случае, с учетом ряда высказанных предположений, математические модели рассматриваемых процессов примут следующий вид:

$$\dot{x} = \alpha x - \beta x - x^2 \delta + \gamma_1 y(t - \tau), \quad \dot{y} = \beta x - \gamma y(t - \tau); \quad (4)$$

$$\dot{x} = \alpha x - \beta xy - \delta x^2 + \gamma_1 y(t - \tau), \quad \dot{y} = \beta xy - \gamma y(t - \tau). \quad (5)$$

Так как аналитическое исследование этих моделей создает определенные трудности, то мы произвели их с помощью ЭВМ,

при этом наблюдались затухающие колебания численностей x и y во времени. В ряде случаев динамика процесса имеет аперiodический характер (при больших γ), когда численность y сначала нарастает, а потом уменьшается почти до нуля для (4) и до нуля для (5). В асимптотике больших времен мы получали те же значения для x и y , что и в предыдущих моделях, но без учета τ .

Для экспериментальной проверки построенных моделей мы произвели апробацию модели (5) распространения инфекционного заболевания в популяции. В качестве последней была взята популяция печеночных клеток (гепатоцитов). Следует отметить, что печень – один из наиболее хорошо регенерирующих органов и коэффициент регенерации гепатоцитов велик. Вместе с тем размер печени, а значит и количество составляющих ее клеток, в норме поддерживается в приблизительно постоянных пределах (это подобно численности населения в городах с лимитированием численности, например, г. Сургута или другие полузакрытые города РФ). В связи с этим можно предположить, что в развитии популяции печеночных клеток имеются некоторые регулирующие факторы (по принципу обратной связи), а сам этот процесс можно приблизительно описывать уравнением типа Ферхюльста-Пирла. Подобная регуляция может быть оптимальной и неоптимальной.

Нам было необходимо исследовать динамику развития инфекционного процесса в рассматриваемой популяции с лимитированием. В качестве такового процесса (как модельного) был выбран инфекционный гепатит. Для ясности кратко остановимся на общей картине развития заболевания. Как известно, имея несколько промежуточных стадий, это заболевание поражает в первую очередь печень.

Развитие так называемой печеночной стадии заболевания связано с поражением печеночных клеток инфекцией. При этом поражается, как правило, только часть клеток из общей массы. Важным признаком поражения клетки является нарушение проницаемости мембраны, в результате которого внутриклеточные ферменты поступают в кровь. Один из таких ферментов – АлТ – удается зарегистрировать биохимическими методами в крови больного. Уровень её у заболевшего значительно выше, чем у здорового индивидуума. Кроме этого показателя существует

еще целый ряд других, таких как билирубин крови, тимоловая проба, протромбиновый индекс и т.д.

Нами были отобраны дополнительно 30 историй болезни типичных форм инфекционного гепатита и составлены таблицы динамических изменений указанных показателей во времени. Статистическая обработка этих данных показала существенное совпадение максимумов указанных показателей с постоянной задержкой во времени для тимоловой пробы (1 ср.=2 дня) и времени восстановления указанных параметров к нормальному уровню (см. модель (5), где $\tau=2$).

На основании этого было принято решение о математическом моделировании изменения АлТ за время болезни, как наиболее характерного признака, характеризующего степень цитолиза гепатоцитов. Построение модели производилось с учетом существования некоторых механизмов регуляции регенерации печеночных клеток и развития патологического процесса (нарушение проницаемости мембран, некроз), в результате которого нарастает содержание АлТ в сыворотке крови.

Так как патологический процесс носит диффузный характер, трудно поддающийся количественному описанию, то мы дискретизировали понятие степени поражения, считая, что имеются клетки, которые не поражены и вырабатывают АлТ в количестве k_1x условных единиц, и пораженные y , вырабатывающие k_2y АлТ. В целом, общий уровень показателя АлТ в крови больного (A) определяется формулой:

$$A = k_1x + k_2y \quad (6)$$

Кроме того, учитывалась с помощью запаздывающего аргумента τ длительность поражения клетки, могущего закончиться гибелью (некрозом) или выздоровлением и восстановлением нормальной активности АлТ. Некроз или восстановление клеток учитывается коэффициентами $\gamma-\gamma_I$ и γ_I соответственно, математическая модель в этом случае принимает вид (5).

Для выяснения порядка указанных нами коэффициентов исследовался аналитически случай $\tau=0$ и, так как все 30 случаев болезни закончились полным выздоровлением (это эквивалентно $y=0$ для больших t), то оказалось, что должно выполняться

условие $\alpha:\delta=\gamma:\beta$, а $k_I=A_H:x$ из (6), где A_H – уровень АЛАТ в норме; в среднем, последняя величина равна 40 единицам. Кроме того, при $\tau=0$ система (5) требует, чтобы количество гепатоцитов в норме x_0 было равно α/δ . Следует отметить связь коэффициентов k_2 и $\gamma-\gamma_I$, первый характеризует тяжесть заболевания, второй – некроз клеток.

Мы аппроксимировали эту связь линейной зависимостью. Была составлена программа решения системы уравнений (5) методом Рунге-Кутты, расчет модели производился на ЭВМ. Организация программы осуществлялась с учетом следующих требований: 1) запоминание в определенных ячейках значений, необходимых для расчета x , y и A , так как у нас система с запаздыванием, 2) расчет A и запоминание его на каждом шаге, 3) приведение теоретического масштаба времени к реальному и сравнение соответствующих показателей теоретических и клинических, если расхождение превышает наперед заданную величину (у нас она была равна 4 ед. A), то весь процесс расчета повторяется снова, но уже с измененным параметром γ_I (увеличенным на 0,01).

В первом приближении брали $\alpha=1$, $\beta=10^{-4}$, $\tau=10$; γ_I – варьировалось. Полученные результаты показывают хорошее совпадение рассчитанных теоретически и полученных в клинике данных для типичных случаев болезни.

В качестве примера приводится рис. 14, на котором непрерывной линией изображается изменение АлТ в крови больного инфекционным гепатитом, а пунктирной – модельные данные, что представляет количественно динамику поражения гепатоцитов при вирусном гепатите в разных условиях его протекания.

Далее, было произведено исследование возможности предсказания изменения АлТ и, в частности, времени восстановления его нормального уровня. Для этого по данным первой половины болезни строились теоретические кривые на весь отрезок времени заболевания и производились сравнения с фактическими результатами.

Исследования показали также возможность моделирования затяжных и хронических форм инфекционного гепатита. В этом случае процесс может приобретать колебательный характер, что особенно важно для клиники в аспекте прогноза подобных исходах.

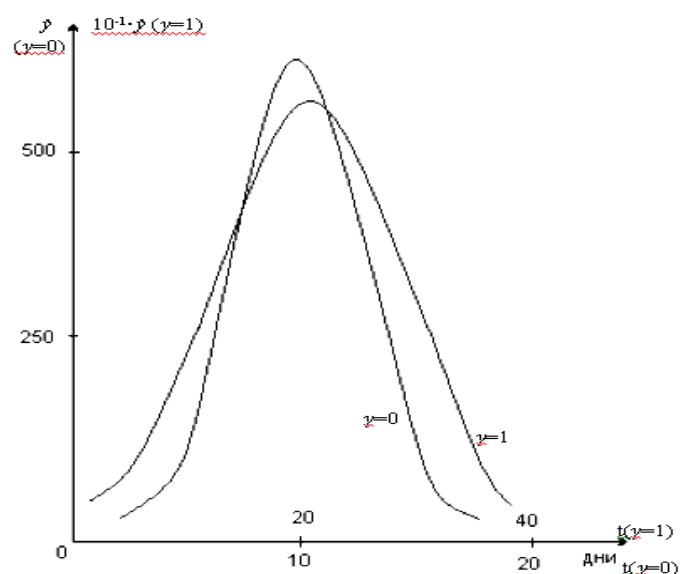


Рис. 11. Кривая динамики поражения гепатоцитов при развитии вирусного гепатита с учетом выздоровевших ($\gamma=1$) и без такого учета ($\gamma=0$).

Несмотря на несколько схематичный и приближенный характер предложенной модели, а также определенные трудности, связанные с решением проблемы в целом, указанный подход дает положительные результаты в исследовании механизмов развития и течения гепатита, а также указывает на возможность прогнозирования заболеваний, что может иметь практическое значение для клиники.

Рассмотренное применение одной из исследуемых моделей с учетом фактора запаздывания τ , безусловно, далеко не единственно возможное. Оно скорее подчеркивает широкие возможности практического применения предлагаемых моделей в самых разных задачах медико-биологического характера, их широкий спектр действия от экосистем до моделирования патологических процессов в организмах индивидуумов.

Задачи оптимального проведения профилактических мероприятий в урбанизированных и природных экосистемах. При моделировании инфекционных и неинфекционных заболеваний для инфекционных заболеваний существенную и определяющую роль играет количество и восприимчивых, и зараженных экземпляров, а также число их контактов (коэффициент встречаемости β). Кроме этого имеет место целый ряд других факторов (патогенез заболевания, длительность инкубационного и заразного периодов, эффективность различных специфических и неспецифических противоэпидемических мероприятий и т.д.). Первый и существенный фактор из этого перечня мы учитываем нелинейным слагаемым в правой части уравнений $-\beta x u$. Следовательно, модели, описывающие распространение инфекционных заболеваний, являются нелинейными. В простейшем случае их первые исследования были представлены довольно подробно в монографии Н.Т. Бэйли.

Иная картина у нас получается при детерминистском моделировании неинфекционных заболеваний. При построении математических моделей неинфекционных заболеваний можно высказать предположение о том, что количество заболевших индивидуумов в момент времени t за интервал от t до $t+dt$ пропорционально количеству здоровых и равно $\beta x dt$, где β – некоторый коэффициент. Эта зависимость линейная и, следовательно, модели этих процессов – линейны. Подтверждением правильности сказанного выше служит и тот известный факт, что в большинстве случаев (а их мы именно и рассматриваем в данной работе) число вновь заболевших не зависит от количества уже имеющих больных. Такие процессы характерны для радиационного или химического заражения и в ряде других случаев в природе.

Важным фактором, влияющим на динамику распространения заболеваний, является миграция восприимчивых и заболевших индивидуумов. В случае инфекционных заболеваний миграция может быть одним из источников повторных заболеваний и придавать эпидемическим процессам колебательный характер. Это подробно нами исследуется в настоящей работе.

В наших моделях мы учитывали миграцию с помощью коэффициентов (скорости) миграции в правых частях уравнений –

μ_i . При этом, если имеем приток индивидуумов, то μ_i входят в правые части со знаком «+» (иммиграция), в противном случае – для эмиграции – μ_i будет входить со знаком «-». В общем случае миграция может быть переменной – $\mu_i = \mu_i(t)$, а в простейших случаях μ_i можно рассматривать как постоянную величину ($\mu_i = \text{const}$).

Тогда с учетом миграции, модели неинфекционных и инфекционных заболеваний примут следующий вид:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= -\beta x + \gamma_1 y + \mu_1, \quad \dot{y} = \beta xy - \gamma y + \mu_2; \\ \dot{x} &= -\beta x + \delta_1 z + \mu_1, \quad \dot{y} = \beta x - \gamma y + \mu_2, \quad \dot{z} = \gamma y - \delta z \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \dot{x} &= -\beta xy + \gamma_1 y + \mu_1; \quad \dot{y} = \beta x - \gamma y + \mu_2; \\ \dot{x} &= -\beta xy + \delta_1 z + \mu_1; \quad \dot{y} = \beta xy - \gamma y + \mu_2; \quad \dot{z} = \gamma y - \delta z \end{aligned} \quad (8)$$

При исследовании подобных моделей распространения заболеваний нами был получен ответ на вопрос о том, каким способом можно эффективно уменьшить число заболевших вплоть до нуля, а именно: путем уменьшения коэффициента β . Уменьшение численности заболевших можно вызвать и иммунизацией восприимчивых индивидуумов, эмиграцией или отстрелом заболевших животных (в случае распространения заболеваний в популяциях), а также эвакуацией индивидуумов из очагов распространения массовых заболеваний. Однако, проведение этих мероприятий в математическом плане несколько отличается от указанного выше.

В настоящем исследовании было рассмотрено снижение заболеваемости только за счет уменьшения β , что можно получить путем улучшения различных профилактических мероприятий типа: очистки сточных вод, информации населения о необходимости соблюдения правил личной гигиены и санитарии, уничтожения переносчиков заболеваний и ряда других действий, приводящих к снижению β . Вместе с тем проведение таких мероприятий требует определенных, порой значительных, экономических затрат. Приоритетом во всех случаях должны пользоваться, разумеется, гуманитарные соображения и экономическая сторона дела. При этом естественно поставить вопрос об оптимальных размерах всех этих действий, так как вполне возможно, что затрачивая значительные материальные ресурсы, мы можем

получить незначительное снижение заболеваемости среди индивидуумов. Таким образом, решение подобных задач имеет государственное значение. Причем это важно как для органов здравоохранения, так и для ветеринарного надзора.

Сформулируем теперь поставленную задачу в математическом плане. Пусть экономические потери в связи с заболеванием одного индивидуума составляют c_1 условных единиц (например, рублей), тогда при распространении заболевания в обществе за промежуток времени $[0, T]$ общие экономические потери составят некоторую функцию

$$J(\beta) = c_1 \int_0^T y(t) dt.$$

Далее, предположим, что мы осуществляем некоторое мероприятие, приводящее к уменьшению β . Экономические затраты при этом будут выражаться некоторой функцией от β , т.е. $f(\beta)$, причем, зависимость тут должна быть такой, чтобы при уменьшении β , $f(\beta)$ возрастала. Это отражает тот факт, что любые, даже самые незначительные, действия по уменьшению заболеваемости требуют некоторых экономических затрат (расходования материальных ресурсов и рабочего времени). Очевидно, что $f(\beta)$ в этом случае должна быть монотонно убывающей функцией в области изменения β ($\beta \in [0, \infty]$ в общем случае). Постулируем поведение $f(\beta)$ на концах интервала $(0, \infty)$. При $\beta \rightarrow 0$ она для многих, в частности, для инфекционных заболеваний должна принимать конечные значения. Если же $\lim_{\beta \rightarrow 0} f(\beta) = \infty$,

то это будет означать, что наука на данном этапе не может полностью ликвидировать рассматриваемое заболевание ни при каких экономических затратах. Далее, при $\beta \rightarrow \infty$, $f(\beta)$ всегда принимает значение 0, более того нулевые значения эта функция может принимать и при некоторых значениях $\beta = B$, т.е. $\lim_{\beta \rightarrow B} f(\beta) = 0$. В этом случае коэффициент β есть некоторая ограниченная величина (из реальных соображений), а $f(\beta)$, в отсутствии противоэпидемических мероприятий принимает нулевые значения.

Указанным ограничениям может удовлетворять весьма большой класс монотонно убывающих функций от β на интервале $(0, \infty)$.

Необходимые и достаточные условия существования минимума экономических потерь. В частности изучено поведение функционала стоимости $L=J+F(\beta)$ экономических потерь в зависимости от значений параметра β . Для рассматриваемых моделей $L=J(\beta)+f(\beta)$ есть сумма двух монотонных функций, из которых одна возрастающая, а другая – убывающая. Показано, что это является необходимым условием существования нетривиального (т.е. при $\beta=0$ или $\beta=\infty$) абсолютного минимума.

Рассмотрены также достаточные условия существования абсолютного минимума $L(\beta)$ на интервале $(0, B)$. В частности, если для указанной функции $L(\beta)$ на интервале $(0, B)$ найдется такое β^* , для которого выполняется условие I, то $L(\beta)$ обязательно имеет, хотя бы одну точку абсолютного минимума

$$I. \varphi_1(0) + \varphi_2(0) > \varphi_1(\beta^*) + \varphi_2(\beta^*); \varphi_1(B) + \varphi_2(B) > \varphi_1(\beta^*) + \varphi_2(\beta^*).$$

Доказательство. Предположим, что условию I удовлетворяет одна точка β^* , это значит, что на всем промежутке $[0, B]$ не найдется такой точки β кроме $\beta=\beta^*$, для которой бы $L(\beta) \leq L(\beta^*)$. Значит, $L(\beta)$ левее и правее точки β^* должны быть больше $L(\beta^*)$, т.е. для любого сколь угодно малого δ , $L(\beta^* \pm \delta) > L(\beta^*)$, тогда точка β^* является единственной точкой минимума $L(\beta)$. В случае, если имеется множество точек β^*_i , удовлетворяющих I, то выбрав такую β^{**} из этого множества, для которой $L(\beta^{**}) < L(\beta^*_i)$ мы опять приходим к существованию абсолютного минимума $L(\beta)$ на интервале $(0, B)$, $i = 1, 2, \dots, k$.

Отметим, что возможно получение сразу нескольких точек β^* . Далее, если не найдется точки β^* удовлетворяющей I, то управление по β будет носить тривиальный характер, а именно:

$$\begin{aligned} \beta &= 0, \text{ если } \varphi_1(0) + \varphi_2(0) < \varphi_1(B) + \varphi_2(B), \\ \beta &= B, \text{ если } \varphi_1(B) + \varphi_2(B) < \varphi_1(0) + \varphi_2(0). \end{aligned}$$

В заключение следует сказать, что нахождение $L(0)$ и $L(B)$ не представляет больших трудностей, но аналитическое решение неравенств I, вообще говоря, значительно усложняет задачу. Применяя, однако, ЭВМ для каждого конкретного случая, мож-

но довольно легко произвести расчет β^* , а значит добиться оптимального проведения рассматриваемых профилактических мероприятий.

В целом теоретический анализ процессов оптимизации в работе был завершён конкретным примером проведения противоэпидемических мероприятий (выполнен расчёт модели). Очевидно, что разработанные методы оптимизации противоэпидемических мероприятий должны найти применение в практическом здравоохранении для борьбы с эпидемиями вирусных инфекций.

2.3. Заключение

Установлено, что существующие статистические методы идентификации значимости наиболее существенных методов (процедура Вальда и др.) имеют определённые ограничения сравнительно с разрабатываемыми новыми методами системного анализа и синтеза (нейрокомпьютинг, анализ хаотической динамики)

Анализ параметров *квазиаттракторов* движения ВСОЧ показал наличие существенных различий объёмов *аттракторов* для гепатитов А, В, С и наличие значимых расстояний между центрами аттракторов этих нозологических единиц (в разгар заболевания и реконвалесценции). Наибольший показатель объёма (General V value) наблюдается при вирусном гепатите А=3,83E0015, тогда как при парентеральных вирусных гепатитах этот показатель близок друг к другу, так при гепатите В=3,19E0015, а при гепатите С=3,17E0015. Тот же показатель трёх групп в период реконвалесценции снижается, но при гепатите А=4,54E0011 меньше, чем при гепатите В=3,07E0012 и гепатите С=5,50E0013. Показатель асимметрии γ_X (General asymmetry value) в разгар желтухи больше при гепатите А=1 198,4215 и гепатите С=1 321,0295, чем при В=983,3090. В период реконвалесценции отмечается снижение асимметрии при гепатите А в 6 раз, при В 5,4 раза, а при С всего лишь в 2,2 раза. Это показывает более благоприятное течение и исход вирусного гепатита А при сравнении с вирусным гепатитом В. Тогда как при вирусном гепатите С уменьшение показателя асимметрии в 2 раза указывает

на волнообразное течение инфекции с высокой последующей хронизацией процесса. Анализ *квазиаттракторов* движения ВСОЧ показал возможность прогнозирования развития и исхода вирусного гепатита в зависимости от типа гепатита.

Методами системного анализа установлены параметры порядка (наиболее важные диагностические признаки для исследуемых нозологических единиц). Так при вирусных гепатитах в период разгара заболевания и в период реконвалесценции признаки x_4 , x_6 , x_7 наиболее значимые и характеризуют основные нарушения функции печени.

Расчёт на нейро-ЭВМ для больных вирусным гепатитом А в период разгара и реконвалесценции показал, что при вирусном гепатите А наибольшее значения имеют x_2 , x_3 , x_5 , с более низкими значениями x_2 , x_3 , x_6 , x_7 .

Другая картина наблюдается при вирусном гепатите В, когда значимыми признаками являются x_1 , x_2 , x_3 , x_5 , x_6 , характеризующие более выраженные нарушения функции печени (белково-сентетическую, выраженный и длительный цитолиз, мезенхимально-воспалительный синдром) с развитием коагулопатии.

Таким образом процедура нейрокомпьютинга показала наиболее значимые диагностические признаки при сравнении вирусного гепатита А и В. Использование методов нейрокомпьютинга может использоваться в диагностике инфекционных заболеваний, в частности вирусного гепатита, тем самым снизив экономические затраты на её проведение и лечение инфекционной патологии благодаря выделению наиболее существенных патологических отклонений и их своевременной корректировкой.

Показано, что миграция заражённых индивидуумов является значимым признаком в динамике возникновения повторяющихся инфекционных заболеваний (на примере вирусного гепатита).

В работе, рассматриваются модели повторяющихся эпидемий, которые могут быть обусловлены миграцией восприимчивых индивидуумов со скоростью μ . В этом случае получаем следующую модель:

$$dx/dt = -\beta xy + \mu, dy/dt = \beta xy - \gamma y, dz/dt = \gamma y$$

Исследование ОТ этой системы уравнений с координатами $x_0 = \frac{\gamma}{\beta}$, $y_0 = \frac{\mu}{\gamma}$ показало наличие «устойчивого фокуса» и затухающих колебаний численностей y .

На фоне распространения вирусного гепатита в городе возникает задача оптимизации проведения противоэпидемических мероприятий, призванных снизить численность заболевших индивидуумов.

В этом случае математические модели рассматриваемых процессов примут следующий вид:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= \alpha x - \beta x - x^2 \delta + \gamma_1 y(t - \tau), \quad \dot{y} = \beta x - \gamma y(t - \tau); \\ \dot{x} &= \alpha x - \beta xy - \delta x^2 + \gamma_1 y(t - \tau), \quad \dot{y} = \beta xy - \gamma y(t - \tau).\end{aligned}$$

При аналитическом исследовании этих моделей наблюдаются затухающие колебания численностей x и y во времени.

Указанный подход дает положительные результаты в исследовании механизмов развития и течения гепатита, а также указывает на возможность прогнозирования заболеваний, что может иметь практическое значение для клиники.

Разработаны модели, обеспечивающие оптимальное проведение специфических и неспецифических противоэпидемических мероприятий.

3. Системный анализ и синтез параметров аттракторов динамики поведения вектора состояний больных сахарным диабетом 2 типа

3.1. Введение

Проблема СД, несмотря на значительные успехи в области диабетологии, достигнутые за последние 20 лет, сохраняет свою актуальность практически во всех странах мира. На Всемирном конгрессе по СД в Кейптауне спрогнозирован рост числа больных к 2025 году до 380 млн. больных, что составит 7 % населения мира. Причем сахарный диабет 2 типа, по прогнозам ученых, составит 92–97 %. Ежегодно диабет становится причиной смерти примерно 3,8 млн. человек, и большинство из них умира-

рает от его осложнений. У 75 % больных СД 2-го типа причиной высокой летальности являются метаболические нарушения, которые обусловлены феноменами глюко- и липотоксичности и потенцирующие развитие сердечно-сосудистых заболеваний, включая ишемическую болезнь сердца, инсульт, атеросклероз периферических артерий, артериальную гипертонию. Актуальность изучения каскада метаболических нарушений при СД с использованием методов системного анализа и синтеза, базирующихся на *теории хаоса и синергетике* обусловлена тем, что сам по себе СД 2-го типа является одним из значимых факторов риска атеросклероза и, соответственно, определяют высокую частоту сердечно-сосудистых осложнений, а с другой стороны, заболевание часто сочетается с другими факторами риска (артериальная гипертензия, дислипидемия, ожирение), во многом усиливая их действие.

Системный анализ и синтез, включающий триединство стохастического, детерминистского и хаотического подходов, базирующихся на компартментно-кластерной теории биологических систем, позволяет идентифицировать вектор направления развития метаболических нарушений при СД. Последний определяется *параметрами порядка* – наиболее существенными идентификационными критериями среди множества диагностических признаков. При этом важно учитывать количественную меру приближенности исследуемой системы к хаосу. (Еськов В.М., 2007; Хадарцев А.А., 2007). Поскольку формирование многоуровневого и многокомпонентного каскада метаболических нарушений, присущего СД, сопряжено с взаимодействием множества переменных кластеров, объединяющихся на основе функционального взаимодействия в систему патогенеза хронических сосудистых осложнений (Добрынина И.Ю., 2007).

Системный анализ и синтез кластеров при метаболических нарушениях в патогенезе хронических осложнений СД 2-го типа позволяет в рамках компартментно-кластерного подхода произвести анализ поведения ВСОЧ при СД 2-го типа. Определение расстояния между центрами аттракторов ВСОЧ при СД 2-го типа с различными клиническим вариантами течения позволит охарактеризовать динамику поведения *аттракторов состояний биологических динамических систем* (БДС), в аспекте как ин-

транозологической идентификации тяжести заболевания, так и в сравнении с условно здоровыми лицами, а также прогнозировать поведения ВСОЧ в условиях нормы, псевдонормы или различной градации патологии.

Несмотря на исключительную важность данной проблемы, изучение динамики поведения *аттракторов* вектора состояний больных СД 2-го типа с различными клиническими вариантами течения на основе анализа расстояния между центрами аттракторов при различной градации метаболических нарушений с использованием современных методов системного анализа и синтеза и нейросетевых технологий является чрезвычайно актуальным.

3.2. Основные результаты исследований и их обсуждение

В общее исследование был включен 1051 пациент Учреждения ХМАО–Югры Сургутской окружной клинической больницы (СОКБ), постоянно проживающие на территории г. Сургута и Сургутского района ХМАО. Результаты обследования были введены в базу данных регистра диабета в период 2002–2007 г.г. Из них: данные обследования 718 больных (202 мужчин, 425 женщин) составили базу регистра больных СД-2 типа, прикрепленной городской территории, 333 больных (106 мужчин, 199 женщин) составили базу регистра больных СД-2 типа Сургутского района. Из них была сформирована выборка 90 больных СД-2 типа (мужчин, женщин) в возрасте $58,19 \pm 0,81$ лет и стаже заболевания $8,25 \pm 0,42$ лет: из которых 27 мужчин в возрасте $59,19 \pm 1,61$ года и среднем стаже заболевания $7,51 \pm 0,77$ лет; 63 женщины в возрасте $57,76 \pm 0,93$ лет и среднем стаже заболевания $8,57 \pm 0,50$ лет. Эти больные были распределены по 3-м группам (N=30): I группа – больные СД 2 типа в стадии компенсации; II группа – больные СД 2 типа в стадии субкомпенсации; III группа – больные СД 2 типа в стадии декомпенсации (Курзина С.Ю., 2008).

Для этих групп было выполнено углубленное исследование с целью выявления информационной значимости диагностических признаков кластеров расширенных иммунограмм и липидограмм, гемостаза, иммуномаркеров, составляющих кластеры

метаболических нарушений патогенеза хронических осложнений при СД-2 типа, на основе разработанных новых методов обработки информации (идентификации характеристик параметров вектора состояний организма человека). Группа контроля представлена группой 30 условно здоровых лиц. С целью компенсации углеводного обмена пациенты принимали ПСП (гликлазид 30–120 мг/сут., метформин 500–2500 мг/сут.).

Методы общеклинических исследований. Клинические исследования по теме проводились в клинко-диагностическом отделении Учреждения ХМАО Югры «Сургутская окружная клиническая больница».

Регистрировались показатели углеводно-липидного обмена: гликированный гемоглобин – методом ионно-обменной хроматографии наборами фирмы «Био-Рад» (Австрия); С-пептид – метод ИФА (реагенты фирмы «Human» на анализаторе «Multiscan Ascent» (Финляндия); липидограмма: общий холестерин ($ХС_{общ.}$), липопротеиды высокой плотности (ЛПВП), липопротеиды низкой плотности (ЛПНП), фосфолипиды (ФЛ) – энзиматическим методом на автомате CLINLINE-150 наборами фирмы «BIO-MERIEUX», триглицериды – ТГЛ – энзиматическим методом на автомате CLINLINE-150 реагентами «Triglycerides» фирмы «EKO-MED-POL»; аполипопротеиды А1 и аполипопротеиды В – реагентами фирмы «Ля Рош» на биохимическом анализаторе «Hitachi-917».

Гемостаз анализировался по следующим звеньям: тромбоцитарно-сосудистое звено гемостаза – количество тромбоцитов; агрегация с *универсальным индексом агрегации* (УИА) и ристомицином – наборами экспресс – оценки тромбоцитарного гемостаза МНПЦ «Технология» г. Барнаул; коагуляционный гемостаз – время рекальцификации, активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), протромбиновый индекс (ПТИ), тромбиновое время – с использованием стандартных реагентов ТОО «Технология» г. Барнаул на полуавтомате СМ-4 «BENK-ELEKTRONIK»; активность антикоагулянтов – протеин С – ИФА методом, антитромбин III – титриметрическим методом; исследование конечного этапа свертывания крови и фибринолитическое звено системы гемостаза: фибриноген А, фибриноген В – гравиметрическим методом Рутберга; этаноловый

тест; ортофенантролиновый тест – наборами для определения количества растворимых фибрин-мономерных комплексов (РФМК) в плазме МНПЦ «Технология» г. Барнаул.

Изучались показатели иммунологического статуса: популяции лимфоцитов – на проточном цитофлюорометре фирмы «Bekman-Coulter» (процентное содержание Т и В-лимфоцитов, соотношение Т-хелперы/Т-супрессоры методом проточной цитометрии с использованием моноклональных антител к рецепторам CD3, CD4, CD8, CD20); сывороточные иммуноглобулины (JgA, JgG, JgM) – методом одномерной радиальной иммунодиффузии в агаровом геле по J. Mancini с соавт. (1965). «Свободные» формы человеческих цитокинов – методом ИФА с использованием реагентов фирмы «CYTELISA»: факторов интерлейкина-6 (IL-6) – набором «HumanIL-6», интерлейкина-8 (IL-8) – «Human IL-8», фактора некроза опухолей – α (TNF α) – «Human TNF α ».

Изучались иммуномаркеры: иммуноферментным методом (ИФА) на анализаторе «Multiscan-accent»: антитела к липопротеинам низкой плотности наборами «oLDL» фирмы oLab Biomedica (мЕд/мл); суммарные антитела к кардиолипину Jg A, Jg G, Jg M и суммарные антитела к смеси 4 различных фосфолипидов (кардиолипину, фосфатидилсерину, фосфатидилинозитолу, фосфатидиловой кислоте (Ед/мл) с использованием иммуноферментного набора «анти-фосфолипид скрин» и «тромбо комбо» фирмы «Orgentec»; адренкортикотропный гормон наборами «АКТГ», фирмы «Biomerica Elisa».

Идентификация параметров порядка вектора состояния организма больных с СД-2 типа с различными клиническими вариантами течения производилась с применением новых подходов в теории хаоса и синергетики. Разработанный метод идентификации параметров порядка вектора состояния биосистем в m-мерном фазовом пространстве позволил нам выделить наиболее значимые *параметры порядка*.

Метод основан на параллельной идентификации объемов *аттракторов* в фазовом пространстве для пары кластеров, а затем поэтапного исключения из расчета отдельных компонент вектора состояния БДС с одновременным анализом параметров

аттракторов и сравнением существенных или несущественных изменений в параметрах аттрактора после такого исключения. Алгоритм такой процедуры основывается на получении матрицы состояний p кластеров в m – мерном фазовом пространстве, где i – бегущий индекс компонента вектора ($i=1..m$), а j – номер биообъекта (пациента) ($j=1..n$), $k=1..p$. Иными словами элемент такой матрицы A_{ij}^k представляет k -й кластер БДС, i -й компонент ВС для j -го пациента (популяции, экосистемы). Производился поочередный расчет координат граней для всех j -х пациентов ($j=1..n$) из k -го кластера ($k=1..p$); их длины (Interval) $D_i^k = x_{i(max)} - x_{i(min)}$, $D_i^k = y_{i(max)} - y_{i(min)}$, где $x_{i(max)}$ и $x_{i(min)}$ – координаты крайней точки, совпадающие с нижней и верхней границей фазовой области; вектор объемов (General Value) $V = (V_0, V_1 \dots V_p)^T$, ограничивающих все p аттракторы, а так же показатели асимметрии (Asymmetry) стохастического $X_l^C = (x_{l1}^C, x_{l2}^C \dots x_{lm}^C) \dots X_p^C = (x_{p1}^C, x_{p2}^C \dots x_{pm}^C)$, и хаотического центров $X_l^x = (x_{l1}^x, x_{l2}^x \dots x_{lm}^x) \dots X_p^x = (x_{p1}^x, x_{p2}^x \dots x_{pm}^x)$, где, $X_{pm}^C = \sum_{j=1}^N x_j/N$ – идентифи-

кация стохастического центра аттракторов, находится путем вычисления среднего арифметического одноименных координат точек, представляющих проекции конца вектора состояния БДС на каждую из координатных осей. Отметим, что для двух кластеров где, $X_{pm}^x = x_{i(min)} + D_i^k/2$ – идентификация хаотического центра аттракторов, D_i^k – ширина фазовой области *аттрактора* в проекции на i -ую координату. После исключения поочередно каждого из компонент вектора X т.е. x_i для одного и другого кластера отдельно $X_{1..N}^k$ и вычисляется вторые приближения параметра $R_l = V_l^1 - V_l^2 / V_l^1$. Таким образом, получаем $R = (R_0 \dots R_m)$ значений, по которым можно определить уменьшилась или увеличилась относительная величина *аттракторов* V при изменении размерности фазового пространства. При уменьшении размеров V , анализируются параметры системы и на основе их почти неизменности делается заключение, о существенной (если параметры существенно меняются) или несущественной (параметры почти неизменны) значимости конкретного, каждого X_i компонента ВС $X = (x_1, x_2, \dots x_m)^T$.

Таким образом, производится выбор размерности кластеров БДС при сравнительном анализе поведения их векторов состояния. Существенно что, подобные методы идентификации параметров аттракторов обеспечивают, фактически параллельную процедуру с нейросетевой технологией.

Идентификация центров *аттракторов* вектора состояний организма в m -мерном пространстве состояний для больных СД-2 производилась с использованием оригинальной зарегистрированной программы, предназначенной для использования в научных исследованиях систем с хаотической организацией. Программа позволяет представить и рассчитать в фазовом пространстве с выбранными фазовыми координатами параметры центра и расстояния Z между центрами изучаемых аттракторов. Анализ количественной динамики дистанций Z между центрами аттракторов при парном сравнительном анализе регистрирует переход вектора состояний организма в новое переход в новое качество, отражающее клинический вариант течения (нозологических различия). Именно по величине Z определяется степень развития патологии.

Идентификация значимости параметров порядка ВСОЧ с СД-2 типа с различными клиническими вариантами течения производилась также с применением нейросетевых методик («Мультинейрон»). Нейросети обеспечивали ранжирование диагностических параметров. Для каждого из пациентов СД-2 типа с различными клиническим вариантами течения и 30 условно здоровых лиц (группа контроля) были зафиксированы ответы на определенные тесты (соответствующие числу анализируемых параметров в исследуемом кластере), которые определялись на момент обследования. Вся совокупность ответов на вопросы и реальный диагноз пациента в виде базы данных составили обучающую выборку. После завершения процедуры настройки нейроЭВМ (обучения) определялись реальные веса связей и значимость каждого из анализируемых признаков (компонентов x_i параметров исследуемого кластера). Обучение НС считалось законченным, если по всей обучающей выборке НС ставит диагноз (НС классифицирует), совпадающий с реальным диагнозом. После обучения нейроэмулятор производит вычисление и

анализ значимости всех признаков, т.е. производится определение важности каждого из диагностических признаков.

Полученные данные подвергли также математической обработке методом вариационной статистики с помощью пакета прикладных программ по статистической обработке информации (SPSS), а также пакета анализа MICROSOFT EXCEL на IBM PC/Pentium IV. Достоверность выявляемых различий определяли по методу Фишера-Стьюдента, анализируя среднюю величину вариационного ряда (M), среднее квадратическое отклонение вариационного ряда (σ), среднюю ошибку среднего квадратического отклонения (m); уровень значимости различий также был проанализирован с использованием непараметрического критерия Манна-Уитни. За достоверные принимали различия при значениях $p < 0,05$. Результаты исследования так же обработаны методом парного корреляционного анализа (коэффициент корреляции Пирсона) на IBM PC/Pentium IV с использованием пакета программ «Статистика в медико-биологических исследованиях».

Системный анализ и синтез критериев метаболических нарушений, характеризующих углеводно-липидный кластер и интегративный коэффициент аппроксимации устойчивости организма при СД-2 типа производится на основе анализа динамики компонентов x_i фазового пространства кластера «углеводно-липидный обмен» при СД-2 типа с различными клиническими вариантами течения.

С позиций ФПС динамика движения вектора состояний, анализируемая по параметру Z – является интегративным коэффициентом аппроксимации устойчивости индивидуума. Расстояние между центрами параллелепипедов (Z) увеличивается, отражая влияние неудовлетворительного метаболического контроля, указывает на сужение интервалов устойчивости организма с одновременным изменением и коэффициента асимметрии (rx). При этом расстояние между центрами параллелепипедов – Z это количественный интегративный индикатор смещения центра анализируемого аттрактора в область смертельного поведения вектора состояний.

**Сводные результаты в виде матрицы параметра Z кластера
«углеводно-липидный обмен»**

Номер группы	Группа контроля	I группа	II группа
I группа	2,84		
II группа	7,73	7,13	
III группа	8,15	6,13	7,22

Из табл. 23 видно, что наибольшее расстояние Z между центрами *аттракторов* разных групп (I–III) мы получили для 3-й группы и контроля. Причем, центры расстояний между аттракторами поведения ВСОЧ 1-й и 2-й групп, а также 3-й и 2-й приблизительно одинаково (мера различий этих 2-х кластеров незначительна (7,13 и 7,22). Это расширяет понимание различий в клинической картине течения СД 2-го типа.

Нозологическая идентификация различий СД 2-го типа и условно здоровых лиц по параметру Z характеризуется прогрессирующим снижением устойчивости индивидуума по мере ухудшения углеводного обмена с максимумом интегративного коэффициента аппроксимации в III группе (соответственно $Z_{I/k}=2,84$, $Z_{II/k}=7,73$, $Z_{III/k}=8,15$). Примечательно, что при сравнительном анализе параметра Z и параметра R в кластере, характеризующем углеводно-липидный гомеостаз, между группами различных клинических вариантов течения СД 2-го типа существенных изменений для R не выявлено. С позиций *теории хаоса и синергетики* это является обоснованием стратегии наиболее «агрессивного» управления СД 2-го типа с достижением целевых показателей гликемии и липидограммы, соответствующих уровню условно здоровых лиц (соответственно $Z_{II/I}=7,13$, $Z_{III/I}=6,13$, $Z_{III/II}=7,23$) (табл. 23, 24).

Установлено, что ухудшение метаболического контроля сопровождается прогрессирующим существенным увеличением общего объема параллелепипеда – General V value, ограничивающего аттрактор кластера «углеводно-липидный обмен» в 13-мерном фазовом пространстве.

**Результаты обработки данных аттрактора кластера
«углеводно-липидный обмен» больных СД 2-го типа с различными
клиническими вариантами течения в 13-мерном пространстве**

Количество измерений N = 30				
Размерность фазового пространства = 13				
I группа			Группа контроля	
General asymmetry value Rx=3,73			General asymmetry value Ry=24,32	
General V value Vx=251 656,98			General V value Vy=5 319,61	
Vx0=251 656,98	Vy0=5 319,61	dif=246 337,37	R0=97,88 %	Z0=2,84
II группа			Группа контроля	
General asymmetry value Rx=2,20			General asymmetry value Ry=24,32	
General V value Vx=37 936,85			General V value Vy=5 319,61	
Vx0=37 936,85	Vy0=5 319,61	dif=32 617,23	R0=85,97 %	Z0=7,73
III группа			Группа контроля	
General asymmetry value Rx = 3,56			General asymmetry value Ry=24,32	
General V value Vx =3 557 280,69			General V value Vy=5 319,61	
Vx0=3 557 280,69	Vy0= 5 319,61	dif=3 551 961,08	R0=99,85 %	Z0=8,15
II группа			I группа	
General asymmetry value Rx=2,20			General asymmetry value Ry = 3,73	
General V value Vx=37 936,85			General V value Vy=251 656,98	
Vx0=37 936,85	Vy0=251 656,98	dif=213 720,13	R0=84,92 %	Z0=7,13
III группа			I группа	
General asymmetry value Rx=3,56			General asymmetry value Ry=3,73	
General V value Vx=3 557 280,69			General V value Vy=251 656,98	
Vx0=3 557 280,69	Vy0=251 656,98	dif=3 305 623,70	R0=92,92 %	Z0=6,13
III группа			II группа	
General asymmetry value Rx=3,56			General asymmetry value Ry=2,20	
General V value Vx=3 557 280,69			General V value Vy = 37 936,8511	
Vx0=3 557 280,69	Vy0=37 936,85	dif=3 519 343,84	R0=98,93 %	Z0=7,22

Примечание: здесь и далее: 13-ти мерное фазовое пространство кластера «углеводно-липидный обмен» включало анализ следующих показателей (X₁ ... X₁₃): X₁ – С – пептид (мг/мл); X₂ – HbA1c (%); X₃ – общий ХС (ммоль/л); X₄ – β-ЛП (г/л); X₅ – апо-А-1 (г/л); X₆ – апо-В (г/л); X₇ – коэффициент апо-В/апо-А-1; X₈ – ЛПВП (ммоль/л); X₉ – ЛПНП (ммоль/л); X₁₀ – ФЛ (ммоль/л); X₁₁ – ТГЛ (ммоль/л); X₁₂ – к.инсулинорезистентности; X₁₃– К_{хс} – холестеринный коэффициент атерогенности.

Так у больных III группы General V value превышает таковой для II группы с $k_{III/II}=93$ (General V value_{III}=3 557 280,69; General V value_{II}=37 936,85; $k_{III/II}=93$), и I группы $k_{III/I}=14$ (General V value_I=251 656,98; $k_{III/I}=14$), и группы контроля с $k_{III/k}=600$ (General V value_k=5 319,6166; $k_{III/k}=600$). В то же время общий показатель асимметрии (General asymmetry value rX) наибольший у больных в группе условно здоровых лиц ($rX_I=24,32$), что превышает rX в I, II и III группах обследованных (соответственно $rX_I=3,73$, $k=6,5$; $rX_{II}=2,20$, $k=11$, $rX_{III}=3,56$; $k=6,5$) (табл. 24). В целом, степень компенсации углеводного обмена не обладает существенной значимостью анализируемой по параметру R.

Системный анализ и синтез критериев метаболических нарушений, характеризующих кластер «система гемостаза» и интегративный показатель аппроксимации устойчивости организма при СД-2 типа, основывается на анализе динамики компонентов x_i фазового пространства кластера «система гемостаза» при СД-2 типа с различными клиническими вариантами течения.

Установлено, что прогрессирующая гипергликемия сопровождается существенным увеличением общего объема параллелепипеда – General V value, ограничивающего аттрактор кластера «система гемостаза» в 11-мерном фазовом пространстве с максимальным различием в динамике поведения ВСОЧ в фазовом пространстве – на 1–3 порядка в сравнении с показателями группы контроля наряду с увеличением показателя асимметрии R_x (табл. 26).

Интранозологическая идентификация различий General V value характеризуется наибольшим V_x в III группе - General V value_{III}=2,88E+0014 и II группе - General V value_{II}=1,43E+0014, по сравнению с показателями General V value_I=3,03E+0012. Общий показатель асимметрии (General asymmetry value rX) наибольший у больных в II и I группе в сравнении с показателями в III группе обследованных и условно здоровых лиц (соответственно $rX_I=14,15$, $rX_{II}=14,23$, $rX_{III}=10,70$; $rX_k=2,99$) (табл. 26).

Табличные данные демонстрируют (табл. 25), что различия в значениях расстояний Z между центрами аттракторов блоков «контроль» и групп 1–3 менее выражены, чем в кластере «углеводно-липидный обмен». И еще менее выраженные различия в Z

между 3-мя группами (внутригрупповые различия). Это дает общую характеристику этого диагностического кластера, выделяет его особенности.

Таблица 25

**Сводные результаты в виде матрицы параметра Z
кластера «система гемостаза»**

Номер группы	Группа контроля	I группа	II группа
I группа	16,32		
II группа	19,72	8,76	
III группа	21,84	8,63	7,60

Таблица 26

**Результаты обработки данных аттрактора кластера «система
гемостаза» больных СД 2-го типа с различными клиническими
вариантами течения в 11-мерном пространстве**

Количество измерений N = 30				
Размерность фазового пространства = 11				
I группа		Группа контроля		
General asymmetry value Rx=14.15		General asymmetry value Ry= 2.99		
General V value Vx = 3.03E+0012		General V value Vy = 3.16E+0011		
Vx0=3.03E+0012	Vy0=3.16E+0011	dif=2.71E+0012	R0=89.56%	Z0=16.32
II группа		Группа контроля		
General asymmetry value Rx = 14.23		General asymmetry value Ry = 2.99		
General V value Vx = 1.43E+0014		General V value Vy = 3.16E+0011		
Vx0=1.43E+0014	Vy0=3.16E+0011	dif=1.42E+0014	R0=99.77%	Z0=19.72
III группа		Группа контроля		
General asymmetry value Rx = 10.70		General asymmetry value Ry = 2.99		
General V value Vx = 2.88E+0014		General V value Vy = 3.16E+0011		
Vx0=2.88E+0014	Vy0=3.16E+0011	dif=2.88E+0014	R=99.89%	Z0=21.84

Примечание: здесь и далее: 11-ти мерное фазовое пространство кластера «система гемостаза» включало анализ следующих показателей ($X_1 \dots X_{11}$): X_1 – универсальный индекс агрегации (сек); X_2 – агрегация с ристомидином (сек); X_3 – количество тромбоцитов ($1 \times 10^9 / л$); X_4 – время рекальцификации (сек); X_5 – АЧТВ (сек); X_6 – ПТИ (%); X_7 – тромбиновое время (сек); X_8 – протейн С (%); X_9 – антитромбин III (%); X_{10} – фибриноген А (мг/л); X_{11} – фибриноген В (мг/мл).

Нозологическая идентификация различий СД 2-го типа и условно здоровых лиц по параметру Z характеризуется прогрессирующим снижением устойчивости индивидуума по мере усугубления компенсации углеводного обмена с наибольшими значениями интегративного коэффициента аппроксимации в III группе (соответственно $Z_{I/k}=16,32$, $Z_{II/k}=19,72$, $Z_{III/k}=21,84$). Следует отметить, что при анализе параметра Z в кластере «система гемостаза» сравнительно с кластером «углеводно-липидный обмен», между группами различных клинических вариантов течения СД 2-го типа существенных изменений не выявлено. Это также обосновывает с позиций теории хаоса и синергетики концепцию достижения идеальных, соответствующих показателям условно здоровых лиц, параметров метаболическим контролем СД 2-го типа (соответственно $Z_{II/I}=8,76$, $Z_{III/I}=8,63$, $Z_{III/II}=7,60$) (табл. 25, 26).

Системный анализ и синтез критериев метаболических нарушений, характеризующих кластер «иммунограмма» и интегративный показатель аппроксимации устойчивости организма при СД-2 типа основывается на анализе динамики компонентов x_i фазового пространства кластера «иммунограмма» при СД-2 типа с различными клиническими вариантами течения. Эта динамика характеризуется проградентным существенным увеличением общего объема параллелепипеда с максимальной динамикой фазового пространства (на 1-3 порядка), наряду с абсолютным увеличением показателя асимметрии с максимумом значений при декомпенсированном СД 2-го типа (соответственно General V value_{III}=5,67E+0019, rX_{III} =380,09; General V value_{II}=1,57E+0018; rX_{II} =74,02; General V value_I=7,06E+0017, $rX_I=39,88; General V value_K=1,99E+0016, $rX_K=32,82).$$

Закономерно, что наибольшее снижение устойчивости индивидуума по параметру Z выявлено в III группе как по сравнению с группой условно здоровых лиц (соответственно $Z_{I/k}=55,48$, $Z_{k/II}=46,80$, $Z_{k/III}=158,42$), так и при идентификации иммунорегуляторного дисбаланса при различной степени декомпенсации СД 2-го типа (соответственно $Z_{II/I}=15,3$, $Z_{III/I}=105,78$, $Z_{III/II}=118,08$) (табл. 27, 28).

**Сводные результаты в виде матрицы параметра Z кластера
«иммунограмма»**

Номер группы	Группа контроля	I группа	II группа
I группа	55,48		
II группа	46,80	15,35	
III группа	158,42	105,78	118,08

Из табл. 27 следует, что этот кластер («иммунограмма») дает наиболее разительные различия в значениях Z как при сравнении группы контроля с 1–3 группами по отдельности, так и при внутригрупповых сравнениях значений Z . Причем наиболее значительные изменения (по параметру Z) выявлены для 1-ой и 3-ей групп, 2-ой и 3-ей групп попарно. Очевидно, что иммунорегуляторный дисбаланс в сравнительном аспекте для этих указанных пар сравниваемых групп наиболее выражен.

В фазовом пространстве параметры *аттрактора* кластера «иммунограмма» для больных 3-ей группы наиболее удалены и от 1-ой и от 2-ой групп пациентов. Таким образом, общее сравнение данных по параметру Z для всех 3-кластеров СД 2-го типа показывает наибольшую информационную значимость именно для кластера «иммунограмма». Важно учитывать, что максимальная динамика Z кластера «иммунограмма», указывает на наиболее значимые и выраженные изменения отклонения показателей именно в этом кластере. Из этого следует, что степень тяжести патологического процесса определяется выраженностью изменений в кластере с максимальной динамикой Z .

Данные табл. 29 демонстрируют наиболее значительные показатели Z при анализе пар: группа контроля – 3-я группа, 1-ая – 3-я группа.

**Результаты обработки данных аттрактора кластера
«иммунограмма» больных СД 2-го типа с различными
клиническими вариантами течения в 20-мерном пространстве**

Количество измерений N = 30				
Размерность фазового пространства = 20				
I группа		Группа контроля		
General asymmetry value Rx = 39.88		General asymmetry value Ry=32.82		
General V value Vx =7.06E+0017		General V value Vy =1.99E+0016		
Vx0=7.06E+0017	Vy0=1.99E+0016	dif=6.86E+0017	R0=97.17%	Z0=55.48
II группа		Группа контроля		
General asymmetry value Rx=74,02		General asymmetry value Ry=32.82		
General V value Vx =1,57E+0018		General V value Vy =1.99E+0016		
Vx0=1,57E+0018	Vy0=1,99E+0016	dif=1,55E+0018	R0=98,73%	Z0=46,80
III группа		Группа контроля		
General asymmetry value Rx=380.09		General asymmetry value Ry=32.82		
General V value Vx =5.67E+0019		General V value Vy =1.99E+0016		
Vx0=5.67E+0019	Vy0=1.99E+0016	dif=5.66E+0019	R0=99.96%	Z0=158.42
II группа		I группа		
General asymmetry value Rx = 74,02		General asymmetry value Ry=39.88		
General V value Vx = 1,57E+0018		General V value Vy = 7.06E+0017		
Vx0=1.57E+0018	Vy0=7.06E+0017	dif=8.73E+0017	R0=55.28%	Z0=15.35
III группа		I группа		
General asymmetry value Rx =380.09		General asymmetry value Ry=39.88		
General V value Vx = 5.67E+0019		General V value Vy = 7.06E+0017		
Vx0=5.67E+0019	Vy0=7.06E+0017	dif=5.60E+0019	R0=98.75%	Z0 = 105.78
III группа		II группа		
General asymmetry value Rx =380.09		General asymmetry value Ry=74,02		
General V value Vx =5.67E+0019		General V value Vy = 1,57E+0018		
Vx0=5.67E+0019	Vy0=1,57E+0018	dif=5,51E+0019	R0=97,21%	Z0=118,08

Примечание: здесь и далее: 20-ти мерное фазовое пространство кластера «иммунограмма» включало анализ следующих показателей ($X_1 \dots X_{20}$): X_1 – Ig A (г/л); X_2 – Ig G (г/л); X_3 – Ig M (г/л); X_4 – общ. кол-во лейкоцитов (1×10^9 /л); X_5 – общ. кол-во лимфоцитов (%); X_6 – общ. кол-во лимфоцитов абс. (1×10^9 /л); X_7 – Т-лимфоциты (CD3, %); X_8 – Т-лимфоциты (CD3) абс. (1×10^9 /л); X_9 – Т-хелперы (CD4, %); X_{10} – Т-хелперы (CD4) абс. (1×10^9 / л); X_{11} – Т-супрессоры (CD8, %); X_{12} – Т-супрессоры (CD8) абс. (1×10^9 / л); X_{13} – CD4/CD8; X_{14} – В-лимфоциты (CD20, %); X_{15} – В-лимфоциты (CD20) абс. (1×10^9 / л); X_{16} – Л/Т-л индекс; X_{17} – ЦИК (МЕ/мл); X_{18} – IL-6, пг/мл; X_{19} – IL-8, пг/мл; X_{20} – TNF α , пг/мл.

**Сводные результаты в виде матрицы параметра Z
кластера «иммуномаркеры»**

Номер группы	Группа контроля	I группа
I группа	75,6156	
III группа	247,028	172,3487

Системный анализ и синтез критериев метаболических нарушений, характеризующих кластер «иммуномаркеры» и интегративный показатель аппроксимации устойчивости организма при СД-2 типа, производится на основе динамики General V value, ограничивающего *аттрактор* кластера «иммуномаркеры» в 4-х мерном пространстве больных СД отражает диалектику изменения количественных взаимоотношений в новое качество.

Наибольшие различия выявлены при сравнении показателей условно здоровых лиц и I группы (соответственно General V value_г=481 245 248.00, Rx_г=654.51; General V value_к= 593 297.24, Rx_к=263.48) (табл. 30).

Это подчеркивает значимость изменений в данном кластере («иммуномаркеры»), который отражает однонаправленные (сопряженные) изменения с кластером «иммунограмма». При декомпенсации СД 2-го типа снижение устойчивости индивидуума анализируемого по параметру Z характеризуется максимальными значениями в III группе (соответственно $Z_{I/k} = 75,61$, $Z_{III/k} = 247,02$; $Z_{III/I} = 172,34$) (табл. 29, 30).

Представленные данные позволяют утверждать, что интегративный коэффициент аппроксимации устойчивости индивидуума – параметр Z – является независимым интегративным индикатором тяжести протекания патологического процесса, количественно отражая девиацию центра анализируемого аттрактора к области мортального поведения вектора состояний.

Сравнительный системный анализ других кластеров также показывает информативность (значимость) интегративного параметра Z в изучении особенностей развития СД 2 –го типа.

**Результаты обработки данных аттрактора кластера
«иммуномаркеры» больных СД 2-го типа с различными
клиническими вариантами течения в 4-мерном пространстве**

Количество измерений N = 30				
Размерность фазового пространства = 4				
I группа		Группа контроля		
General asymmetry value Rx =654.51		General asymmetry value Ry=263.48		
General V value Vx =481 245 248.00		General V value Vy = 4 593 297.24		
Vx0=481245248.00	Vy0=4 593 297.24	dif=476 651 951.0	R0=99.0455%	Z0 =75.61
III группа		Группа контроля		
General asymmetry value Rx =500.94		General asymmetry value Ry=263.48		
General V value Vx = 25 962417.00		General V value Vy = 4 593 297.24		
Vx0=25 962417.00	Vy0= 4593297.24	dif=21 369 119.80	R0=82.30 %	Z0 =247.02
I группа		III группа		
General asymmetry value Rx=654.51		General asymmetry value Rx =500.94		
General V value Vx=481 245 248.00		General V value Vx==25 962417.00		
Vx0=481245248.00	Vy0=25962417.00	dif=455282831.00	R0=94.60%	Z0 =172.34

Примечание: 4-х мерное фазовое пространство кластера «иммуномаркеры» включало анализ следующих показателей ($X_1 \dots X_4$): X_1 – суммарные антитела к кардиолипину Jg A, Jg G, Jg M (Ед/мл); X_2 –антитела к ЛПНП (мЕд/мл); X_3 – суммарные антитела к смеси 4 различных фосфолипидов (кардиолипину, фосфатидилсерину, фосфатидилинозитолу, фосфатидиловой кислоте, Ед/мл); X_4 – АКТГ (пг/мл).

Был выполнен системный анализ и синтез диагностической значимости параметров порядка, используемых при идентификации клинических вариантов течения СД 2-го типа, полученных с помощью 3-х подходов (стохастического, детерминистского и хаотического). При этом в нашу задачу входило сравнение полученных данных с уже имеющимися данными с помощью трех подходов. С помощью нового метода, основанного на «идентификации параметров вектора состояния биосистем в m-мерном пространстве», и данных, полученных ранее в рамках обработки с применением нейросетевых методик («Мультинейрон»). Показана статистическая достоверность полученных данных с использованием IBM PC/ Pentium IV и пакета программ «статистика в ме-

дико-биологических исследованиях» для каждого из диагностических критериев по всем исследуемым кластерам.

Значимость признаков по методу «идентификация параметров вектора состояния биосистем в m -мерном пространстве», производилась на основе определения параметра R , по которому можно диагностировать уменьшение или увеличение относительной величины аттракторов General Value при изменении размерности фазового пространства. Параметр Z дает возможность проанализировать изменения расстояния между центрами параллелепипедов исследуемых групп.

Системный анализ и синтез динамики фазового пространства кластера «углеводно-липидный обмен» выявил (табл. 31) параметры порядка для идентификации различий: I группы и группы контроля – X_{11} ; II группы и группы контроля – X_{11} ; X_{13} ; X_4 ; III группы и группы контроля – X_2 ; X_{13} ; X_9 ; II группы – I группы – X_4 ; X_{13} ; X_{12} ; III группы – I группы – X_{13} ; X_4 ; X_{12} и III группы – II группы – X_4 ; X_2 ; X_9 .

Таблица 31

**Показатели обработки данных в рамках 3-х подходов
(стохастического – «Мультинейрон», детерминистского –
«Статистика в медико-биологических исследованиях», теории
хаоса и синергетики – метод «идентификации параметров вектора
состояния биосистем в m -мерном пространстве») больных
СД 2-го типа**

Кластер «углеводно-липидный обмен»				
Группы	«Мультинейрон»	Статистическая достоверность	Хаос	
			R	Z
I гр. - Гр.к.	X_5 ; X_{11} ; X_8	X_5 ; X_{11} ; X_8	X_{11}	
II гр. - Гр.к.	X_{11} ; X_{13} ; X_2	X_{11} ; X_{13} ; X_2	X_{11} ; X_{12}	X_{13} ; X_4 ; X_2
III гр. - Гр.к.	X_2 ; X_{10} ; X_9	X_2 ; X_{10} ; X_9		X_2 ; X_{13} ; X_9
II гр. - I гр.	X_4 ; X_2 ; X_8	X_2 ; X_4 ; X_8	X_4 ; X_9 ; X_{10}	X_4 ; X_{13} ; X_{12}
III гр. - I гр.	X_4 ; X_{13} ; X_8	X_4 ; X_{13} ; X_8	X_{10}	X_2 ; X_{13} ; X_{12}
III гр. - II гр.	X_8 ; X_4 ; X_9	X_3 ; X_8 ; X_4		X_4 ; X_2 ; X_9

Идентификация различий по критерию Стьюдента выявила достоверность различий по следующим диагностическим параметрам: I группы в сравнение с условно здоровыми лицами – X_5 , X_{11} , X_8 ; II группы и группы контроля – X_{11} , X_{13} , X_2 ; III группы и группы контроля – X_2 , X_{10} , X_9 ; II группы и I группы – X_2 , X_4 , X_8 ; III группы и I группы – X_4 , X_{13} , X_8 ; III группы и II группы – X_3 , X_8 , X_4 .

Идентификация различий с использованием программы «Мультинейрон» выявляет наиболее значимые признаки для: I группы в сравнение с условно здоровыми лицами – X_5 , X_{11} , X_8 ; II группы и группы контроля – X_{11} , X_{13} , X_2 ; III группы и группы контроля – X_2 , X_{10} , X_9 ; II группы и I группы – X_4 , X_2 , X_8 ; III группы и I группы – X_4 , X_{13} , X_8 ; III группы и II группы – X_8 , X_4 , X_9 .

Таким образом, системный анализ и синтез диагностической значимости *параметров порядка*, используемых при идентификации клинических вариантов течения СД 2-го типа, полученных с помощью 3-х подходов (стохастического, детерминистского и хаотического) для кластера «углеводно-липидный обмен» выявил следующие критерии: для больных СД 2-го типа в стадии компенсации относительно условно здоровых лиц – X_{11} ; для больных СД 2-го типа в стадии субкомпенсации относительно группы контроля – X_{11} , X_{13} ; для больных СД 2-го типа в стадии декомпенсации относительно группы условно здоровых лиц – X_2 , X_9 ; для больных СД 2-го типа в стадии субкомпенсации относительно стадии компенсации – X_4 ; для больных СД 2-го типа в стадии декомпенсации относительно стадии компенсации – X_{13} ; для больных СД 2-го типа в стадии декомпенсации относительно стадии субкомпенсации – X_4 .

Системный анализ и синтез динамики фазового пространства кластера «система гемостаза» выявил (табл. 32), что идентификация различий при СД 2-го типа в стадии компенсации (I группа) и условно здоровых лиц, так же как и СД 2-го типа в стадии декомпенсации (III группа) в сравнении с показателями здоровых основывается на наиболее значимых признаках: X_1 , X_9 и X_3 . Наиболее существенные различия СД 2-го типа в стадии субкомпенсации (II группа) и группы контроля выявлены по следующим критериям: X_3 , X_8 , X_9 . Параметры порядка для диагностики различий СД 2-го типа в стадии субкомпенсации (II группа) и стадии компенсации (I группа): X_1 , X_6 , X_8 ; СД 2-го типа в стадии декомпенсации (III группа) и стадии компенсации

(I группа): X_1, X_4 ; СД 2-го типа в стадии декомпенсации (III группа) и стадии субкомпенсации (II группа): – X_5, X_6, X_4 .

Идентификация различий по критерию Стьюдента выявила достоверность различий по следующим диагностическим параметрам: I группы в сравнение с условно здоровыми лицами – X_8, X_9 ; II группы и группы контроля – X_8 ; III группы – и группы контроля – X_5, X_{10}, X_7 ; II группы – I группы – X_1, X_7 ; III группы – II группы – X_{10} ; III группы – I группы – достоверных отличий не выявлено.

Таблица 32

**Показатели обработки данных в рамках 3-х подходов
(стохастического-«Мультинейрон», детерминистского –
«Статистика в медико-биологических исследованиях», теории
хаоса и синергетики - метод «идентификации параметров вектора
состояния биосистем в m-мерном пространстве») больных
СД 2-го типа**

Кластер: система гемостаза				
Группы	«Мультинейрон»	Статистическая достоверность	Хаос	
			R	Z
I гр. - Гр.к.	$X_8; X_9; X_2$	$X_8; X_9$	$X_1; X_{10}$	$X_9; X_3; X_8$
II гр. - Гр.к.	$X_8; X_{10}; X_2$	X_8		$X_3; X_8; X_9$
III гр. - Гр.к.	$X_5; X_{10}; X_7$	$X_5; X_{10}; X_7$		$X_1; X_3; X_9$
II гр. - I гр.	$X_7; X_9; X_1$	$X_1; X_7$	$X_1;$	$X_6; X_8$
III гр. - I гр.	$X_{10}; X_5; X_3$			$X_1; X_4$
III гр. - II гр.	$X_{10}; X_9; X_5$	X_{10}	$X_5; X_6$	$X_6; X_4$

Идентификация различий с использованием программы «Мультинейрон» выявляет наиболее значимые признаки: I группы в сравнение с условно здоровыми лицами – X_8, X_9, X_2 ; II группы и группы контроля – X_8, X_{10}, X_2 ; III группы - и группы контроля – X_5, X_{10}, X_7 ; II группы – I группы – X_7, X_9, X_1 ; III группы – I группы – X_{10}, X_5, X_3 ; III группы – II группы – X_{10}, X_9 .

Таким образом, системный анализ и синтез диагностической значимости *параметров порядка*, используемых при идентификации клинических вариантов течения СД 2-го типа, полу-

ченных с помощью 3-х подходов (стохастического, детерминистского и хаотического) для кластера «система гомеостаза» выявил следующие критерии: для группы больных СД 2-го типа в стадии компенсации относительно условно здоровых лиц это X_8 ; X_9 ; для больных СД 2-го типа в стадии субкомпенсации относительно группы контроля – X_8 ; для больных СД 2-го типа в стадии декомпенсации относительно стадии компенсации – X_1 .

Сравнительный анализ динамики ФПС ограничивающего аттрактор кластера «иммунограмма» при СД 2-го типа выявил следующие параметры порядка для идентификации различий: I группы и группы контроля – X_{20} ; X_{18} ; X_{15} ; II группы и группы контроля – X_{20} ; X_{18} ; X_9 ; III группы и группы контроля – X_{20} ; X_{18} ; II группы и I группы – X_9 ; X_7 ; X_{15} ; III группы и I группы – X_{20} ; X_1 ; X_1 ; III группы и II группы – X_{20} ; X_{17} .

Таблица 33

Показатели обработки данных в рамках 3-х подходов (стохастического - «Мультинейрон», детерминистского – «Статистика в медико-биологических исследованиях», теории хаоса и синергетики - метод «идентификации параметров вектора состояния биосистем в m-мерном пространстве») больных СД 2-го типа

Кластер: иммунограмма				
Группы	«Мульти-нейрон»	Статистическая достоверность	Хаос	
			R	Z
I гр. - Гр.к.	X_{16} ; X_{20} ; X_8	X_8 ; X_{16} ; X_{20}	X_{15} ; X_9 ; X_{20}	X_{20} ; X_{18} ; X_{19}
II гр. - Гр.к.	X_{16} ; X_3 ; X_8	X_{16} ; X_8	X_7 ; X_{18} ; X_{11}	X_{20} ; X_{18} ; X_9
III гр.- Гр.к.	X_6 ; X_8 ; X_{20}	X_{20} ; X_8 ; X_6		X_{20} ; X_{18}
II гр. - I гр.	X_{16} ; X_9 ; X_6	X_9 ; X_6 ; X_{16}	X_1 ; X_{10} ; X_{15}	X_{20} ; X_9 ; X_7
III гр.- I гр.	X_9 ; X_{17} ; X_8	X_9 ; X_8	X_{20} ; X_1 ; X_{17}	X_{20}
III гр.- II гр.	X_{12} ; X_{13} ; X_{20}	X_{20}	X_{20} ; X_{17}	X_{20}

Идентификация различий по критерию Стьюдента выявила достоверность различий по следующим диагностическим параметрам: I группы в сравнение с условно здоровыми лицами – X_8 ; X_{16} ; II группы и группы контроля – X_{16} ; X_8 ; III группы и группы

контроля – X_{20} ; X_8 ; X_6 ; II группы и I группы – X_9 ; X_6 ; X_{16} ; III группы и II группы – X_{20} ; III группы и I группы – X_9 ; X_8 .

Идентификация различий с использованием программы «Мультинейрон» выявляет наиболее значимые признаки: I группы в сравнение с условно здоровыми лицами – X_{16} ; X_{20} ; X_8 ; II группы и группы контроля – X_{16} ; X_3 ; X_8 ; III группы и группы контроля – X_6 ; X_8 ; X_{20} ; II группы и I группы – X_{16} ; X_9 ; X_6 ; III группы и I группы – X_9 ; X_{17} ; X_8 ; III группы и II группы – X_{12} ; X_{13} ; X_{20} .

Таким образом, системный анализ и синтез диагностической значимости *параметров порядка*, используемых при идентификации клинических вариантов течения СД 2-го типа, полученных с помощью 3-х подходов (стохастического, детерминистского и хаотического) для кластера «иммунограмма» выявил следующие критерии: для группы больных СД 2-го типа в стадии компенсации и декомпенсации относительно условно здоровых лиц – X_{20} ; для больных СД 2-го типа в стадии субкомпенсации относительно стадии компенсации – X_9 ; для больных СД 2-го типа в стадии декомпенсации относительно субкомпенсации – X_{20} .

Сравнительный анализ динамики ФПС ограничивающего *аттрактор* кластера «иммуномаркеры» при СД 2-го типа выявил следующие параметры порядка для идентификации различий: I группы и группы контроля: – X_4 ; X_2 ; III группы и группы контроля – X_1 ; X_2 ; III группы – I группы – X_{20} ; X_1 ; X_1 ; III группы – II группы – X_4 ; X_2 (табл. 34).

Таблица 34

Показатели обработки данных в рамках 3-х подходов (стохастического - «Мультинейрон», детерминистского – «Статистика в медико-биологических исследованиях», теории хаоса и синергетики - метод «идентификации параметров вектора состояния биосистем в m-мерном пространстве») больных СД 2-го типа

Кластер: иммуномаркеры				
Группы	«Мультинейрон»	Статистическая достоверность	Хаос	
			R	Z
I гр. - Гр.к.	X_4 ; X_1 ; X_2		X_4	X_2
III гр. - Гр.к.	X_2 ; X_1 ; X_4	X_2	X_1 ; X_2	X_2
III гр. - I гр.	X_4 ; X_2 ; X_3		X_4	X_2

Достоверность различий по критерию Стьюдента выявлена только лишь по единственному критерию X_2 для группы III в сравнение с показателями условно здоровых лиц.

Идентификация различий с использованием программы «Мультинейрон» выявляет большую панель диагностических критериев: для I группы и группы контроля: – X_4 ; X_1 ; X_2 ; III группы и группы контроля – X_1 ; X_2 ; III группы – I группы – X_{20} ; X_1 ; X_1 ; III группы – II группы – X_4 ; X_2 ; X_3 (табл. 34).

Таким образом, системный анализ и синтез диагностической значимости *параметров порядка*, используемых при идентификации клинических вариантов течения СД 2-го типа, полученных с помощью 3-х подходов (стохастического, детерминистского и хаотического) для кластера «иммуномаркеры» выявил параметр порядка абсолютной значимости для больных СД 2-го типа в стадии декомпенсации относительно группы условно здоровых лиц – X_2 .

3.3. Заключение

Алгоритмы идентификации параметров центров *аттракторов* движения вектора состояния организма в ФПС при СД-2 типа отражают изменения координат фазового пространства состояний в динамике течения заболевания.

Сравнительный системный анализ и синтез параметров фазового пространства при СД 2-го типа с различными клиническими вариантами течения определяют дистанцию между центрами аттракторов m -мерных параллелепипедов – Z , в которых происходит колебание вектора состояний организма в исследуемых нозологических классах (подклассах). Расстояние между центрами *аттракторов* – это интегративный коэффициент аппроксимации устойчивости организма в условиях, определяемых степенью компенсации углеводного обмена в аспекте компартментно-кластерного подхода.

Увеличение дистанции (расстояния между центрами параллелепипедов – Z) указывает на сужение интервалов устойчивости организма больных СД-2 типа при ухудшении метаболического контроля, что при сочетании с увеличением показателя асимметрии является индикатором смещения центра анализи-

руемого аттрактора в область смертельного поведения вектора состояний (снижении качества и продолжительности жизни).

Системный анализ параметров ВСОЧ при СД 2-го типа с использованием методов *теории хаоса* и *синергетики*, базирующийся на компартментно-кластерной теории биосистем с целью идентификации *параметров порядка* возможен при комплексном использовании методологической триады: синтез стохастического, детерминистского и хаотического подходов. Это обеспечивает достоверность полученных критериев с определением их как количественной характеристики, так и значимости.

Алгоритм анализа расстояния между центрами *аттракторов* вектора состояний организма в фазовом пространстве состояний при СД-2 типа, с использованием методов системного анализа и синтеза в рамках компартментно-кластерной теории биосистем, *теории хаоса* и *синергетики*, рекомендуется к применению описания динамики различных клинических вариантов патологического процесса в системах с хаотической организацией.

Интегративный коэффициент критической аппроксимации устойчивости организма – Z – необходимо использовать как индикатор качественного смещения центра анализируемого аттрактора в область смертельного поведения вектора состояний.

Использование алгоритма анализа расстояния между центрами аттракторов вектора состояний организма в ФПС при СД-2 типа рекомендуется для определения суммарного критерия эффективности управления качеством медицинской помощи больным СД-2 типа в динамике течения заболевания.

Динамику развития метаболических нарушений и идентификацию различий различных клинических вариантов течения при СД 2-го типа рекомендуется анализировать с использованием системных подходов на основе комплексной триады обработки информации. Достоверность и значимость полученных диагностических критериев, используемых при разных градациях метаболических нарушений, должна быть систематизирована в аспекте стохастического, детерминистского и хаотического подходов, с определением, как допустимых диапазонов вариабельности, так и количественных характеристик их значимости.

4. Оптимальное управление программой диспансеризации и реабилитации больных хронической обструктивной болезнью легких с позиций системного анализа

4.1. Введение

Актуальность определяется значительной распространенностью (на 18 % выше, чем в РФ) *хронической обструктивной болезни легких* (ХОБЛ) у населения, проживающего в особых экологических условиях высоких широт, увеличением показателей инвалидизации и смертности в связи с быстро формирующейся легочно-сердечной недостаточностью (Ландышев Ю.С. и соавт., 1994-2006; Ушаков В.Ф., 2006; Шмелев Е.И., 2007). Согласно прогнозам, к 2020 г. ХОБЛ обусловит 4,7 млн. случаев в год и выйдет на 3-е место среди причин смерти (Шмелев Е.И., 2007). В связи с этим особенно актуальной становится разработка новых методов диагностики, лечения, диспансеризации, реабилитации больных ХОБЛ в рамках системного анализа, динамики поведения *аттракторов* ВСОЧ. Это связано с новым пониманием влияния экофакторов среды на динамику ФСО, качества жизни населения, проживающего в условиях высоких широт РФ, поскольку динамика экофакторов урбанизированного Севера часто носит ярко выраженный хаотический режим (Еськов В.М. и соавт., 1991-2008). В клинических рекомендациях по ведению больных ХОБЛ, стандартах лечения ХОБЛ в амбулаторно-поликлинических условиях нет рекомендаций по оптимальному управлению программой диспансеризации и реабилитации больных ХОБЛ на Севере. В доступной литературе практически отсутствуют исследования по иммунореабилитации данной категории больных на Севере.

Врачебная практика показала, что общепринятые методы диспансеризации ХОБЛ не всегда приемлемы для условий Севера, поскольку не учитывают особенности развития и течения ХОБЛ в этом регионе.

4.2. Основные результаты исследований и их обсуждение

Объектом настоящего исследования явились больные ХОБЛ из числа жителей г. Сургута – крупнейшего (около 300 тыс. жителей) промышленно-административного центра нефтегазодобывающей отрасли Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Обследование проводилось в два этапа. На первом этапе проанализирована на протяжении 7 лет динамика обращаемости в зависимости от экологической обстановки в регионе 693 больных (их них во II-й стадии заболевания – 245 больных, в III-й стадии – 429, в IV-й стадии – 19 больных). Больные были в возрасте от 36 до 72 лет. Средний возраст составил $45,6 \pm 2,3$ лет, продолжительность заболевания – от 3 до 26 лет. Проведен анализ в динамике результатов комплексных клинических, функциональных, рентгенологических, бронхологических, биохимических и иммунологических исследований. Контрольную группу практически здоровых в возрасте от 17 до 67 лет (средний возраст $42,0 \pm 3,8$ года) составили 22 человека.

На втором этапе оценивались различные подходы к диспансеризации и реабилитации больных ХОБЛ. Всего под наблюдением находились 293 пациента, которых, в зависимости от поставленных задач, разбили на 3 группы: «А», «Б» и «В», каждую из которых, в свою очередь, разделили на несколько подгрупп (Ушаков В.В., 2008).

Группа «А» (162 больных). Проводилось комплексное динамическое обследование (в течение 3-х лет) 162 больных ХОБЛ III-IV стадии в среднем возрасте $47,3 \pm 2,8$ лет с продолжительностью заболевания от 6 до 28 лет. 54 больным из этой группы, составивших **1-ю подгруппу** (52 пациента с III стадией и 2-е – с IV стадией ХОБЛ) было обеспечено: контрольное обследование (1-й вариант) и коррекция ступенчатой терапии (10-14 раз в году) с использованием симбикорта (4,5 мкг форматерола /160 мкг будесонида) по 2-3 вдоха 2-3 раза в день + спирива (18 мкг) по 1-2 вдоха в день + теопек (0,3г) 1-2 раза в день + ежегодные курсы лечения Арманором. Кроме того, программа ведения этой подгруппы больных включала: антиоксиданты (ас-

корбиновая кислота по 1,0 г в сутки и токоферол по 0,2 г 1 раз в день), ЛФК, дыхательную гимнастику, дозированные прогулки на открытом воздухе (при температуре -5 – -20°C) в октябре, феврале №20, курсы массажа по методике Суходоловой Л.И., микросауны №5–10 осенью, зимой, весной; в ноябре, январе курсы приема ликопида №10, ультрафиолетовое облучение (в ноябре, декабре), БОС (методику биологической обратной связи), обучение в пульмонологической школе. При этом у больных 1-й подгруппы группы А на 2-ом и 3-м году диспансеризации контрольное обследование и коррекция лечения проводились 4-6 раз в год (в ноябре, декабре, январе, феврале, марте).

Во **2-ю подгруппу** группы «А» вошли 82 больных ХОБЛ (80 пациентов с III стадией, 2 – с IV стадией), которые состояли на диспансерном учете по общепринятой методике. Контрольное обследование и коррекция ступенчатой терапии у них проводились 3-6 раз в году; у 58% лиц данной группы применялись ингаляционные глюкокортикостероиды (беклазон, бекламетазон), бронхолитики (беродуал, атровент, сальбутамол) они применяли нерегулярно.

У 26 больных ХОБЛ (24 пациента с III стадией, 2 – с IV стадией) **3-й подгруппы** группы «А» программа ведения больных (2-й вариант) была аналогична таковой в 1-ой подгруппе, но контрольное обследование и коррекция ступенчатой терапии осуществлялась 4-6 раз в год. При этом больным данной подгруппы, так же как и лицам 1-й подгруппы, назначались симбикорт и тиотропимума бромид, арманор с учетом фазы течения заболевания. Проведен анализ показателей функции внешнего дыхания и пробы с физической нагрузкой, pO_2 и pCO_2 в артериализованной крови, выполненных в динамике у 46 больных (группа «Б») ХОБЛ (II-IV стадии) в среднем возрасте $48,2 \pm 2,8$ лет с продолжительностью заболевания от 8 до 12 лет.

Группа «Б» (61 больной). Для проведения сравнительного анализа больных подразделили на 4 подгруппы в зависимости от применяемых 3-х методов амбулаторного лечения. 15 больных **1-й подгруппы** (12 лиц с III стадией и 3 – с IV стадией ХОБЛ) получали ступенчатую терапию, включающую беродуал, B_2 -агонисты (вентолин, беротек), бронхолитики (теопек, теотард),

ингаляционные глюкокортикостероиды (будесонид, беклазон или бекламетазон) и арманор (альмитрина бисмесилат – 50 мг), по 1–2 таблетки в сутки в течение 3-х месяцев, затем перерыв 1 месяц и вновь двухмесячный прием по той же схеме. 16 больных **2-ой подгруппы** (13 лиц с III стадией и 3 – с IV стадией ХОБЛ) получали ступенчатую терапию с применением В₂-агонистов короткого действия по требованию, ингаляционные глюкокортикостероиды (беклазон или будесонид) и тиотропиума бромид (спирива) по 18 мкг в сутки в течение 3 месяцев. 15 больных **3-й подгруппы** (с III стадией – 13 человек и 2 пациента с IV стадией ХОБЛ) получали рутинное стандартное амбулаторное лечение. **4-я подгруппа** (n = 15), 12 мужчин и 3 женщины в возрасте 59-68 лет, все с III стадией ХОБЛ (I-II ст. дыхательной недостаточности с признаками компенсированного легочного сердца), получала ступенчатую терапию амбулаторно и арманор, аналогичную 1-й подгруппе, в сочетании с курсом (№ 40) пешеходных дозированных прогулок.

В **группу «В»** вошли 70 больных, которых разделили на 4 подгруппы. Первые 3 подгруппы составили 36 больных (с III стадией ХОБЛ – 27 пациентов, с IV стадией – 9) в возрасте от 38 до 65 лет, с длительностью заболевания от 3 до 12 лет. У них выполняли диагностический щадящий бронхоальвеолярный лаваж (по методике С.И. Ткачевой, В.Ф. Ушакова, 1998) во время *фибробронхоскопии* (ФБС) с использованием орошающего устройства, и высокочастотной ИВЛ. После лечения диагностический бронхоальвеолярный лаваж выполнен у 30 больных ХОБЛ данной группы. Наряду с общепринятым комплексным лечением 12 больных (с III стадией ХОБЛ – 9 пациентов и 3 больных с IV стадией) **1-й подгруппы** группы «В» получали щадящую лечебную ФБС №3-10 с использованием эндобронхиального введения растворов флуимуцила (500 мг) или ципрофлоксацина (500 мг), цефтриаксона (0,5гр). 12 больных **2-й подгруппы** (с III стадией ХОБЛ – 9 пациентов и 3 больных с IV стадией) получали общепринятое комплексное лечение (ОКЛ) в сочетании с щадящей лечебной ФБС с введением эндобронхиального раствора цефтриаксона (1 г). 12 больных **3-й (контрольной) подгруппы** (9 лиц с III стадией ХОБЛ и 3 – с IV стадией) получали обычное стандартное лечение. Больные **4-й подгруппы** группы «В» (n =

34) в возрасте 60-72 лет со II стадией ХОБЛ (1-й стадией дыхательной недостаточности с эндобронхитом I-II степени) получали ОКЛ (без антибиотиков) и импульсное орошение бронхов 5-7 мл физиологического раствора с 10000 ЕД гепарина при ФБС.

Качество жизни пациентов оценивали по опроснику SF-36 (Ware J.E. et al. США, 1992). Иммунологические исследования: фенотипирование лимфоцитов CD4+%, CD8+%, CD22+% осуществляли с использованием моноклональных антител («Сорбент», Москва). Определение общего иммуноглобулина IgA проводили по общепринятой методике.

Разделение больных в зависимости от формы, степени тяжести заболевания проводили согласно *Международной статической классификации болезней* (МКБ) 10-го пересмотра. Наряду с общеклиническим обследованием использовали следующие методы:

- рентгенологические;
- функциональные: дыхательные объемы и показатели механики дыхания изучали на аппарате «Masterlab» фирмы «Erich Jaeger»). Проводили исследование в динамике показателей вентилиционной функции легких: жизненной емкости легких (ЖЕЛ), объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁), максимальной объемной скорости выдоха на уровне 25 % ФЖЕЛ (МОС₂₅), максимальной объемной скорости выдоха на уровне 50 % ФЖЕЛ (МОС₅₀), максимальной объемной скорости выдоха на уровне 75 % ФЖЕЛ (МОС₇₅). Эндоскопические методы исследования и лечения осуществляли с помощью фибробронхоскопов BF-B3 1-TR, BF-IT30, BF-30 (Япония). Диагностический БАЛ, щадящую лечебную ФБС проводили по методу С.А. Ткачевой и В.Ф. Ушакова (1998). Цитологическое исследование жидкости БАЛ включало подсчет количества клеток в 1мл и определение процентного содержания нейтрофилов, лимфоцитов, эозинофилов, макрофагов. Из верхней, средней, нижней доли правого легкого ультраструктура клеток лаважной жидкости изучалось с использованием электронной микроскопии. Микробиологический метод исследования мокроты и бронхиальных смывов, осуществляли по общепринятой методике: посев мокроты и смывов осуществлялся на среды ВНИИП.

Индексы изменчивости погоды (внутрисуточной, межсуточной), весового содержания кислорода в атмосферном воздухе вычислялись за 7-летний период:

$$K = \frac{M_k \cdot (v/c) \cdot 100\%}{n}$$

где: K – индекс внутрисуточной (v/c) изменчивости температуры атмосферного воздуха в процентах; K_1 – индекс межсуточной (m/c) изменчивости температуры атмосферного воздуха в процентах; K_2 – индекс внутрисуточной изменчивости весового содержания кислорода в атмосферном воздухе в процентах ($v/c O_2A$); K_3 – индекс межсуточной изменчивости содержания кислорода в атмосферном воздухе в процентах ($m/c O_2A$), где A – содержание кислорода в атмосферном воздухе; M_k – число контрастных смен отдельных периодов, определяемых величиной межсуточного, внутрисуточного изменения температуры, барометрического давления (pA), весового содержания O_2 в атмосферном воздухе (более чем на 5 градаций), n – число дней в рассматриваемом периоде.

При этом вычислялся общий индекс (K_{tot}), при котором M_k означает смену (межсуточную) всех измерений (утром, днем, вечером, ночью).

Вычислялись: $K_{a/f}$ – индекс атипичной флюктуации (более, чем на 20 градаций) межсуточной температуры атмосферного воздуха, барометрического давления, весового содержания кислорода в атмосфере. Индекс дискомфорта теплотерм органами дыхания (C) вычислялся по формуле:

$$C = \frac{T_k \cdot 100\%}{n}$$

где: T_k – число контрастных смен периодов с любой погодой при межсуточной изменчивости средней величины теплотерм органами дыхания (рассчитанной по таблице В.И. Русанова, 1973) более чем на 3 ккал.

Статистические расчеты проводились с применением пакета Microsoft Statistica for Windows 2000, «Biostat». Достоверность различий оценивали с помощью парного t-критерия Стьюдента при параметрическом распределении данных. Анализ корреляционных взаимосвязей переменных проводили методом ранговой корреляции Спирмена (r_s). В данной работе использованы новые подходы ТХС, которые основаны на анализе параметров *аттракторов* ВСОЧ, меняющихся под действием экотакторов. Последний (ВСОЧ) базируется на сравнении параметров различных кластеров, представляющих биологические динамические системы. Эти методы основаны на идентификации объема *аттракторов* ВСОЧ в фазовом пространстве (Еськов В.М. и соавт., 2001-2008). Обработка данных по поведению аттракторов ВСОЧ в m-мерном ФПС для больных ХОБЛ производилась с использованием программы «Идентификация параметров *аттракторов* поведения вектора состояния биосистем в m-мерном фазовом пространстве» (Еськов В.М., 2006). В наших исследованиях мы проводили сравнительные характеристики *аттракторов* метеорологических параметров и обращаемости больных ХОБЛ в результате обработки в 3-х и 5-ти мерном пространстве признаков, изучаемых в различные месяцы за 7-летний период. Также рассчитывались координаты в 3-х мерном пространстве ВСОЧ до и после 3-х летней диспансеризации и реабилитации больных ХОБЛ по следующим параметрам показателей: ОФВ₁ (X_1), МОС₇₅ (X_2) ФА (физической активности – X_3). Все данные показатели рассчитывались на ЭВМ. Определялись все интервалы изменения X по 5-ти и 3-м координатам; показатели асимметрии gX по каждой координате и по всем в общем, а также рассчитывался общий объем (Vx) параллелепипеда (General V value), ограничивающего аттрактор. Внешнее управляющее воздействие (ВУВ) на процессы диспансеризации и реабилитации больных с ХОБЛ представляло собой организационный комплекс: занятия в «пульмо-школе», частый (10-14 раз в году) контроль за состоянием больных с коррекцией лечения (по методике гибкого дозирования), организация проведения курсов реабилитации больных.

Исследования показали, что число случаев обращений больных по поводу обострения ХОБЛ было наиболее высоким в

ноябре (10,4 %), марте (17,0 %), значительно высоким в декабре, январе, феврале (соответственно 13,0 %, 13,8 %, 11,8 %), в меньшей мере наблюдалось в октябре (7,0 %); апреле (6,6 %), мае (7,8 %) и существенно снижалось в июне (4,0 %), июле (2,0 %), августе (1,7 %), сентябре (4,6 %).

Наряду с этим у 72 % пациентов ХОБЛ II-III стадии и 98 % больных ХОБЛ IV стадии отмечались: усиление одышки, появление кашля с мокротой при выходе на открытый воздух при температуре от -25°C до -55°C (по Арнольди). Сопоставление числа рецидивов ХОБЛ с индексами межсуточной изменчивости температуры ($K_{\text{м/с}}$ воздуха, K_{tot} , $K_{\text{а/ф}}$), показало, что значительное повышение числа случаев обострений ХОБЛ в январе (13,8 %), феврале (11,8 %), декабре (13,0 %) по сравнению с летом, осенью, апрелем и маем совпадали ($r_s=0,39-0,61$; $p<0,05$) с выраженным повышением $K_{\text{м/с}}$ (он, соответственно, составлял 105,8 %; 113,0 %; 122,5 %), K_{tot} (соответственно, составлял 55,9 %; 25,3 % и 28,0 %), $K_{\text{а/ф}}$ (соответственно, составлял 54,6 %; 41,8 %; 29,0 %). Осенью наблюдалось значительное увеличение индексов межсуточной изменчивости температуры от сентября к октябрю и особенно к ноябрю $K_{\text{м/с}}$ (соответственно от 38,3 % до 59,0 %; 87,6 %); K_{tot} (от 2,8 % до 3,0%, 26,2%); $K_{\text{а/ф}}$ (соответственно составлял: 24,3 %; 10,4 %; 32,4 %), что совпадало с повышенным ростом числа случаев обострений у больных ХОБЛ от сентября (4,6 %) к октябрю (7,0 %) и ноябрю (10,4 %). При этом прямая корреляционная достоверная связь между индексом $K_{\text{а/ф}}$ и числом случаев обострения ХОБЛ установлена только в ноябре ($r_s=0,62$, $p<0,05$).

Следует отметить, что индексы изменчивости межсуточной температуры ($K_{\text{м/с}}$ атмосферного воздуха, K_{tot} , $K_{\text{а/ф}}$) весной: в марте ($K_{\text{м/с}}$ составлял соответственно 105,8%, 102,0%, 102,1 %; K_{tot} составлял 29,3 %, 20,6 %, 6,6 %; $K_{\text{а/ф}}$ составлял 42,2 %, 10,7 %, 21,3 %), значительно превышали таковые осенью: в сентябре, октябре, ($K_{\text{м/с}}$ составлял соответственно 38,3 %, 59,0 %; K_{tot} составлял 2,8 %, 3,0 %; $K_{\text{а/ф}}$ был равен соответственно 24,3 % и 10,4 %). При этом обращаемость больных ХОБЛ по поводу обострений в марте (17,0 %) превышала таковую в сентябре (4,6 %), октябре (7,0 %). А в марте высокие показатели случаев обост-

рений ХОБЛ ($17,0 \pm 1,60$ %) достоверно ($p < 0,05$) превышали таковые в ноябре ($10,4 \pm 1,54\%$) и совпадали с $K_{м/с}$, $K_{а/ф}$ ($r_s = 0,52 - 0,56$, $p < 0,05$).

Следует отметить, что прямая корреляционная достоверная связь преимущественно выявлена между индексами $K_{м/с}$, $K_{а/ф}$, $C_{м/с}$, $C_{а/ф}$; $pO_2A_{м/с}$, $pO_2A_{а/ф}$ и числом случаев обострения ХОБЛ в марте, ноябре, январе, феврале. Так, показатели индекса $м/с$ изменчивости дискомфортных теплопотерь ($C_{м/с}$) были высокими в январе (50,6 %), феврале (39,1 %), декабре (45,9 %), марте (35,4 %), снижались в апреле (33,3 %), мае (17,3 %), нарастали (по сравнению с летом) с сентября (11,4 %) к октябрю (до 22,2 %) и ноябрю (30,4 %) и снижались до нуля в июне, июле, августе. Установлена прямая корреляционная зависимость между индексом «С» $м/с$ и частотой случаев обострений ХОБЛ в январе ($r_s = 0,42$, $p < 0,05$), феврале ($r_s = 0,48$, $p < 0,05$), декабре ($r_s = 0,53$, $p < 0,05$), марте ($r_s = 0,67$, $p < 0,05$), октябре ($r_s = 0,62$, $p < 0,05$), ноябре ($r_s = 0,54$, $p < 0,05$). При этом корреляционная связь между индексом $C_{в/с}$ и рецидивами ХОБЛ была выявлена в январе ($r_s = 0,62$, $p < 0,05$), декабре ($r_s = 0,38$, $p < 0,05$), в марте ($r_s = 0,49$, $p < 0,05$). Вместе с тем индекс межсуточной изменчивости барометрического давления ($pA_{м/с}$) особенно повышался (первый «пик») весной (по сравнению с зимой) в марте (до 154,6 %), мае (до 157,4 %), в меньшей мере в апреле (до 126,5 %). Прямая же корреляционная достоверная связь выявлена между индексом $pA_{м/с}$ и числом случаев обострений ХОБЛ только в марте ($r_s = 0,69$, $p < 0,05$) и мае ($r_s = 0,39$, $p < 0,05$). Показатели $pA_{м/с}$ повышались в октябре (до 141,8 %) и ноябре (до 161,1 %), что совпало с ростом числа обострений ХОБЛ в ноябре ($r_s = 0,42$, $p < 0,05$). Зимой индекс $pA_{м/с}$ значительно увеличивался в январе (135,0 %), феврале (136,5 %), декабре (125,1 %), что совпадало с высокими значениями числа случаев обострений ХОБЛ в январе, феврале ($r_s = 0,49 - 0,55$, $p < 0,05$). Установлена также прямая корреляционная связь между индексом $pA_{в/с}$ и показателем обострений ХОБЛ в марте ($r_s = 0,39$, $p < 0,05$), а также между индексом $K(м/с O_2A)$ и показателями обострений у больных ХОБЛ

в декабре ($r_s=0,54$, $p<0,05$), январе ($r_s=0,56$, $p<0,05$), феврале ($r_s=0,62$, $p<0,05$).

Наряду с этим значительное повышение показателей индекса К (м/с O_2A) в марте (до 54,1 %), апреле (до 53,5 %), мае (до 60,0 %) по сравнению с сентябрем (34,5 %), октябрем (39,6 %) достоверно ($r_s=0,39-46$, $p<0,05$) совпадало с высокими показателями обострений у больных ХОБЛ в марте (17 %) и в мае (7,8 %). Значительное повышение индекса К (м/с O_2A) от сентября (34,5 %) к октябрю (до 39,6 %) достоверно ($p<0,05$) совпадало (установлена прямая корреляционная связь) с ростом числа обострений у больных ХОБЛ в октябре ($r_s=0,38$, $p<0,05$). Вместе с тем прямая корреляционная достоверная ($p<0,05$) связь между индексом К (в/с O_2A) и частотой обострений ХОБЛ установлена в марте ($r_s=0,56$, $p<0,05$), октябре ($r_s=0,38$, $p<0,05$), декабре ($r_s=0,64$, $p<0,05$), январе ($r_s=0,72$, $p<0,05$). Выраженная м/с флюктуация К (м/с O_2A), превышающая 20 градаций, отмечалась значительно реже и в основном в холодный период года: в январе (21,3 %), феврале (18,0 %), декабре (8,3 %), марте (11,3 %), ноябре (13,6 %), что совпадало с ростом числа обострений ХОБЛ в эти месяцы ($r_s=0,48-0,62$, $p<0,05$).

При анализе данных мониторингирования спирографических показателей у больных ХОБЛ установлено значительное снижение в зимние месяцы $ОФВ_1$ и $МОС_{75}$ в январе (до $52,1\pm2,70$ и $29,5\pm1,36$ соответственно), феврале (до $46,8\pm2,58$ и $46,6\pm2,60$), декабре (до $46,5\pm1,80$ и $26,8\pm2,60$), марте (до $43,5\pm2,37$ и $26,2\pm1,68$ соответственно) по сравнению ($p<0,05$) с маем ($60,8\pm1,98$ и $43,8\pm1,9$), июнем ($66,3\pm1,93$ и $46,6\pm1,89$), августом ($64,8\pm2,46$ и $48,5\pm1,91$ соответственно). В ноябре средние показатели $ОФВ_1$ и $МОС_{75}$ ($49,8\pm2,18$ и $20,2\pm2,39$) достоверно снижались по сравнению с таковыми в сентябре ($61,3\pm1,92$ и $24,2\pm1,92$), октябре ($64,6\pm1,72$ и $35,2\pm2,1$ соответственно). При этом показатели $ОФВ_1$ и $МОС_{75}$ в марте были достоверно ($p<0,01$) ниже таковых в ноябре, а в апреле, мае достоверно ($p<0,05$) ниже, чем в сентябре и октябре. Наряду с этим, число случаев обращений больных ХОБЛ группы «А» (основной) по поводу обострения заболевания повышалось в ноябре (12,4 %), марте (14,2 %) и остава-

лось на низком уровне в декабре (3,2 %), январе (2,1 %), феврале (2,8 %), апреле (3,4 %), мае (1,8 %), июне (0 %), августе (1,2 %), сентябре (1,4 %), октябре (2,6 %). При этом установлена прямая достоверная корреляционная зависимость только между индексами K_{tot} , $K_{a/\phi}$, междусуточной изменчивости температуры воздуха и дискомфортных теплопотерь и частотой обострений ХОБЛ в ноябре $r_s=0,39$; $p<0,005$; $r_s=0,52$ при $p<0,005$).

Таблица 35

**Результаты обработки данных аттракторов
метеорологических параметров и сезонной обращаемости
больных за семилетний период**

Январь	
Interval X1=10.400	Asymmetry X1=0.0385
Interval X2=41.8000	Asymmetry X2=0.0130
Interval X3=44.9000	Asymmetry X3=0.0005
General asymmetry value $rX=0.67$ General V value: 19500	
Июль	
Interval X1=0.4000	Asymmetry X1=0.0000
Interval X2=18.6000	Asymmetry X2=0.0082
Interval X3=6.2000	Asymmetry X3=0.0553
General asymmetry value $rX=0.53$ General V value: 111	
Март	
Interval X1=8.6000	Asymmetry X1=0.0814
Interval X2=39.2000	Asymmetry X2=0.0288
Interval X3=25.1000	Asymmetry X3=0.0134
General asymmetry value $rX=1.37$ General V value: 8460	
Ноябрь	
Interval X1=8.1000	Asymmetry X1=0.1173
Interval X2=15.2000	Asymmetry X2=0.0216
Interval X3=11.4000	Asymmetry X3=0.0401
General asymmetry value $rX=1.10$ General V value: 1400	

Примечания: X_1 – индекс изменчивости температуры; X_2 – индекс изменчивости дискомфортных теплопотерь органами дыхания; X_3 – обращаемость больных ХОБЛ.

При анализе метеорологических показателей (индексов изменчивости межсуточной температуры атмосферного воздуха, дискомфорта теплотерии органами дыхания) и обращаемости больных ХОБЛ в трехмерном ФПС (табл. 35) установлено, что общий объем (vX) фазового пространства был наибольшим в январе и марте, что можно объяснить увеличением частоты обращаемости больных и значительным повышением индекса изменчивости температуры воздуха. При этом общий объем пространства и асимметрия в июле были значительно ниже таковых в остальные месяцы года. Следует отметить, что выявленные сдвиги были связаны преимущественно с увеличением индекса изменчивости дискомфорта теплотерии органами дыхания и частоты обращаемости больных ХОБЛ.

При анализе результатов диспансеризации и реабилитации больных **группы «А»** выявлено, что доля пациентов, имевших среднетяжелое и тяжелое обострение ХОБЛ через 2-3 года диспансерного наблюдения среди больных 1-й подгруппы стабильно оставалась на низком уровне (9,2 % и 5,5 % соответственно), тогда как у пациентов 3-й подгруппы отмечалась тенденция к ее повышению (соответственно до 23,0 % и 30,7 %); среди больных 2-ой подгруппы также наблюдалось достоверное ($p < 0,05$) повышение, соответственно до 42,6 % и 56,0 %.

На фоне проводимой диспансеризации и легочной реабилитации число пациентов, получавших лечение в стационаре, в 1-й подгруппе достоверно ($p < 0,05$) сократилось за годичный период с 33,3 % до 3,7 %, в меньшей мере уменьшилось у пациентов 3-й подгруппы (с 42,3 % до 15,3 %), увеличилось во 2-й подгруппе с 35,4 % до 39,0 %. В последующие годы (2-й и 3-й) пациенты 1-й подгруппы лечились только амбулаторно, доля больных 3-й подгруппы, получавших лечение в стационаре, через 2 года уменьшилась до 7,6 %, а в дальнейшем они также лечились только амбулаторно. В контрольной группе доля пациентов, получавших лечение в стационаре, оставалась высокой в течение 2-го (31,7 %) и 3-го (43,9 %) года диспансерного наблюдения.

Все показатели, характеризующие функциональную способность легких (ЖЕЛ; ОФВ₁; ОФВ₁/ФЖЕЛ; МОС₂₅; МОС₇₅) как до, так и после диспансерного наблюдения были достоверно ($p < 0,05$) ниже таковых у здоровых лиц, однако имели умерен-

ную, но стабильную положительную ($p < 0,05$) динамику в течение первых 3 лет диспансерного наблюдения у пациентов 1-й подгруппы. Положительная разница по сравнению с исходной ЖЕЛ в среднем составляла соответственно +12,4%, +6,9% и +8,3 %; ОФВ₁ – +12,8 %, +10,7 % и 7,2 %; ОФВ₁/ФЖЕЛ – +9,6 %, +7,5 % и +10,4 %; МОС₂₅ – +12,3 %, +14,6 % и +13,2 %; МОС₇₅ – +16,5 %, +18,2 % и +15,5 %.

У больных 3-й подгруппы за исследуемый период достоверно ($p < 0,05$) увеличились только ОФВ₁, МОС₂₅, МОС₇₅, в то время как показатели ЖЕЛ и ОФВ₁/ФЖЕЛ имели только тенденцию к повышению. При этом у пациентов 3-й подгруппы на протяжении всего периода диспансерного наблюдения отмечалась положительная стабильная разница средних показателей: ЖЕЛ соответственно +3,1 %, +5,3 % и +2,6 %; ОФВ₁ – +11,2 %, +8,9 % и +9,2 %; ОФВ₁/ФЖЕЛ – +2,6 %, +1,2 % и +3,4 %; МОС₂₅ – +6,1 %, +8,2 % и +6,8 %; МОС₇₅ – +5,1 %, +4,2 % и +8,35. В то же время у пациентов 3-й подгруппы средние показатели функции внешнего дыхания по сравнению с таковыми у лиц 1-й подгруппы были достоверно ($p < 0,05$) ниже. В процессе диспансеризации у пациентов 2-й подгруппы отмечалось умеренное, но достоверное ($p < 0,05$) снижение ОФВ₁ и МОС₇₅, а также тенденция к снижению средних величин ЖЕЛ, ОФВ₁/ФЖЕЛ и МОС₂₅.

Анкетирование, проведенное при помощи общего опросника SF-36, подтвердило снижение исходного уровня *качества жизни* (КЖ) у больных ХОБЛ 1-3-й подгрупп в одинаковой мере. По сравнению с группой здоровых лиц у пациентов с ХОБЛ достоверно были снижены как до, так и после 3-х лет наблюдения, показатели, характеризующие физическое состояние (ФА – *физическая активность*, РФ – *роль физических проблем* в ограничении жизнедеятельности, Б – *болевые ощущения*, ОЗ – *общее восприятие здоровья*) и психический статус (ЖС – *жизнеспособность*, СА – *социальная активность*, РЭ – *роль эмоциональных проблем* в ограничении жизнедеятельности, ПЗ – *психическое здоровье*, СС – *сравнение самочувствия* с предыдущим годом).

В результате диспансерных реабилитационных мероприятий при повторном интервьюировании через 3 года у пациентов 1-3-й подгрупп отмечалась почти в равной мере позитивная раз-

ница (по сравнению с исходными показателями) параметров, характеризующих физическое состояние: ФА составляла соответственно +13,2 % и +17,4 %, РФ –соответственно +12,2 % и +11,2 %, Б – соответственно +12,8 % и +15,2 %, ОЗ – соответственно +33,1 % и +16,1 %.

При этом через 3 года у пациентов 1-й подгруппы положительная разница показателей, характеризующих психический статус, увеличилась в большей мере, чем у больных 3-й подгруппы, и составляла, по данным ЖС, соответственно +23,2 % и +11,5 %; СА – соответственно +28,4 и +19,9 %; РЭ – соответственно +15,6 и +8,5 %; ПЗ – соответственно +24,7 и +21,5 %.

Клиническое улучшение у пациентов 1-й и 3-й подгрупп сопровождалось повышением толерантности к физической нагрузке, увеличением теста с 6-минутной ходьбой соответственно с $362,4 \pm 6,7$ м до $396,7 \pm 6,2$ м ($p < 0,05$) и с $359,5 \pm 7,2$ до $385,4 \pm 5,6$ м ($p < 0,05$) по сравнению со 2-й группой, у которых этот показатель имел тенденцию к увеличению с $369,6 \pm 7,5$ м до $378 \pm 6,3$ м ($p < 0,05$).

При анализе показателей общего объема и общего показателя асимметрии трехмерных (ОФВ₁, МОС₇₅ и ФА) *аттракторов* ВСОЧ до и после трехлетней диспансеризации больных ХОБЛ установлено значительное (в 2,5 раза) уменьшение у больных 1-й (основной) подгруппы vX (с 56,6 до 22,1) и $гX$ (с 0,67 до 0,26), что количественно характеризует положительный лечебный эффект управляющих воздействий и свидетельствует о приближении функциональной системы к упорядочению хаотического *аттрактора* и приближению анализируемых параметров к детерминированной динамике функциональной системы и организма в целом.

В то же время у больных 3-й подгруппы в процессе диспансеризации vX увеличился в 1,4 раза, а $гX$ – в 2 раза. Наряду с этим у больных 2-й, контрольной группы (табл. 36, 37, рис. 20) общий объем фазового пространства в процессе диспансеризации увеличился в 2,4 раза – с 332 до 797, а общий показатель асимметрии увеличился в 1,6 раза. Последнее свидетельствует о повышении хаотического аттрактора, о нестабильности функциональной системы, т.е, о недостаточной эффективности тера-

психического эффекта диспансерного наблюдения по общепринятой методике.

Таблица 36

Результаты идентификации параметров ОФВ₁ (X₁), МОС₇₅ (X₂) и физической активности (X₃) аттракторов поведения ВСОЧ у больных ХОБЛ (группа «А») до диспансеризации и реабилитации

1-я подгруппа	
IntervalX1=4.6000	AsymmetryX1= 0.0870
IntervalX2= 2.2000	AsymmetryX2= 0.0909
IntervalX3= 5.6000	AsymmetryX3= 0.1389
General asymmetry value rX = 0.67	
General V value : 56,6	
2-я подгруппа	
IntervalX1= 9.2000	AsymmetryX1= 0.1087
IntervalX2= 8.2000	AsymmetryX2= 0.0488
IntervalX3= 4.4000	AsymmetryX3= 0.0455
General asymmetry value rX = 1.10	
General V value : 332	
3-я подгруппа	
IntervalX1= 8.9000	AsymmetryX1= 0.0618
IntervalX2= 4.8000	AsymmetryX2= 0.0417
IntervalX3= 3.9000	AsymmetryX3= 0.0385
General asymmetry value rX = 0.60	
General V value : 167	

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют, что длительное применение усовершенствованной программы диспансеризации и реабилитации больных ХОБЛ приводит к достоверному уменьшению выраженности бронхиальной обструкции, хронической дыхательной недостаточности, улучшению качества жизни пациентов, что прежде всего проявляется в улучшении общего физического здоровья и повышении толерантности к физической нагрузке, уменьшении количества обострений ХОБЛ в течение года и снижению необходимости в стационарном лечении. При этом у больных 1-й,

основной подгруппы в процессе диспансеризации отмечался более выраженный положительный терапевтический эффект по сравнению с больными 3-й подгруппы. Вместе с тем, терапевтический эффект программы ведения больных 3-й подгруппы был выше, чем во 2-й, контрольной подгруппе.

Таблица 37

Результаты идентификации параметров ОФВ₁ (X₁), МОС₇₅ (X₂) и физической активности (X₃) аттракторов поведения ВСОЧ у больных группы «А» после 3-х летней диспансеризации и реабилитации

Параметры аттракторов
1-я подгруппа
Interval X1 = 2.8000 Asymmetry X1 = 0.0208
Interval X2 = 2.2000 Asymmetry X2 = 0.0687
Interval X3 = 3.6000 Asymmetry X3 = 0.0179
General asymmetry value rX = 0.26
General V value: 22,1
2-я подгруппа
Interval X1 = 20.8000 Asymmetry X1 = 0.0865
Interval X2 = 14.2000 Asymmetry X2 = 0.0122
Interval X3 = 2.7000 Asymmetry X3 = 0.0185
General asymmetry value rX = 1.81
General V value: 797
3-я подгруппа
Interval X1 = 12.2000 Asymmetry X1 = 0.0902
Interval X2 = 6.0000 Asymmetry X2 = 0.0667
Interval X3 = 3.1000 Asymmetry X3 = 0.0806
General asymmetry value rX = 1.20
General V value: 227

Поскольку общепринятая методика *бронхоальвеолярного лаважа* (БАЛ) у больных ХОБЛ сопровождалась осложнениями (бронхоспазмом, появлением инфильтратов в легких, повышением температура тела и др.), БАЛ проводился малым количеством жидкости (10 мл) на фоне высокочастотной искусственной вентиляции легких, что позволяло аспирировать 50-55 % раствора от введенной лаважной жидкости. При этом показатели

спирографии после однократной процедуры диагностического БАЛ существенно не изменились ($p > 0,05$).

При анализе результатов дифференцированного комплексного лечения больных **группы Б** установлено, что наиболее выраженный положительный терапевтический эффект наблюдался у больных 1-й и 4-й подгрупп, получавших курсы лечения арманором, по сравнению с контрольной, 3-й подгруппой, получавшей стандартное лечение.

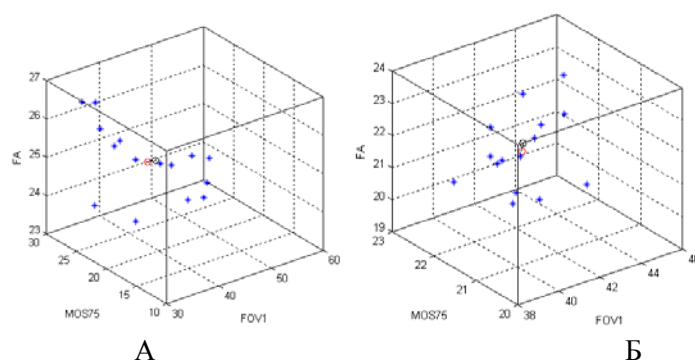


Рис. 12. Аттракторы показателей $ОФВ_1$, $МОС_{75}$ и $ФА$ у больных 1-ой подгруппы группы «А» в процессе диспансеризации и реабилитации (А – до диспансеризации, Б – после диспансеризации)

Исходя из концепции регионарной неравномерности пространственных и временных проявлений функций различных отделов легких, очередной задачей исследования было изучение этиологической значимости микроорганизмов, данных клеточного состава жидкости БАЛ, эндоскопической картины в различных долях правого легкого у 36 больных **группы «В»** со II-III стадией ХОБЛ в возрасте от 38 до 65 лет с длительностью заболевания от 3 до 12 лет. Показано, что из 12 больных 1-й подгруппы группы «В» у 10 лиц из бронхов разных долей высеивались различные микроорганизмы, при этом наиболее часто обнаруживали пневмококк. У 2-х больных в возрасте старше 60 лет с признаками вторичных бронхоэктазов преобладал Пнеу-

monas aeruginosae. Клеточный состав жидкости БАЛ (в %) из различных долей был разным. Увеличение в исследуемом материале нейтрофилов, лимфоцитов и снижение макрофагов в сравнении с нормой свидетельствовало о нейтрофильно-лейкоцитарном типе воспаления. Следует отметить, что эозинофилы в количестве, превышающем норму ($2,4 \pm 1,6$ %), были обнаружены у 6 из 11 больных, что свидетельствует об эозинофильном типе воспаления в отдельных долях легких.

Аналогичная закономерность отмечалась у больных ХОБЛ 2-й подгруппы группы «В». Почти у всех больных состав жидкости БАЛ (с учетом этиологически значимых микроорганизмов, соотношения процентного содержания альвеолярных макрофагов, нейтрофилов, лимфоцитов, эозинофилов) из различных долей легкого был разным. При этом отмечалась различная интенсивность (I-III ст.) воспаления слизистой бронхов в различных долях правого легкого. По-видимому, неравномерность регионального воспалительного процесса в бронхах при ХОБЛ определяется различной степенью выраженности вторичного иммунодефицита, факторов защиты, неравномерным распределением воздуха и крови, неодинаковым индексом перфузии на единицу объема легких в различных зонах легких, различной степенью раздражения бронхов вредными агентами. Ремиссия в процессе лечения была зарегистрирована раньше у больных 1-й (в среднем на $9,6 \pm 0,3$ день), 2-й (в среднем на $10,2 \pm 0,34$ день) подгрупп и у лиц 4-й (в среднем на $8,6 \pm 0,20$ день) подгруппы, чем у больных 3-й (контрольной) подгруппы (в среднем на $17,2 \pm 0,6$ день).

Под влиянием лечения достоверно ($p < 0,05$) уменьшилось количество больных с двухсторонним эндобронхитом в 1-й (основной) подгруппе (с 12 до одного); во 2-й (с 12 до двух); в 4-й (с 34 до 8) и в меньшей мере в 3-й (контрольной) подгруппе (с 12 до 8 больных). При этом после 12 дней лечения у больных 1-2-й подгрупп и 4-й подгруппы эндоскопическая картина нормализовалась и отмечался эндобронхит I степени соответственно у 1-го, 2-х и 8 больных, тогда как у больных 3-й (контрольной) подгруппы после лечения эндобронхит I-II степени отмечался у значительно большего числа больных (соответственно у 58,3 % и 33,3 %).

Под влиянием лечения у больных 1-й и 2-й подгрупп группы «В» достоверно ($p < 0,001$) в жидкости БАЛ уменьшилось почти до

нормы количество нейтрофилов, лимфоцитов и увеличилось количество макрофагов, тогда как в подгруппе сравнения (3-й – контрольной) существенных изменений со стороны цитограммы БАЛ не произошло. По сравнению со здоровыми лицами, во всех изучаемых группах в исходном состоянии отмечалось достоверное ($p < 0,001$) уменьшение величины ЖЕЛ, ОФВ₁, МОС₂₅, МОС₅₀, МОС₇₅. Под влиянием лечения у больных 1-й и 2-й подгрупп, а также 4-й подгруппы наблюдалось достоверное ($p < 0,05$) улучшение всех показателей спирографии, тогда как у больных 3-й (контрольной) подгруппы в процессе лечения наблюдалась лишь тенденция к повышению ОФВ₁, МОС₂₅, МОС₅₀, МОС₇₅. В месте с тем, учитывая одинаковый положительный терапевтический эффект у больных 1-й, 2-й и 4-й подгрупп, можно рекомендовать проводить лечебную ФБС с использованием для санации бронхов один антибиотик широкого спектра действия при эндобронхите II-III степени, а при эндобронхите I-II степени осуществлять лечебную ФБС и комплексное лечение ХОБЛ без использования антибактериальных препаратов, применив щадящую методику лечебной ФБС с импульсным орошением бронхов малым количеством физиологического раствора (10 мл) с раствором гепарина (10–15 тыс. ЕД). В результате проведенных исследований установлено, что в исходном состоянии как у больных 1-й подгруппы, так и у пациентов 2-й подгруппы отмечалось достоверное снижение показателей клеточного иммунитета, соответственно: СД3+ (до $25,2 \pm 1,9$ и $27,3 \pm 1,8$ %), СД4+ (до $22,6 \pm 1,6$ и $20,6 \pm 1,4$ %), СД8+ (до $7,5 \pm 1,8$ и $6,8 \pm 1,5$ %), СД22+ (до $11,3 \pm 1,5$ и $10,2 \pm 1,2$ %) и сывороточного JgA (соответственно до $1,22 \pm 0,21$ мг/мл и до $1,19 \pm 0,18$ мг/мл).

На фоне диспансеризации и реабилитации у больных ХОБЛ 1-й подгруппы достоверно повысились до уровня здоровых лиц показатели СД3+ (до $52,4 \pm 2,8$ %, $p < 0,001$), СД4+ (до $33,4 \pm 1,7$ %, $p < 0,001$), СД8+ (до $18,2 \pm 1,4$ %, $p < 0,001$); JgA (мг/мл) (до $1,79 \pm 0,23$, $p < 0,05$); имел тенденцию к повышению показатель СД22+ (до $12,1 \pm 1,8$ %). При этом у больных 2-ой подгруппы, получающих стандартное лечение, иммунологические показатели после 3-х лет наблюдения существенно не изменились ($p > 0,05$). Таким образом, в условиях Севера с целью иммуно-реабилитации больных необходимо включение в общее ком-

плексное базисное лечение антиоксидантов, адаптогенов, ликопида (как иммуномодулятора), курсов микросауны, массажа, метода БОС (на фоне тренинга дыхательной мускулатуры), небулайзерной терапии, обучения больных, коррекцию (10-14 раз) противорецидивного лечения в течение года.

4.3. Заключение

По данным статистической обработки и в рамках *теории хаоса и синергетики*, тяжесть течения ХОБЛ в Югре наиболее обусловлена выраженной межсуточной флюктуацией температуры, весового содержания кислорода в атмосферном воздухе, индекса изменчивости дискомфортных теплотерм органами дыхания преимущественно в переходные сезоны года.

Использование новых подходов в обработке информации в рамках системного анализа показало, что применение усовершенствованных технологий управления программой диспансеризации и реабилитации больных ХОБЛ обеспечивает значительное улучшение параметров *аттрактора* ВСОЧ.

Оптимизация программы управления процессами диспансеризации и реабилитации больных ХОБЛ позволила существенно снизить частоту обострений хронического бронховоспалительного процесса, госпитализаций больных (на 33,3 %) по поводу ХОБЛ, достоверно улучшить спирографические показатели, качество жизни, добиться хорошего и полного контроля над ХОБЛ.

Применение новых методов обработки информации позволило доказать высокую эффективность новой технологии диагностического бронхоальвеолярного лаважа, щадящей импульсной санации бронхов и эндобронхиальной терапии у больных ХОБЛ.

Особенностью положительного лечебного действия усовершенствованной диспансеризации и реабилитации больных ХОБЛ является высокоэффективная иммунореабилитация данных контингентов больных.

Целесообразно внедрять в практику поликлиник методы системного анализа, объективно представляющие поведение ВСОЧ разных групп больных, в отношении которых разработа-

ны усовершенствованные технологии диспансеризации и реабилитации больных ХОБЛ. Это способствует повышению эффективности лечения и качества жизни наблюдаемых пациентов.

В региональной усовершенствованной программе управления процессами диспансеризации и легочной реабилитации больных ХОБЛ должны быть учтены особенности клинического течения заболевания в экологических условиях высоких широт, выявлены периоды неблагоприятного сочетания метеофакторов, способствующих учащению случаев обострения ХОБЛ для оптимизации лечения, профилактики обострений ХОБЛ и прогрессирования легочно-сердечной недостаточности.

С целью повышения качества жизни, иммунореабилитации у больных ХОБЛ рекомендуются к внедрению в ЛПУ региона усовершенствованные технологии диагностического бронхоальвеолярного лаважа, щадящие методы эндобронхиальной терапии, усовершенствованная программа управления процессами диспансеризации и реабилитации больных ХОБЛ, обеспечивающие хороший и полный контроль над ХОБЛ у 72–95 % больных.

5. Системный анализ влияния комплекса реабилитационных мероприятий на параметры организма больных, перенесших инсульт

5.1. Введение

Высокая распространенность сосудистых заболеваний головного мозга и тяжесть последствий от этих заболеваний, приводящих к инвалидизации и смертности, делает изучение этой патологии весьма важной проблемой современной неврологии и восстановительной медицины. Особенно это актуально в северных регионах РФ, где экстремальные условия проживания из-за резких перепадов температур и атмосферного давления, неустойчивости геомагнитных полей, негативно влияют на ФСО, что ведет к необратимым изменениям со стороны центральной нервной системы и *кардиореспираторной системы* (КРС) (Еськов В.М., 2004, Филатова О.Е., 2005). Установлено, что инвалидизация после инсульта составляет 320 случаев на 10000 насе-

ления, а к труду возвращается только 20,2 % работавших. Полная профессиональная реабилитация достигается лишь в 8 % случаев. Инвалиды вследствие *цереброваскулярной патологии* (ЦВП) составляют 9,8 % в структуре общего контингента инвалидов среди населения РФ. Двигательные нарушения в остром периоде развиваются у 75 % больных, а через 6 месяцев стойкий двигательный дефект наблюдается у 53 % пациентов, перенесших инсульт. К концу первого года после инсульта только 25-30 % больных полностью не зависят от помощи окружающих. При этом инвалидизация обусловлена тяжестью нарушения двигательных функций, а также психологической и социальной дезадаптацией. В связи с этим, проблемой особой важности является повышение эффективности и совершенствование системы физической реабилитации данной категории больных.

В настоящее время нейрореабилитация после *острого нарушения мозгового кровообращения* (ОНМК) переживает период особого развития. Он характеризуется появлением множества методик реабилитации в области массажа, лечебной гимнастики и физиотерапии, открытием центров восстановительной медицины и реабилитации. Большинство лечебных мероприятий оказывают рефлекторное влияние на функциональное состояние нервной системы, однако другие мобилизуют компенсацию нарушенных функций. При этом некоторые воздействия направлены на улучшения функции равновесия и восстановления постуральной устойчивости (Епифанов В.А., 2005).

Для улучшения устойчивости и уменьшения асимметрии вертикальной позы используются различные технологии: специальные лечебные упражнения, степ-тренировка, тренировка при помощи подвижных стабیلіграфических платформ, тренировка методом биоправления и биологической обратной связи. Для усиления и поддержания объема мышечной массы, облегчения произвольного мышечного сокращения используется метод нервно-мышечной электростимуляции.

Согласно современным представлениям, в основе восстановления нарушенных функций при повреждении головного мозга лежат механизмы нейропластичности. Под пластичностью головного мозга понимается его способность к компенсации структурных и функциональных расстройств при органическом

поражении на основе реорганизации кортикальных отделов, увеличения эффективности использования сохранившихся структур и более активного использования альтернативных нисходящих путей (Шапкова Л.В., 2003).

Процесс реорганизации начинается уже в острую фазу инсульта, поэтому реабилитационные мероприятия необходимо начинать проводить уже в остром периоде при стабильных гемодинамических показателях. При изучении процессов пластичности основное внимание уделяется корковым и субкортикальным структурам. Лучшее восстановление после инсульта отмечается при сохранности метаболической активности в области таламуса, а также структур, обеспечивающих связи базальных ганглиев с лобными отделами. Таким образом, изучение состояний функций организма, в частности КРС, при реабилитации больных с ЦВП является актуальной проблемой биологии и медицины, а использование методов системного анализа в этом процессе – актуальная задача восстановительной медицины и лечебной физической культуры.

5.2. Основные результаты исследований и их обсуждение

Состояние КРС больных, перенесших инсульт, оценивалось по оригинальным показателям в рамках разработанных новых методик Самарской и Сургутской школ медицинской кибернетики в области стохастических и хаотических подходов при изучении динамики поведения ВСОЧ в условиях саногенеза и патогенеза.

Спектральный анализ колебательной структуры ВСР у данной категории больных производился с помощью фотооптических датчиков и специализированного программного вычислительного комплекса на базе ЭВМ. При спектральном анализе, вычислялась *спектральная плотность мощности* (СПМ) ВСР, которая отражает распределение по частоте в среднем мощности (колебательной активности) ВСР. Этот процесс рассматривается как стационарный случайный процесс (неизменность во времени дисперсии, среднего и т.д.). Обработка массивов кардиоинтервалов (кардиограмм) производилась непараметрическим методом вычисления СПМ ВСР (метод Уэлча), с использованием

процедуры *быстрого преобразования Фурье* (БПФ). При этом, рассчитывался и усреднялся набор спектров, в получаемых на последовательно смешанных во времени коротких сегментах исходной последовательности ВСП.

В рамках такого подхода оценивалась спектральная плотность мощности ВСП, производился расчет СПМ для трех стандартных интервалов частот (0-0,04 Гц), (0,04-0,15 Гц), (0,15-0,5 Гц), производилась оценка показателей активности *симпатического* (СИМ) и *парасимпатического* (ПАР) отделов вегетативной нервной системы, определялся *индекс Баевского* (ИНБ) и по соотношению спектральных характеристик двух полос поглощения (для гемоглобина и оксигемоглобина) компьютером рассчитывался показатель уровня *насыщения кислородом гемоглобина* – SpO_2 .

В каждом блоке наблюдений исследования заканчивались построением графиков и расчетом параметров с занесением в специальный файл. Полученные файлы накапливались и обрабатывались по группам с учетом статистических показателей.

Кроме того, изучение региональных особенностей патогенеза инсульта базировалось на новом методе идентификации параметров *квазиаттракторов* поведения ВСОЧ при патологических состояниях.

В рамках такого подхода было обследовано 108 пациентов, проходящих реабилитацию на базе окружной клинической больницы «Травматологический центр» (центр нейрореабилитации и патологии речи), где в условиях стационара и амбулаторно проходят курс реабилитации больные с последствием ОНМК, с поражением и повреждением ЦНС и опорно-двигательного аппарата. Основными методами реабилитации для всех обследуемых больных являются ЛФК, массаж, механотерапия и физиолечение.

Принимавшие участие в исследованиях 108 человек с последствиями ОНМК, были разделены на две группы: 52 из них проходили курс РМ впервые (ранний восстановительный период), а 56 человек повторно (поздний восстановительный период). Больные, проходившие курс РМ впервые имели стойкие нарушения со стороны ЦНС: 15 из них поступили с гемиплегией, 37 – с гемипарезом различной степени тяжести. Поступив-

шие повторно имели навыки самообслуживания, но гемипарез сохранялся у 40 больных, и только 16 пациентов имели легкую пирамидную недостаточность (Кошевой О.А., 2009).

Показатели СИМ, ПАР, ЧСС, ИНБ образовывали координаты 4-мерного ФПС для больных перенесших ОНМК. Исследования проводились до применения специальных комплексов кинезотерапии и после одномоментно как в начале, так и в конце курса реабилитации. Для определения восстановления двигательных навыков и социальной адаптации использовались: *тест шести-минутной ходьбы* (ТШХ) на беговой дорожке до и после курса реабилитации, неврологический тест оценки *силы верхних паретических конечностей* (СВПК) и *силы нижних паретических конечностей* (СНПК) по шестибальной шкале, а так же *индекс повседневной жизни* и социальной адаптации *Бартелла* (ИБ).

Обработка данных по поведению ВСОЧ в m - мерном пространстве состояний для больных производилась с использованием программы «Идентификация параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве», предназначенной для использования в научных исследованиях систем с хаотической организацией. Исходные параметры (координаты в m -мерном пространстве) вводились вручную или из текстового файла.

Возникновение ОНМК частично обусловлено климатозоологическими влияниями, так как имеет сезонную зависимость. Эта закономерность выявлена в отношении «жесткости погоды» по И.М. Осокину, колебаний температуры и атмосферного давления, уровня загрязненности атмосферы оксидом углерода, диоксидом азота.

Нами был выполнен анализ архивных историй болезни пациентов с ОНМК, геморрагическим и ишемическим инсультом, проходивших лечение в центре нейрореабилитации и патологии речи на базе окружной больницы «Травматологический центр» за трехлетний (2005-2008 г.) период (табл. 38).

**Количество больных с последствиями ОНМК, поступивших в центр
нейрореабилитации в период 2005 – 2008 г.**

Патология	2005 год	2006 год	2007 год	2008 год
Ишемический инсульт	24	59	151	248
Геморрагический инсульт	15	34	67	78
Итого:	39	93	218	326

Из табл. 38 следует, что число обращений в центр нейрореабилитации с каждым годом неуклонно нарастает.

Произведено определение *факторов риска* (ФР) при ЦВП. Результаты представлены в виде частоты различных ФР, выявленных у пациентов с ОНМК (табл. 39). По данным анкетирования ведущим ФР оказалась артериальная гипертензия, обнаруженная в анамнезе и при обследовании у 75,1 % пациентов с ОНМК. Причиной артериальной гипертензии были гипертоническая болезнь (63,6 % всех наблюдений), а также симптоматическая артериальная гипертензия при атеросклерозе (24,7 %). Церебральный атеросклероз без повышения АД отмечался значительно реже (21,6 %).

Из других ФР наиболее часто выявлялись: отягощенная по сердечно-сосудистой патологии наследственность (36,6 %), а также ишемическая болезнь сердца и нарушения сердечного ритма (29,5 %).

После анализа общеклинических данных, в работе представлены результаты обработки параметров вектора состояния организма человека (ВСОЧ) в ходе реабилитационных мероприятий.

Были получены результаты статистической обработки данных доверительного интервала показателей ФСО до реабилитации и после в ранний и поздний восстановительный период (табл. 40, 41).

Таблица 39

**Частота выявления факторов риска при остром нарушении
мозгового кровообращения в 2005-2008 г. (в %)**

Факторы риска	%
Сочетание распространенного атеросклероза с артериальной гипертензией	23,2
Гипертоническая болезнь	63,6
Атеросклероз	24,7
ИБС и нарушения ритма сердечной деятельности	29,5
Отягощенная наследственность	36,8
Сахарный диабет	8,1
Злоупотребление алкоголем	13,4
Курение	19,4

Таблица 40

**Результаты статистической обработки данных параметров КРС
больных в ранний восстановительный период**

Данные параметров КРС (<x>±dx)	Ранний восстановительный период			
	До лечебной гимнастики в начале курса реабилитации	После лечебной гимнастики в начале курса реабилитации	До лечебной гимнастики в конце курса реабилитации	После лечебной гимнастики в конце курса реабилитации
СИМ	16,91±1,74*	24,22±2,08*	13,98±1,32 [“]	19,62±1,57 [“]
ПАР	4,26±0,51	3,77±0,41	5,32±0,71	4,98±0,53
ИНБ	197±25,23	246,13±27,03	148,75±14,95'	222,86±21,86'
ЧСС	81,77±25,23 ^{##}	105,54±2,34 ^{##}	73,58±1,41 ^{^^}	98,66±1,96 ^{^^}

* p<0,05 при сравнении СИМ до и после лечебной гимнастики в начале курса реабилитации

^{##} p<0,0001 при сравнении ЧСС до и после лечебной гимнастики в начале курса реабилитации

[“] p<0,05 при сравнении СИМ до и после лечебной гимнастики в конце курса реабилитации

' p<0,05 при сравнении ИНБ до и после лечебной гимнастики в конце курса реабилитации

^{^^} p<0,0001 при сравнении ЧСС до и после лечебной гимнастики в конце курса реабилитации

**Результаты статистической обработки данных параметров КРС
больных в поздний восстановительный период**

Данные параметров КРС ($\langle x \rangle \pm dx$)	Поздний восстановительный период			
	До лечебной гимнастики в начале курса реабилитации	После лечебной гимнастики в начале курса реабилитации	До лечебной гимнастики в конце курса реабилитации	После лечебной гимнастики в конце курса реабилитации
СИМ	11,54±1,58	13,21±1,32	8,86±0,87*	12,05±1,14*
ПАР	9,58±1,1	7,39±0,67	10,62±0,81 [§]	8,01±0,65 [§]
ИНБ	96,66±9,09	116±13,39	72,31±6,67"	107,76±8,48"
ЧСС	71,41±1,26 ^{####}	95±2,21 ^{####}	67,54±0,93 ^{^^^}	92,31±1,63 ^{^^^}

$p < 0,0001$ при сравнении ЧСС до и после лечебной гимнастики в начале курса реабилитации

* $p < 0,05$ при сравнении СИМ до и после лечебной гимнастики в конце курса реабилитации

§ $p < 0,05$ при сравнении ПАР до и после лечебной гимнастики в конце курса реабилитации

" $p < 0,05$ при сравнении ИНБ до и после лечебной гимнастики в конце курса реабилитации

^^^ $p < 0,0001$ при сравнении ЧСС до и после лечебной гимнастики в конце курса реабилитации

При сравнении этих данных в различные периоды реабилитации определено, что показатели СИМ, ПАР, ИНБ и ЧСС изменяются как в раннем восстановительном периоде, так и в позднем, до реабилитации и после. Различия в позднем периоде реабилитации в конце курса статистически достоверны по всем параметрам. При этом, следует отметить, что показатели СИМ, ИНБ и ЧСС в раннем восстановительном периоде значительно выше, чем в позднем. В раннем периоде до лечебной гимнастики СИМ $16,91 \pm 1,74$, а в позднем $11,54 \pm 1,58$ ($p < 0,05$), ПАР – в раннем периоде $4,26 \pm 0,51$, ($p < 0,0001$), а в позднем $9,58 \pm 1,1$, ($p < 0,0001$), ИНБ – в раннем $197 \pm 25,23$, ($p < 0,001$) в позднем на 100 единиц меньше $96,66 \pm 9,09$, ($p < 0,0001$), ЧСС в раннем периоде на 10 единиц больше чем в позднем, ($p < 0,001$). Это обу-

словлено особым патологическим состоянием организма больных, которое остро протекает в раннем восстановительном периоде. При этом организм находится в состоянии выраженной симпатотонии, но после проведения реабилитационных мероприятий показатели в покое заметно снижаются. Особенно это видно в раннем периоде реабилитации: СИМ – $(13,98 \pm 1,32)$; ИНБ – $(148,75 \pm 14,95)$; ЧСС – $(73,58 \pm 1,41)$, ($p < 0,05$); ПАР – так же как и в позднем периоде возрастает на одну у.е. $(5,32 \pm 0,71)$.

В позднем: СИМ – $(8,86 \pm 0,87)$; ИНБ – $(72,31 \pm 6,67)$; ЧСС – $(67,54 \pm 0,93)$, ($p < 0,05$), а ПАР – возрастает на одну у.е. $(10,62 \pm 0,81)$. Следует отметить, что показатели ВСО больных в покое в раннем восстановительном периоде реабилитации значительно отличаются от показателей в позднем периоде.

Известно, что вентролатеральный комплекс таламуса участвует в регуляции активности фазической и тонической систем. Дисбаланс этих комплексов приводит к развитию различного типа дискинезий, нарушению нейромоторного и вегетативного системных комплексов (табл. 42).

При восстановлении двигательных навыков (табл. 42), что наблюдается лучшая динамика в раннем восстановительном периоде. Различия по всем параметрам статистически достоверны, сила мышц паретичных конечностей увеличивается в два раза: ($p < 0,0001$) СВПК (до $1,56 \pm 0,15$ после $2,88 \pm 0,12$); ($p < 0,0001$) СНПК (до $2,61 \pm 0,15$ после $3,58 \pm 0,09$); показатели ходьбы и навыков самообслуживания также значительно возрастают: ($p < 0,0001$) ТШХ (до $98,73 \pm 9,64$ после $165,35 \pm 11,41$); ($p < 0,0001$) ИСА (до $61,32 \pm 3,76$ после $84,05 \pm 2,05$). В позднем периоде наблюдается меньшая динамика восстановления нарушенных функций, особенно это, видно по первому параметру (СВПК) где различия не достоверны. Остальные параметры менее достоверны чем в раннем ($p < 0,05$).

Были использованы новые подходы в теории хаоса и синергетики, которые основаны на анализе параметров ВСОЧ, базирующиеся на сравнении параметров различных кластеров, представляющих БДС. К этим кластерам могут относиться одни и те же системы, но находящиеся в разных физических состояниях (БДС изучалась до и после курса кинезотерапевтических воздействий, в различные периоды реабилитации), или разные системы,

но в одинаковых состояниях. В наших исследованиях мы брали четыре координаты ВСО больных по параметрам показателей КРС и четыре координаты по восстановлению двигательных функций.

Таблица 42

**Результаты статистической обработки данных параметров
восстановления двигательных функций и навыков
самообслуживания**

Данные параметров в баллах (<x>±dx)	Ранний восстановительный период		Поздний восстановительный период	
	До курса реабилитации	После курса реабилитации	До курса реабилитации	После курса реабилитации
СВПК	1,56±0,15**	2,88±0,12**	2,67±0,15	2,93±0,13
СНПК	2,61±0,15##	3,58±0,09##	3,32±0,12#	3,67±0,12#
ТШХ	98,73±9,64^^	165,35±11,41^^	118,73±11,41^	162,04±11,69^
ИСА	61,32±3,76“	84,05±2,05“	70,43±3,77“	81,83±2,47“

**p<0,0001 при сравнении СВПК до и после курса реабилитации в раннем восстановительном периоде

##p<0,0001 при сравнении СНПК до и после курса реабилитации в раннем восстановительном периоде

^^p<0,0001 при сравнении ТШХ до и после курса реабилитации в раннем восстановительном периоде

“p< 0,0001 при сравнении ИСА до и после курса реабилитации в раннем восстановительном периоде

#p<0,05 при сравнении СНПК до и после курса реабилитации в позднем восстановительном периоде

^p<0,05 при сравнении ТШХ до и после курса реабилитации в позднем восстановительном периоде

“p<0,05 при сравнении ИСА до и после курса реабилитации в позднем восстановительном периоде

СВПК – сила верхней паретичной конечности (в баллах), СНПК – сила нижней паретичной конечности (в баллах), ТШХ – тест шестиминутной ходьбы (в метрах), ИСА — индекс социальной адаптации (в баллах).

Данные расчета параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния организма больных, в раннем восстановительном периоде.

Ранний восстановительный период	До реабилитации	
	Количество измерений N = 52	
	Размерность фазового пространства = 4	
	IntervalX0= 68,00	AsymmetryX0= 0,28
	IntervalX1= 15,00	AsymmetryX1= 0,21
	IntervalX2= 845,00	AsymmetryX2= 0,29
	IntervalX3= 51,00	AsymmetryX3= 0,02
	General asymmetry value rX = 242,93	
	General V value Vx = $4,43 \cdot 10^7$	
	После реабилитации	
	Количество измерений N = 52	
	Размерность фазового пространства = 4	
	IntervalX0= 54,00	AsymmetryX0= 0,28
	IntervalX1= 22,00	AsymmetryX1= 0,26
	IntervalX2= 620,00	AsymmetryX2= 0,30
	IntervalX3= 39,00	AsymmetryX3= 0,08
	General asymmetry value rX = 187,40	
	General V value Vx = $2,87 \cdot 10^7$	

Примечание: x0 – СИМ, x1 – ПАР, x2 – ИНБ, x3 – ЧСС

У больных в раннем восстановительном периоде общий показатель асимметрии (rX – расстояние между геометрическим центром квазиаттрактора и статистическим центром) до реабилитации в покое равен 242,93 после курса реабилитации 187,40 (табл. 43).

Объем m-мерного параллелепипеда, ограничивающего квазиаттрактор, составляет $4,43 \cdot 10^7$ до и $2,87 \cdot 10^7$ после, т.е. объем уменьшается в два раза после курса реабилитации, что количественно представляет процесс интенсивности реабилитации (по параметрам Vx). На изменение объемов квазиаттракторов повлияло изменение интервалов изучаемых признаков.

**Результаты расчета значимости компонентов ВСОЧ в раннем
восстановительном периоде**

Объем первого квазиаттрактора	Объем второго квазиаттрактора	Различие между объемами квазиаттракторов	Относительная погрешность
$V_{x0} = 4.39 \cdot 10^7$	$V_{y0} = 2.87 \cdot 10^7$	$\text{dif} = 1.52 \cdot 10^7$	$R0 = 34.65 \%$
$V_{x1} = 6.46 \cdot 10^5$	$V_{y1} = 5.31 \cdot 10^5$	$\text{dif1} = 1.14 \cdot 10^5$	$R1 = 17.71 \%$
$V_{x2} = 2.93 \cdot 10^6$	$V_{y2} = 1.3 \cdot 10^6$	$\text{dif2} = 1.62 \cdot 10^6$	$R2 = 55.44 \%$
$V_{x3} = 5.2 \cdot 10^4$	$V_{y3} = 4.63 \cdot 10^4$	$\text{dif3} = 5.68 \cdot 10^3$	$R3 = 10.93 \%$
$V_{x4} = 8.61 \cdot 10^5$	$V_{y4} = 7.36 \cdot 10^5$	$\text{dif4} = 1.25 \cdot 10^5$	$R4 = 14.54 \%$

Примечание: V_{x0} – объем первого квазиаттрактора; V_{y0} – объем второго квазиаттрактора; dif – разница между первым и вторым объемами квазиаттракторов; $R0$ – относительная погрешность.

При анализе объемов *квазиаттракторов* (табл. 45) следует обратить внимание на параметр $R0 = 34,65 \%$ (относительная погрешность), который показывает степень изменения объема *квазиаттракторов* для каждого кластера до и после уменьшения размерности ФПС. При анализе уменьшения относительных размеров объемов (V_x), можно сделать заключение о существенной (если параметры существенно меняются) или несущественной (параметры почти неизменны) значимости конкретного, то есть каждого X_i компонента ВСО больных в раннем восстановительном периоде (вектор $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$). Анализируя этот параметр до и после реабилитации, можно отметить, что при исключении признаков наиболее значимым является признак ИНБ, именно при его исключении объемы существенно уменьшаются ($R3 = 10,93 \%$)

Результаты анализа исключения отдельных признаков параметров ВСОЧ, в раннем восстановительном периоде до и после реабилитации и сравнение результатов изменения объемов *квазиаттракторов* показали наибольшую значимость V_{x3} ($5.2 \cdot 10^4$) и V_{y3} ($4.63 \cdot 10^4$). У больных в позднем восстановительном

периоде (табл. 46), общий показатель асимметрии (rX – расстояние между геометрическим центром *квазиаттрактора* и статистическим центром) до реабилитации равен 75,28, после реабилитации расстояние незначительно уменьшается 54,37.

Объем m -мерного параллелепипеда составляет $1,37 \cdot 10^7$ до реабилитации и $3,9 \cdot 10^6$ после, то есть можно отметить, что после реабилитации значительно уменьшается объем *квазиаттрактора*.

Таблица 46

Данные расчета параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния организма больных в позднем восстановительном периоде

Поздний восстановительный период	До реабилитации	
	Количество измерений $N = 52$	
	Размерность фазового пространства = 4	
	IntervalX0= 67,00	AsymmetryX0= 0,35
	IntervalX1= 25,00	AsymmetryX1= 0,10
	IntervalX2= 284,00	AsymmetryX2= 0,25
	IntervalX3= 29,00	AsymmetryX3= 0,01
	General asymmetry value $rX = 75,28$	
	General V value $vX = 1,37 \cdot 10^7$	
	После реабилитации	
	Количество измерений $N = 52$	
	Размерность фазового пространства = 4	
	IntervalX0= 30,00	AsymmetryX0= 0,29
	IntervalX1= 23,00	AsymmetryX1= 0,03
	IntervalX2= 202,00	AsymmetryX2= 0,26
	IntervalX3= 28,00	AsymmetryX3= 0,17
	General asymmetry value $rX = 54,37$	
	General V value $vX = 3,9 \cdot 10^6$	

Примечание: X0 – СИМ, X1 – ПАР, X2 – ИНБ, X3 – ЧСС

При анализе объемов *квазиаттракторов* в позднем восстановительном (табл. 47) периоде установлено, что при исключении отдельных признаков изменение их объема относительно $R0$

= 63,63 % менее значимы в сравнении с ранним восстановительным периодом.

Можно отметить, что при реабилитации, в позднем восстановительном периоде (до $V_{x3} = 4.85 \cdot 10^4$ после $V_{y3} = 1.93 \cdot 10^4$), в целом при исключении признаков более значимым является признак X_3 (показатель индекса Баевского), так как при его исключении существенно изменяется расстояние между центрами квазиаттракторов.

Таблица 47

Результаты расчета значимости компонентов ВСО больных в позднем восстановительном периоде

Объем первого квазиаттрактора	Объем второго квазиаттрактора	Различие между объемами квазиаттракторов	Относительная погрешность
$V_{x0} = 1,37 \cdot 10^7$	$V_{y0} = 3,9 \cdot 10^6$	$dif = 9,89 \cdot 10^6$	$R_0 = 63,63 \%$
$V_{x1} = 2,05 \cdot 10^5$	$V_{y1} = 1,3 \cdot 10^5$	$dif1 = 7,58 \cdot 10^4$	$R_1 = 54,21 \%$
$V_{x2} = 5,51 \cdot 10^5$	$V_{y2} = 1,69 \cdot 10^5$	$dif2 = 3,82 \cdot 10^5$	$R_2 = 75,2 \%$
$V_{x3} = 4,85 \cdot 10^4$	$V_{y3} = 1,93 \cdot 10^4$	$dif3 = 2,92 \cdot 10^4$	$R_3 = 50,44 \%$
$V_{x4} = 4,75 \cdot 10^5$	$V_{y4} = 1,39 \cdot 10^5$	$dif4 = 3,36 \cdot 10^5$	$R_4 = 52,45 \%$

Примечание: V_{x0} – объем первого квазиаттрактора; V_{y0} – объем второго квазиаттрактора; dif – разница между первым и вторым объемами квазиаттракторов; R_0 – относительная погрешность.

Определены расстояния Z между центрами двух квазиаттракторов движения ВСО больных. Так в раннем восстановительном периоде Z составляет: $Z_{0p} = 49,80$. Методом исключения отдельных признаков был выполнен системный синтез с помощью ЭВМ, который учитывает влияние X_i признака (в нашем случае это параметры ВНС) на величину Z (расстояние между центрами квазиаттракторов). Было установлено, что более значительным является признак X_3 (ИНБ) (табл. 47), так как

при его исключении существенно изменяется расстояние и составляет $Z3_p = 8,69$.

Таблица 48

Расстояние (Z) между центрами двух квазиаттракторов движения вектора состояния организма больных до и после реабилитации при исключении отдельных диагностических признаков

Ранний период	Поздний период
$Z0_p = 49,80$	$Z0_n = 23,50$
$Z1_p = 49,72$	$Z1_n = 23,37$
$Z2_p = 49,79$	$Z2_n = 23,49$
$Z3_p = 8,69$	$Z3_n = 4,67$
$Z4_p = 49,13$	$Z4_n = 23,18$

Расстояние между центрами двух квазиаттракторов движения ВСОЧ, в позднем восстановительном периоде, до и после реабилитации $Z0_n = 23,50$. Было установлено, что как и в раннем восстановительном периоде, наиболее значимым является признак $Z3_n$ – ИНБ (табл. 47), так как он существенно уменьшается и составляет $Z3_n = 4,67$, после его исключения.

Таким образом, данные показателей ВСО больных до и после реабилитации в раннем периоде отличаются от данных ВСО больных в позднем восстановительном периоде весьма существенно (почти в 2 раза) по показателям асимметрии. Таким образом, показатели статистической обработки отражают количественные показатели изменения параметров, а обработка данных в рамках теории хаоса и синергетики – качественные и количественные. Причем методы ТХС дают более выраженные значения различий, чем традиционные статистические.

Показатель ВСОЧ после реабилитации так же зависит от периода реабилитации уровня ФСО (у нас ВНС и НМС), но в отличие от объемов квазиаттракторов оказалось, что в раннем восстановительном периоде разница между хаотическим и стохастическими центрами больше.

5.3. Заключение

Выполненный анализ эффективности методов идентификации параметров порядка (наиболее важных диагностических признаков) показал, что наиболее значимым является метод покластерного сравнения параметров *квазиаттракторов* ВСОЧ путем расчета значений объемов V_G : т.е. признаки x_i , которые вызывают наибольшее изменение V_G и относятся к *параметрам порядка*.

Используя новые разработанные системные методы и алгоритмы диагностики, была выполнена идентификация диагностических признаков больных с ОНМК, которая показала, что функциональное состояние организма больных, перенесших инсульт на севере РФ зависит от образа жизни, степени тяжести заболевания, вида нарушения мозгового кровообращения (геморрагический или ишемический инсульт), а также реакции организма на физическую нагрузку.

Изменения параметров *квазиаттракторов* ВСОЧ в 4-х мерном ФПС более значимы, чем их статистические данные, в частности: у больных в раннем восстановительном периоде исходный объем V_x почти в три раза выше ($4,43 \cdot 10^7$) чем в позднем ($1,37 \cdot 10^7$), но после реабилитации объем V_x уменьшается как в раннем ($2,87 \cdot 10^7$), так и в позднем ($3,9 \cdot 10^6$) периодах. Показатели R_x также существенно изменяются как до, так и после проведения реабилитационных мероприятий, в раннем периоде до $R_x=242,93$, в позднем $R_x=54,37$. После реабилитационных мероприятий, в раннем $R_x=187,40$, в позднем $R_x=54,37$, что качественно и количественно характеризует степень влияния реабилитации на ФСО больных в различные периоды.

Выраженные изменения происходят с расстояниями Z между центрами квазиаттракторов до и после реабилитации: в раннем периоде Z составил 49 у.е., а в позднем – 23 у.е., что является эффективным количественным показателем (маркером) степени восстановления и компенсации нарушенных функций и тренированности больных в различных периодах реабилитации в условиях Севера РФ.

Метод и программный продукт для идентификации параметров ВСОЧ с последствием ОНМК можно использовать как эффективный количественный показатель т.е. маркер степени восстановления и компенсации нарушенных функций, для научного прогноза их качества жизни и как следствие социальную адаптацию.

6. Системный анализ эффективности диагностики и оптимального управления программой диспансеризации и реабилитации больных «холодовой» бронхиальной астмой на северных территориях России

6.1. Введение

Регистрируется значительная распространенность *бронхиальной астмы* (БА) у населения, проживающего в условиях Севера (на 18 % выше, чем в РФ), увеличение показателей временной его нетрудоспособности, инвалидизации и смертности в связи с особенностями течения БА, которое характеризуется быстро формирующейся легочно-сердечной недостаточностью (Карпин В.А. и соавт., 2003; Ушаков В.Ф., 2006; Ландышева И.В., 2008). Имеется много примеров экологической, «холодовой травмы» бронхолегочной системы, сопровождающейся проявлением дезадаптации, холодового бронхиолита (Авцын А.П. с соавт., 1985; Чучалин А.Г., 2007; Ушаков В.Ф., 2006).

Холодовая бронхиальная астма (ХБА) формируется у лиц, приезжающих на Север, в течение 2-6-и лет, и характеризуется появлением удушья со «свистящими хрипами», более выраженным снижением показателей *функции внешнего дыхания*, обычно в 3-5 раз (ФОВ1, МОС75 и др.), при выходе на открытый воздух при температуре от -20°C до -45°C и ниже, в отличии от других форм БА (Ушаков В.Ф., 2008).

Не разработаны фармакологические меры защиты, предотвращающие «холодовые» приступы удушья. Эта проблема является значимой не только для ХМАО-Югры, где холодный период года длится 7-9 месяцев, но и для других территорий высоких широт. Следует отметить, что 70 % территории РФ относится к территориям Крайнего Севера и приравненных к нему местно-

стей, на которых проживает 2/3 населения РФ, сосредоточено 75 % промышленных предприятий. Известные способы диагностики холодовой гиперреактивности дыхательных путей у больных БА (Щеглова М.Ю. с соавт., 2006), неточно отражают холодовую реактивность дыхательных путей, так как в них используют ингаляции охлажденного кислорода с повышенным содержанием CO₂. Не изучены особенности развития, течения, патогенез ХБА в условиях высоких широт. В связи с этим, особенно актуальной становится использование новых методов диагностики, лечения, диспансеризации, реабилитации больных ХБА, в рамках системного анализа, динамики поведения аттракторов, таких как ВСОЧ. Это связано с новым пониманием влияния экофакторов среды на динамику ФСО, качества жизни населения, проживающего в условиях высоких широт РФ, поскольку динамика экофакторов урбанизированного Севера часто носит ярко выраженный хаотический режим (Еськов В.М. и соавт., 1991-2008).

В клинических рекомендациях по ведению больных БА, стандартах по диагностике, лечению БА, нет рекомендаций по диагностике, профилактике холодовой формы БА, по иммунореабилитации данной категории больных на Севере.

6.2. Основные результаты исследований и их обсуждение

В условиях консультативно-диагностической поликлиники СОКБ, города Сургута, был проведен анализ результатов комплексных клинических, функциональных, рентгенологических, биохимических, бронхологических и иммунологических исследований, выполненных у 169 больных бронхиальной астмой среднетяжелого (n=129) и тяжелого (n=40) течения, из них женщин – 148, мужчин – 51, в возрасте от 25 до 68 лет, с длительностью заболевания БА, от 5 до 12 лет. Всех пациентов, в зависимости от поставленных задач, разделили на 3 группы: «А», «Б», «В», каждую из которых, в свою очередь, поделили ещё на несколько подгрупп. Из 169 больных БА, группу больных ХБА составили 116 человек.

Под наблюдением также находились практически здоровые лица в возрасте от 18 до 67 лет (1-я подгруппа, n=14, у которых проведена «холодовая проба» при температуре (-20°C)–(-25°C); 15

человек практически здоровых лиц, у которых проведена «холодовая проба» при температуре (-20°C)–(-45°C) по Арнольди.

Обследование проводилось в два этапа. На первом этапе был разработан способ диагностики ХБА. Под наблюдением были лица группы «А» практически здоровые лица (n=14, 1-я подгруппа); больные (n=15, 2-я подгруппа); больные ХБА в фазе ремиссии, из них 11 пациентов *среднетяжелого течения* (БАСТ) и 4 больных *тяжелого течения* (БАТТ), (12 женщин и 3-е мужчин), в среднем возрасте $46,3 \pm 2,6$ лет; больные ХБА (3-я подгруппа, n=20) в фазе обострения (16 женщин и 4 мужчин), в среднем возрасте $43,5 \pm 2,4$ лет (15 больных БАСТ и 5 пациентов БАТТ); больные экзогенно-аллергической формой БА (4-я подгруппа, n=20) в фазе обострения (16 женщин и 4 мужчин) в среднем возрасте $44,2 \pm 2,6$ лет (14 больных БАСТ и 6 больных БАТТ). У здоровых и больных 2-ой, 4-ой подгрупп в кабинете была проведена регистрация ПОС, ФОВ1, МОС25, МОС75 на аппарате «Masterlab», затем пациенту предлагалось совершить прогулку на открытом воздухе при температуре (-20°C) – (-25°C) в течение 30 минут, после чего регистрация спирографических показателей проводилась повторно. У больных 5-ой подгруппы – фаза обострения (n=12) экзогенной БА, куда входили 8 женщин и 4 мужчины, в среднем возрасте $41,6 \pm 2,6$ лет (9 больных БАСТ и 3 больных БАТТ) и у больных ХБА 6-ой подгруппы – фаза обострения (9 женщин и 3 мужчины), в среднем возрасте $42,4 \pm 2,5$ лет (8 больных БАСТ и 4 больных БАТТ), изучали клеточный состав *жидкости бронхоальвеолярного лаважа* (ЖБАЛ). На этом этапе у 20 больных ХБА (из всех больных ХБА) (14 женщин и 6 мужчин) 16 больных с БАСТ и 4 пациента с БАТТ была проведена диагностическая фибробронхоскопия, после 30-35 минут пребывания на открытом воздухе при температуре (-20°C)–(-35°C).

На этом же этапе разработан и внедрен в практику ЛПУ «Способ предотвращения холодового бронхоспазма с отеком слизистой бронхов и приступов удушья у больных ХБА» (группы «Б»). Под наблюдением находились 25 больных ХБА в фазе обострения, в возрасте от 32 до 65 лет (20 женщин и 5 мужчин, у 19-и из которых была БАСТ и у 6 БАТТ). У всех обследуемых до и после 30-минутной прогулки на открытом воздухе (при

температуре от -20°C до -45°C) проводилось исследование спирографических показателей на аппаратах «Masterlab». Для предотвращения *холодового бронхообструктивного синдрома* (ХБОС) у больных ХБА за 30 минут до выхода на открытый воздух (при t от -20°C до -35°C) использовались беродуал (2 вдоха) + симбикорт (2 вдоха); при температуре от -36°C до -45°C беродуал (3 вдоха) + симбикорт 4,5/160 мкг (3 вдоха).

При выполнении второго этапа работы проводились исследования клинических, функциональных, гемодинамических и иммунологических показателей до, и после 12-ти и 24 месяцев диспансерного наблюдения. Больным группы «В» ХБА (22 женщин и 18 мужчин), основной (n=40) группе (средний возраст 46,4±2,6) (36 больных БАСТ и 4 пациентов БАТТ) было обеспечено контрольное, динамическое (ежемесячное) обследование и коррекция ступенчатой терапии (8-10 раз в году в 1-й год диспансеризации; затем 4-6 раз в году) с использованием симбикорта (4,5/160 мкг) 2-5 вдохов, 2 раза в день; беродуала (2-3 вдоха, 2-3 раза в день), в сочетании с антиоксидантами (аскорбиновая кислота 1,0 г. в день + токоферол 0,2–1 раз в день, в течение 1 месяца; 4 раза в году), с применением дополнительных препаратов (теопек) и технологий (физический тренинг диафрагмы на фоне методики БОС № 10), небулайзерной терапии с раствором беродуала (20-40 капель 2 раза по требованию), курсов массажа, микротауны, ЛФК, обучения в астма-школе.

Больные контрольной группы (n=25) 15 женщин и 10 мужчин (17 лиц с БАСТ и 8 с БАТТ) получали обычное ступенчатое лечение, стандартную методику диспансеризации.

Качество жизни пациентов оценивали по опроснику SF-36 (Ware J.E. et al. США, 1992). Иммунологические исследования: фенотипирование лимфоцитов CD4+ %, CD8+ %, CD22+ % осуществляли с использованием моноклональных антител («Сорбент», Москва). Определение общего иммуноглобулина E (IgE) проводили по общепринятой методике (Кострубина В.А., 2009).

Разделение больных в зависимости от формы, степени тяжести заболевания проводили согласно Международной статической классификации болезней (МКБ) 10-го пересмотра. Наряду

с общеклиническим обследованием использовали следующие методы:

- рентгенологические;
- функциональные: дыхательные объемы и показатели механики дыхания изучали на аппарате «Masterlab» фирмы «Erich Jaeger»). Проводили исследование в динамике показателей вентилиционной функции легких: *жизненной емкости легких* (ЖЕЛ), *объема форсированного выдоха за первую секунду* (ОФВ₁), *максимальной объемной скорости выдоха на уровне 25 % ФЖЕЛ* (МОС₂₅), *максимальной объемной скорости выдоха на уровне 50 % ФЖЕЛ* (МОС₅₀), *максимальной объемной скорости выдоха на уровне 75 % ФЖЕЛ* (МОС₇₅). Эндоскопические методы исследования и лечения осуществляли с помощью фибробронхоскопов: BF-IT40, BF-IT60 фирмы «Olympas» и FB-140T, FB-140S фирмы «Fugunon» (Япония). Диагностический БАЛ проводили по методу С.А. Ткачевой и В.Ф. Ушакова (1998). Цитологическое исследование жидкости БАЛ включало подсчет количества клеток в 1мл и определение процентного содержания нейтрофилов, лимфоцитов, эозинофилов, макрофагов.

Статистические расчеты проводились с применением пакета Microsoft Statistica for Windows 2000, «Biostat». Анализ корреляционных взаимосвязей переменных проводили методом ранговой корреляции Спирмена (r_s). Использованы новые подходы ТХС, которые основаны на анализе параметров *аттракторов* ВСОЧ, меняющихся под действием экофакторов. Обработка данных по поведению аттракторов ВСОЧ в m -мерном ФПС для больных ХБА производилась с использованием программы «Идентификация параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве» (Еськов В.М., 2006). Также рассчитывались координаты в 4-х и 3-х мерном пространстве ВСОЧ до и после 2-х летней диспансеризации и реабилитации больных ХБА по следующим параметрам показателей: ОФВ₁ (X_1), МОС₇₅ (X_2) ФА (физической активности – X_3). Все данные показатели рассчитывались на ЭВМ. Определялись все интервалы изменения X по 4-м и 3-м координатам; показатели асимметрии gX по каждой координате и по всем в общем, а также рассчитывался общий объем (Vx) параллелепипеда (General V value), ограничивающего аттрактор.

Внешнее управляющее воздействие (ВУВ) на процессы диспансеризации и реабилитации больных с ХБА представляло собой организационный комплекс: занятия в «пульмо-школе», частый (8-10 раз в году) контроль за состоянием больных с коррекцией лечения (по методике гибкого дозирования), организация проведения курсов реабилитации больных.

Исследования показали, что распространенность ХБА на Севере составляет 14 % среди других форм БА. Чаще всего ХБА развивалась у приезжих лиц из южных, средних зон страны через 2-6 лет. Предшествовали ХБА холодовые крапивница (18 %), дерматит (36,8 %), ринит (39,2 %), наследственная предрасположенность (у 42,5 %). У всех (94,4 %) больных ХБА приступы удушья с ощущением «свистящих хрипов» развивались при выходе на открытый воздух в холодный период года при температуре воздуха -20°C и ниже.

Исследования показали, что число обращений больных ХБА по поводу обострений были высокими в октябре (25,3 %), ноябре (36,2 %), декабре (56,8 %), январе (64,8 %), феврале (62,5 %), марте (54,2 %) и значительно низкими в апреле (3,2 %), мае (3,1 %), июне (1,8 %), июле (1,2 %), августе (1,0 %), сентябре (3,8 %), т.е. резко снижалась частота обострений БА в периоды года, когда не отмечались дни с температурой воздуха -20°C и ниже.

Частота сенсibilизации к различным аллергенам у больных ХБА по данным кожного тестирования составляла только 5-6 %.

При проведении диагностической БФС после пребывания на открытом воздухе (при температуре воздуха $(-20^{\circ}\text{C})-(-35^{\circ}\text{C})$ по Арнольди) у всех ($n=20$) больных ХБА отмечался холодовой отек слизистой бронхов, I степени (у 16 больных – 80 %) и II степени (у 20 % лиц). У 7 больных (контрольной группы) с ХБА, средней степени тяжести, в холодный период года после пребывания (в течение 2 часов) в кабинете картина слизистой бронхиального дерева соответствовала норме.

В процессе исследования ЖБАЛ у больных (6 группы) ХБА, в бронхах отмечался эозинофильно-нейтрофильный тип воспаления (табл. 49), тогда как у больных (5-й группы) экзогенно-аллергической БА, наблюдался эозинофильный (только аллергический) тип воспаления.

Таблица 49

Изменение клеточного состава жидкости бронхоальвеолярного лаважа у больных БАСТ экзогенно-аллергической БА (5 группа) и ХБА (6 группа)

Группы	Клеточный состав ЖБАЛ в % (M±m)			
	Эозинофилы	Нейтрофилы	Лимфоциты	АМ
5 группа n=12	9,6±1,2	3,8±0,8	6,3±1,6	63,8±3,5***
6 группа N=12	10,2±2,4	14,2±2,3***	5,2±0,9	62,4±3,4***
Здоровые n=10	0,0	2,4±1,6	4,5±2,1	89,2±2,8

Примечание: ***p<0,001

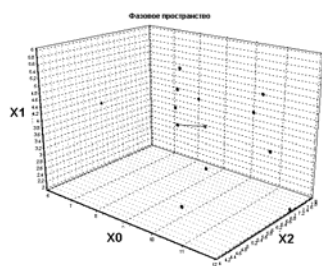
У лиц 5 группы отмечалось значительное повышение в ЖБАЛ эозинофилов (до 9,6±1,2 %) и достоверное снижение альвеолярных макрофагов (до 63,8±3,5 %) при нормальном содержании нейтрофилов и лимфоцитов, у больных ХБА отмечалось выраженное (p<0,001) повышение эозинофилов (до 10,2±2,4 %), нейтрофилов (до 14,2±2,3 %) и снижение макрофагов (до 62,4±3,4 %).

Таблица 50

Результаты идентификации параметров квазиаттракторов клеточного состава жидкости бронхоальвеолярного лаважа у больных 5 и 6 группы (X0 – эозинофилы, X1 – нейтрофилы, X2 – лимфоциты)

5 группа Количество измерений N = 12 Размерность фазового пространства=3 IntervalX0= 6 AsymmetryX0= 0.1111 IntervalX1= 4 AsymmetryX1= 0 IntervalX2= 4 AsymmetryX2= 0.0833 General asymmetry value rX = 0.7454 General V value vX = 96	6 группа Количество измерений N = 12 Размерность фазового пространства=3 IntervalX0= 12 AsymmetryX0= 0.0208 IntervalX1= 14 AsymmetryX1= 0.0595 IntervalX2= 7 AsymmetryX2= 0.0476 General asymmetry value rX = 0.9317 General V value vX = 1 176
---	---

5 группа



6 группа

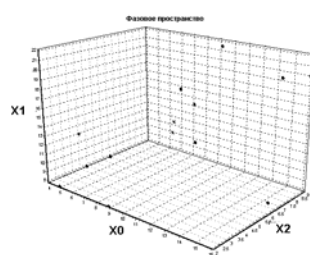


Рис. 13. Трёхмерные квазиаттракторы показателей эозинофилов (X_0), нейтрофилов (X_1) и лимфоцитов (X_2) жидкости бронхоальвеолярного лаважа больных экзогенно-аллергической бронхиальной астмой (5 группа) и «холодовой» БА (6 группа)

На основании данных, отраженных на рис. 13 можно видеть, что расстояние между статистическим и геометрическим центрами у лиц 6 группы значительно больше, чем у больных 5 группы.

В табл. 50, представлены сравнительные характеристики аттрактора клеточного состава ЖБАЛ у больных ХБА и у больных экзогенно-аллергической БА в результате обработки их в 3-х мерном пространстве.

Показано, что чем меньше расстояние между центрами, тем выше степень упорядоченности в изучаемой системе, при этом у лиц 6 группы общий объем аттрактора (составлял: 1176,0), превышал в 12 раз таковой у пациентов 5-й группы (96,0), а общий показатель асимметрии (R_x) превышал таковой у лиц 5 группы в 1,2 раза, что свидетельствовало о повышении хаотического аттрактора, о более выраженной неустойчивости функциональной системы у лиц 6 группы, о более тяжелом течении ХБА.

При исключении отдельных признаков, было установлено, что более значительным был показатель эозинофилов. В то же время преобладание нейтрофилов в ЖБАЛ у лиц 6 группы подтверждало более тяжелое течение БА у лиц 6 группы.

В разработанном способе диагностики ХБА проводится изучение спирографических показателей МОС25, МОС75 до и

после 30 минут пребывания пациента на открытом воздухе, при $t=-20^{\circ}\text{C}$, -25°C и при выявлении снижения МОС₂₅, МОС₇₅ у больных экзогенной БА соответственно в 1,8 и 2,4 раза, а при ХБА в 3,9 и 5 раз по сравнению со здоровыми диагностируется ХБА, при этом, используя дискриминантное уравнение $d=0,82 \times \text{МОС}_{75}$, при диаметре меньше граничного значения 13,2 диагностируют обострение ХБА.

Следует отметить, что даже в период ремиссии у больных ХБА после холодовой пробы отмечалось значительное ($p<0,01$) снижение всех скоростных показателей (ОФВ₁, ПОС, МОС₂₅, МОС₇₅) соответственно с $82,5 \pm 2,6$ % Д; $85,2 \pm 2,4$ % Д; $79,4 \pm 3,2$ % Д; $77,4 \pm 2,8$ % Д; до $67,4 \pm 3,2$; $62,1 \pm 3,4$; $52,8 \pm 3,5$; $43,2 \pm 3,5$ в % Д, при $p<0,01$).

В дальнейшем для диагностики холодовой гиперреактивности выбран показатель МОС₇₅, который изменялся у больных ХБА, экзогенной БА по сравнению с таковыми у здоровых и больных ХБА в фазе ремиссии, после холодовой пробы в большей мере, чем остальные (ФОВ₁, МОС₂₅, ПОС) (табл. 51, 52).

Таблица 51

Изменение спирографических показателей у здоровых и больных бронхиальной астмой до и после холодовой пробы (при $t (-20^{\circ}\text{C}) - (-25^{\circ}\text{C})$)

	ФОВ ₁ % Д	ПОС % Д	МОС ₂₅ % Д	МОС ₇₅ % Д
здоровые № 14	$105,0 \pm 3,2$	$97,8 \pm 3,3$	$98,3 \pm 3,6$	$95,2 \pm 3,2$
	$104,4 \pm 3,4$	$92,6 \pm 3,5$	$95,9 \pm 4,1$	$90,4 \pm 3,3$
Брон. астма холодовая, ремиссия n=15	$82,5 \pm 2,6$	$85,2 \pm 2,4$	$79,4 \pm 3,2$	$77,4 \pm 2,8$
	$67,4 \pm 3,2^{\text{xx}}$	$62,1 \pm 3,4^{\text{xx}}$	$52,8 \pm 3,5^{\text{xx}}$	$43,2 \pm 3,5^{\text{xx}}$
Бронх. астма Холодовая, Обострение n=20	$71,2 \pm 3,6$	$68,3 \pm 3,1$	$59,2 \pm 3,4$	$49,6 \pm 2,9$
	$40,8 \pm 2,6^{\text{xxx}}$	$38,2 \pm 2,7^{\text{xxx}}$	$24,4 \pm 3,6^{\text{xxx}}$	$17,2 \pm 2,4^{\text{xxx}}$
Бронх. астма экзогенная, обострение n=20	$73,2 \pm 3,2$	$71,2 \pm 3,2$	$64,3 \pm 3,3$	$48,2 \pm 2,6$
	$65,4 \pm 2,6^{\text{x}}$	$63,4 \pm 2,7^{\text{x}}$	$51,6 \pm 3,2^{\text{x}}$	$37,6 \pm 2,8^{\text{x}}$

Примечание: в числителе – показатели до холодовой пробы, в знаменателе – после холодовой пробы. x – $p < 0,05$; xx – $p < 0,01$; xxx – $p < 0,001$.

Таблица 52

**Изменения спирографических показателей у здоровых и больных
бронхиальной астмой после холодовой пробы**

Показатели	Группы обследуемых					
	Здоровые n=14	Бронх. астма холодовая. ремиссия n=15	Бронх. астма холодовая. обострение n=20	Бронх. астма экзогенная. обострение n=20	Р между здоро- выми и группа- ми больных	Увеличе- ние
	Гр. № 1	Гр. № 2	Гр. № 3	Гр. № 4		
ФОВ ₁	104,4 ±3,4	67,4 ±3,2	40,8 ±2,6	65,4 ±2,6	P(1-3) <0,001 P(1-4) <0,001 P(2-3) <0,001	в 2,5 раза в 1,6 раз в 1,6 раз
ПОС	92,6 ±3,5	62,1 ±3,4	38,2 ±2,7	63,4 ±2,7	P(1-3) <0,001 P(1-4) <0,001 P(2-3) <0,001	в 2,4 раза в 1,5 раза в 1,9 раз
МОС ₂₅	95,9 ±4,1	52,8 ±3,5	24,4 ±3,6	51,6 ±3,2	P(1-3) <0,001 P(1-4) <0,001 P(2-3) <0,001	в 3,9 раз в 1,8 раз в 2,2 раза
МОС ₇₅	90,4 ±3,3	43,2 ±3,5	17,2 ±2,4	37,6 ±2,8	P(1-3) <0,001 P(1-4) <0,001 P(2-3) <0,001	в 5,0 раз в 2,4 раза в 3,0 раза

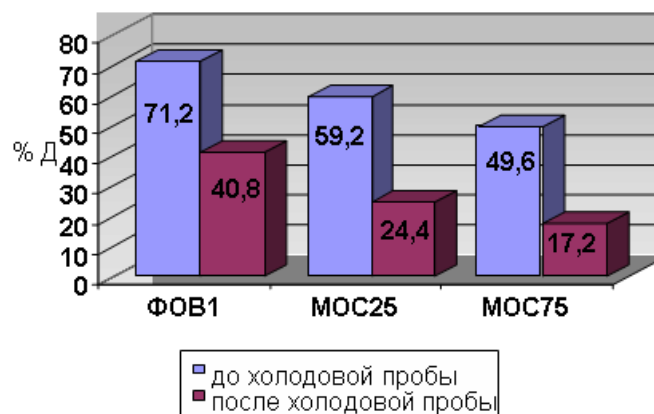


Рис. 14. Изменение спирографических показателей у больных холодовой БА при обострении до и после холодовой пробы (при t (-20⁰ C) – (-25⁰ C)).

У больных с холодовой формой БА (у которых холод являлся основным патогенетическим фактором) скоростные показатели (ФОВ₁ на 30,4 %, МОС₂₅ на 34,8 %, МОС₇₅ на 32,4 %) после пробы достоверно ($p < 0,001$) снизились по сравнению со здоровыми, соответственно: в 50; 14; 7 раз.

У больных экзогенной БА (у которых холод был только триггером бронхоспазма) скоростные показатели (ФОВ₁ на 7,8 %, МОС₂₅ на 12,7 %, МОС₇₅ на 10,6 %) снизились всего в 13; 5; 2 раза по сравнению со здоровыми (табл. 52; рис. 14, 15).

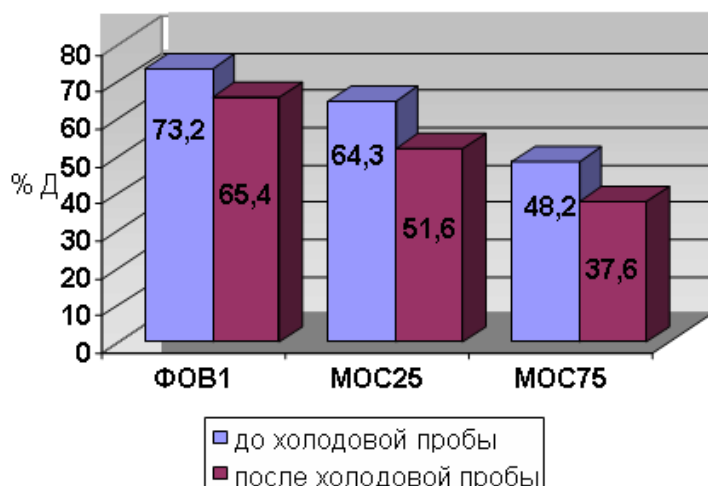


Рис. 15. Изменение спирографических показателей у больных (n=15) экзогенной БА при обострении до и после холодовой пробы (при $t (-20^{\circ}\text{C}) - (-25^{\circ}\text{C})$).

У здоровых (n=14) при проведении холодовой пробы отмечалась тенденция к незначительному ($p > 0,05$) снижению МОС₇₅ (на 4,8 %), вследствие умеренного бронхоспазма на уровне мелких бронхов и существенно ($p > 0,05$) не изменились ФОВ₁ (на 0,6 %) и МОС₂₅ (на 2,4 %), характеризующих проходимость на уровне крупных бронхов.

Следует отметить, что у новоселов (n=15) высоких широт при пребывании на открытом воздухе, при температуре (-35°C)–(-45°C) по Арнольди установлено снижение ФОВ₁, МОС₇₅, (p<0,05) более чем на 15 %, что свидетельствовало о развитии у них холодового бронхоспазма и холодового отека слизистой бронхов.

Из табл. 5 видно, что после 30-ти минутной холодовой пробы при температуре (-35°C)–(-45°C) по Арнольди у здоровых лиц достоверно (p<0,01) снизились показатели ФОВ₁%Д (с 92,3±3,4 до 73,8±3,4) и МОС₇₅%Д (с 84,1±3,3 до 68,8±3,5), а после предварительной ингаляции (за 30 минут до выхода на открытый воздух) симбикорта эти показатели (составили соответственно: 94,8±3,6 % Д и 89,3±4,2 % Д) существенно не изменились (p>0,05) по сравнению с исходными.

Таблица 53

Изменения спирографических показателей у здоровых людей до и после холодовой пробы ((-35°C) – (-45°C) по Арнольди), и после предварительной ингаляции (1 вдох) симбикорта (4,5/160)

Показатели ФОВ ₁ , МОС ₇₅ (%Д) у здоровых лиц		
Показатели	До и после холодовой пробы	После холодовой пробы и предварительной ингаляции симбикорта
1. ФОВ ₁ %Д	$\frac{92,3 \pm 3,4}{73,8 \pm 3,2^{xx}}$	94,8 ± 3,6 ^{xxx}
2. МОС ₇₅ %Д	$\frac{84,1 \pm 3,3}{68,8 \pm 3,5^{xx}}$	89,3 ± 4,2 ^{xx}

Примечание: в числителе показатели спирографии до холодовой пробы; в знаменателе – после холодовой пробы; xx – p < 0,01; xxx – p < 0,001

При этом предотвратить холодовой БОС у здоровых может одна ингаляция симбикорта (действует 6 часов). В условиях Югры эти данные важны для профессий, представители которых работают зимой на открытом воздухе – это геологи, буровики, строители.

При анализе общего объема (vX) и общего показателя асимметрии (Rx) 3-х мерных (x0–ФОВ₁, x1–МОС₂₅, x2–МОС₇₅) ат-

тракторов ВСОЧ установлено увеличение vX , Rx (соответственно от 9792,0 и 1.5366 до 52624 и 3.3678) после холодовой пробы ($t=(-35^{\circ}\text{C})-(-45^{\circ}\text{C})$), что свидетельствовало о появлении нестабильности функциональной системы, дезадаптивных изменений дыхательной системы у лиц пребывающих на холоде, а последующее достоверное снижение vX (до 5500) после ингаляции симбикорта приводило к упорядочению хаотического аттрактора и приближению анализируемых параметров к детерминированной динамике функциональной системы и организма в целом.

Наряду с этим показатель $\Phi\text{ОВ1}$ и МОС75 у больных ХБА (составляли соответственно: $45,2\pm2,7$ и $23,4\pm3,1$ % Д) после ингаляции вентолином (2 вдоха по 200 мкг) существенно не изменились ($p>0,05$) по сравнению с таковыми после холодовой пробы (составляли: $42,6\pm2,5$ и $19,2\pm2,3$ % Д) и оставались значительно ниже ($p<0,001$) исходных показателей ($72,1\pm3,4$ и $50,3\pm3,4$ % Д). При этом показатели $\Phi\text{ОВ1}$ и МОС75 у этих же больных после предварительной ингаляции беродуала (2 вдоха) и холодовой пробы (составляли $52,8\pm2,6$ и $32,2\pm2,9$ % Д), значительно ($p<0,05$) превышали таковые после холодовой пробы, но не достигли уровня исходных показателей. То есть, воздействие β -антагонистов на β -рецепторы было не достаточным для купирования *холодового бронхоспазма* (ХБ), так как, по-видимому, в механизме развития ХБА задействованы холинергические рецепторы, чувствительные к беродуалу, что и обуславливало частичное купирование холодового бронхоспазма у больных ХБА. Указанные недостатки были устранены посредством предварительных ингаляций 2-х вдохов (при $t=(-20^{\circ}\text{C})-(-35^{\circ}\text{C})$) и 3-х вдохов (при $t=(-36^{\circ}\text{C})-(-45^{\circ}\text{C})$) 2-х бронхолитиков с двойным действием (купирующим бронхоспазм и отек слизистой бронхов) беродуала и симбикорта (4,5/160 мкг). При этом используя дискриминантное уравнение $d=0,82=\text{МОС75}$, при d больше граничного значения 15,4 диагностируют ремиссию ХБА (отсутствие приступа удушья), при которой отмечается значительное повышение скоростных показателей ($p<0,05$) по сравнению с исходными данными (табл. 54).

Изменения спирографических показателей у здоровых и больных «холодовой» бронхиальной астмой до и после холодовой пробы при температуре атмосферного воздуха (-20°C) – (-45°C); после применения беродуала и симбикорта и повторной 30 минутной прогулки на открытом воздухе при температуре (-20°C) – (-45°C)

Показатели	Здоровые n = 14 (З)	Холодовая бронхиальная астма, обостре- ние n=25 (Б)	p – между здо- ровыми и больными	Изменения по сравне- нию с исходными дан- ными
ФОВ ₁	1.	1. 74,6±3,1	1. p<0,001	Между 2Б и 1Б* снижение на 11,4 %
	2.	2. 63,2±2,8*	2. p<0,001	Между 3Б–2Б*** повышение на 35 %
		3. 88,2±3,5*	3. p<0,05	Между 3Б–1Б** повышение на 13,6 %
МОС ₇₅	1.	1. 46,4±2,2	1. p<0,001	Между 1Б–2Б** снижение на 13,8 %
	2.	2. 32,6±2,4*	2. p<0,001	Между 3Б и 2Б*** повышение на 30,4 %
		3. 63,0±3,2***	3. p (13–3Б) <0,05	Между 3Б и 1Б*** повышение на 16,6 %

Примечание: 1. Исходные показатели ФОВ₁, МОС₇₅ – до прогулки на открытом воздухе при температуре (-20°C) – (-45°C).

2. Показатели ФОВ₁, МОС₇₅ после 30 минутной прогулки на открытом воздухе при температуре (-20°C) – (-45°C).

3. Показатели ФОВ₁, МОС₇₅ после повторной прогулки (при температуре (-20°C) – (-45°C)) и предварительной ингаляции (2-3 вдоха) беродуала + симбикорта.

Звездочками отмечены показатели, достоверно отличающиеся от исходных данных.

x – p < 0,05; xx – p < 0,01; xxx – p < 0,001; З – здоровые; Б – больные.

В этом методе по профилактике холодового бронхоспазма и отёка слизистой бронхов используются оптимальные бронхолитики (беродуал и симбикорт) с двойным компонентом (в беродуал входят беротек и атровент, а в симбикорт – будесонид и форадил) и с двойным действием (снимают бронхоспазм и отек слизистой бронхов), в частности, симбикорт содержит будесо-

нид, обладающий противовоспалительным действием, уменьшающим холодовой отек слизистой бронхов. Разработанный способ предотвращает холодовой бронхоспазм, приступы удушья, позволяет получить ремиссию у пациентов холодовой астмой. Данный способ не требует изучения сложных иммунологических, биохимических исследований, прост в исполнении.

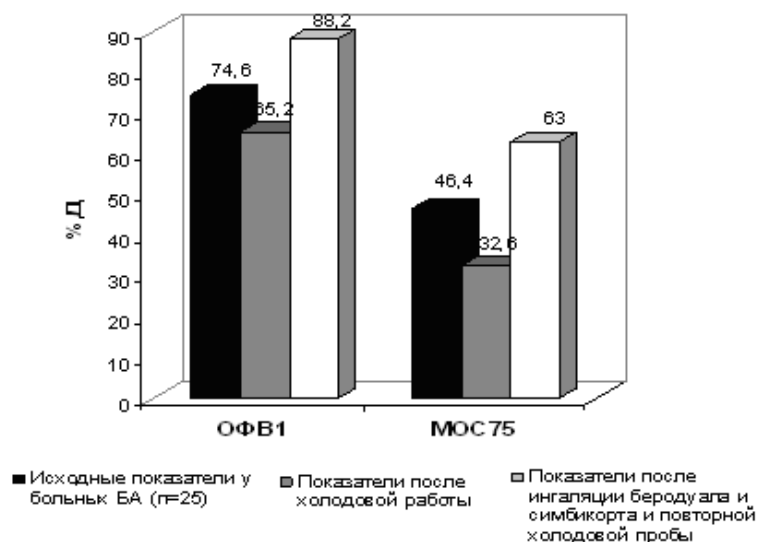


Рис. 16. Изменение спирографических показателей у больных холодовой формой бронхиальной астмы до и после холодовой пробы, после применения противоастматических препаратов и повторной холодовой пробы (при температуре от -20°C до -45°C)

На 2-ом этапе работы, при анализе результатов исследования в течение 2-х лет, больных 1-й (основной) и контрольной (2-й) подгрупп группы В, было установлено, что в исходном состоянии у всех больных отмечались обострения БА. У больных всех подгрупп отмечался кашель с мокротой, одышка (среднетяжелой и тяжелой степени), которые имели место, соответственно в 1-ой и 2-ой подгруппах: у 73,0 % и у 72,6 % больных; обострения ХБА

(среднетяжелые и тяжелые) соответственно у 75,0 % и 79,2 % больных; число вызовов бригады скорой помощи наблюдалось в течение года (до начала диспансеризации) соответственно: 39,2 %, 42,3 %; а доля пациентов получающих лечение в стационаре составила, соответственно: 57,0 % и 59,4 %.

При анализе результатов диспансеризации и реабилитации больных ХБА выявлено: что регрессия симптомов (кашель с мокротой) наступала быстрее и у большего числа больных 1-й подгруппы через 1 год (соответственно это число составляло 90 %) и оставалось низким через 2 года наблюдения (85 %) по сравнению с пациентами контрольной группы, у которых количество больных (с кашлем, с мокротой) не изменилось через 1 год (86,6 %), а так же и через 2 года (82,2 %) наблюдения. Доля пациентов (96 %) с одышкой за годичный период ведения значительно снизилась ($p<0,05$) у больных 1-й подгруппы (до 12 %) и существенно не изменилось у больных (76,5 %) контрольной подгруппы. При этом доля пациентов с одышкой стабильно удерживалась на низком уровне в течение 2-го года наблюдения у лиц 1-й подгруппы (10,2 %) и оставалась высокой у больных контрольной подгруппы (85,4 %). Частота обострений ХБА в течение 1-го и 2-го года наблюдения была меньше ($p<0,05$) в 8,5 раз (8,3 %) по сравнению с исходной и оставалась на высоком уровне (соответственно: 82,5 % и 78,6 %) у пациентов 2-й подгруппы. Наряду с этим, частота вызовов бригады скорой помощи в течение 1-го и 2-го года наблюдения значительно уменьшилась ($p<0,05$), соответственно: до 5,2 % и 4,5 % и существенно не изменилась ($p>0,05$) у больных (составляла: 35,8 % и 38,2 %) контрольной подгруппы. В процессе диспансерного наблюдения пациенты 1-й подгруппы лечились только амбулаторно, тогда как больные контрольной группы в процессе диспансеризации 1-го и 2-го года (частота госпитализации составила соответственно: 56,6 % и 58,2 %) продолжали периодически лечиться в стационаре по поводу обострений ХБА.

Вместе с тем, спирографические показатели у всех больных ХБА в исходном состоянии были значительно ниже таковых у здоровых, а нарушения вентиляционной функции легких носили обструктивный характер.

На фоне усовершенствованной оптимальной программы ведения больных в течение 1-го года наблюдения показатели (в

%Д) ЖЕЛ, ФОВ1, МОС25, МОС50, МОС75 у больных 1-й подгруппы (составляли: $93,5 \pm 3,4$, $86,6 \pm 2,5$, $83,5 \pm 2,6$, $84,4 \pm 3,2$, $84,2 \pm 2,7$) нормализовались ($p < 0,01$; $p < 0,001$) и стабильно удерживались на этом уровне в течение 2-го года диспансерного наблюдения (составляли: $92,4 \pm 2,4$; $89,7 \pm 3,1$; $84,5 \pm 3,2$; $87,2 \pm 2,9$; $86,3 \pm 3,2$), тогда как у больных контрольной группы в процессе 2-х летнего наблюдения показатели ФВД имели тенденцию ($p > 0,05$) к снижению.

При изучении *качества жизни* (КЖ) у больных основной подгруппы установлено, что болезнь воздействует на большинство аспектов их жизни. Исходный уровень КЖ у больных ХБА в 1-й и 2-й подгруппах до взятия на учет был значительно ($p < 0,05$; $p < 0,001$) ниже уровня здоровых людей. Так у лиц 1-й и 2-й подгруппы (по сравнению со здоровыми людьми) достоверно ($p < 0,05$) были снижены показатели, характеризующие физическое состояние (ФА, РФ, Б, ОЗ) и психический статус (ЖС, СА, РЭ, ПЗ, СС).

Изучались критерии SF-36: ФА – *физическая активность*; РФ – *роль физических проблем* в ограничении жизнедеятельности; Б – *боль*; ОЗ – *общее восприятие здоровья*; ЖС – *жизнеспособность*; СА – *социальная активность*; РЭ – *роль эмоциональных проблем* в ограничении жизнедеятельности; ПЗ – *психическое здоровье*; СС – *сравнение самочувствия с предыдущим годом*.

При повторном интервьюировании через 2 года у больных 1-й подгруппы произошли более выраженные положительные изменения по всем шкалам опросника, у пациентов основной группы наблюдалось улучшение физической активности (с $32,1 \pm 2,9$ до $69,2 \pm 3,2$), жизнеспособности (с $24,9 \pm 3,6$ до $68,4 \pm 3,4$), общего здоровья. При этом, показатели КЖ у больных контрольной подгруппы, после 2-х лет обследования существенно не изменились ($p > 0,05$).

В наших исследованиях мы брали 4 координаты ВСОЧ (до и после 2-х летней диспансеризации и реабилитации больных ХБА) по следующим показателям ФА(Х₀), ЖС(Х₁), ФОВ1(Х₂), Ig E(Х₃). Все данные показатели рассчитывали на ЭВМ. Результаты исследования показали, что у больных 1-й подгруппы (табл. 55) через 2 года диспансеризации и реабилитации общий объем уменьшился в 17,3 раз (с 1764000 до 101640), что количе-

ственно характеризует положительный лечебный эффект управляющих воздействий.

При анализе общего объема трехмерных (X1, X2, X3) аттракторов ВСОЧ установлено снижение vX (с 73500 до 4840) (рис. 17).

Таблица 55

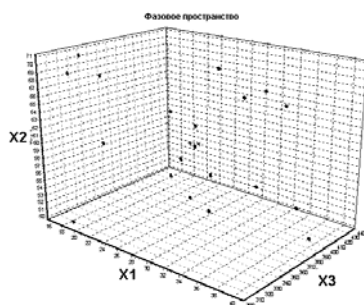
**Результаты идентификации параметров квазиаттракторов
спирографических показателей и качества жизни и IgE у больных
основной подгруппы до и после диспансеризации здесь:**

X0 – ФА, X1- ЖС, X2 – ФОВ1, X3-IgE

1 основная группа

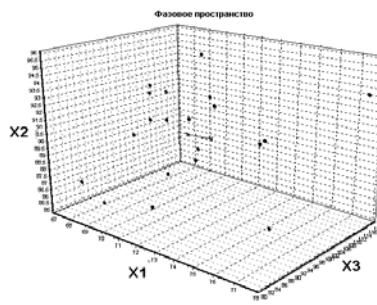
До диспансеризации	После диспансеризации
Количество измерений N = 20	Количество измерений N = 20
Размерность фазового пространства=4	Размерность фазового пространства=4
IntervalX0= 24 AsymmetryX0= 0.0375	IntervalX0= 21 AsymmetryX0= 0.0905
IntervalX1= 25 AsymmetryX1= 0.0380	IntervalX1= 11 AsymmetryX1= 0.1227
IntervalX2= 21 AsymmetryX2= 0.0095	IntervalX2= 11 AsymmetryX2= 0.0182
IntervalX3= 140 AsymmetryX3= 0.0089	IntervalX3= 40 AsymmetryX3= 0.0050
General asymmetry value $rX = 1.8207$	General asymmetry value $rX = 2.3479$
General V value $vX = 1\ 764\ 000$	General V value $vX = 101\ 640$

До диспансеризации



V=73500

После диспансеризации



V=4840

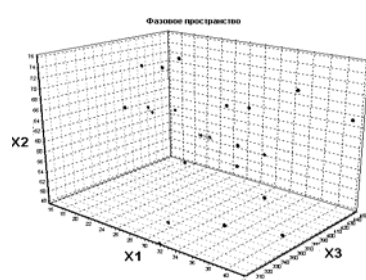
Рис. 17. Трёхмерные квазиаттракторы показатели ЖС (X1), ФОВ₁ (X2), IgE (X3) у больных основной группы до и после диспансеризации

**Результаты идентификации параметров квазиаттракторов
спирографических показателей, качества жизни и IgE у больных
контрольной группы до и после диспансеризации
(X0 – ФА, X1- ЖС, X2 – ФОВ₁, X3-IgE)**

Контрольная группа

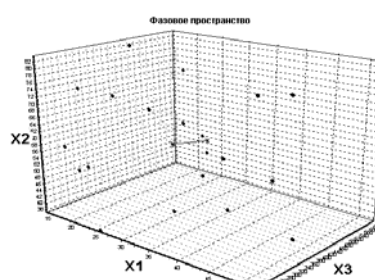
До диспансеризации	После диспансеризации
Количество измерений N = 20	Количество измерений N = 20
Размерность фазового пространства=4	Размерность фазового пространства=4
IntervalX0= 28 AsymmetryX0= 0.0446	IntervalX0= 41 AsymmetryX0= 0.0756
IntervalX1= 26 AsymmetryX1= 0.0212	IntervalX1= 37 AsymmetryX1= 0.0838
IntervalX2= 28 AsymmetryX2= 0.0232	IntervalX2= 45 AsymmetryX2= 0.0122
IntervalX3= 148 AsymmetryX3= 0.0443	IntervalX3= 416 AsymmetryX3= 0.1319
General asymmetry value rX = 6.7224	General asymmetry value rX = 55.0277
General V value vX = 3 016 832	General V value vX = 28 398 240

До диспансеризации



V= 107 744

После диспансеризации



V=692 640

*Рис. 18. Трёхмерные квазиаттракторы показателей ЖС (X1),
ФОВ₁ (X2), IgE (X3) у больных контрольной группы
до и после диспансеризации*

При этом у больных контрольной группы (табл. 56) общий объем параллелепипеда в процессе диспансеризации увеличился в 9,4 раза (с 30168330 до 28398240,0), а общий показатель асимметрии увеличился в 8,1 раза. Последнее свидетельствовало о повышении хаотического аттрактора, о нестабильности функ-

циональной системы (т.е. о нестабильности терапевтического эффекта диспансерного наблюдения у больных контрольной подгруппы). При анализе общего объёма трёхмерных (X1, X2, X3) квазиаттракторов ВСОЧ установлено повышение vX (от 107744 до 622640) (рис. 18).

Исследования позволили выявить наиболее значимые признаки и сравнить два кластера (в основной и контрольной группе) по финансовым затратам, связанных с лечением основной и контрольной группой больных (табл. 57).

Таблица 57

**Затраты связанные с лечением ХБА у участников
(1-ой основной группы и контрольной группы) исследования
за 6 месяцев 2006 и 2008 года**

		Сумма в рублях		Сумма в рублях
		2006	2006	
Средства обязательного медицинского страхования	Амбулаторное лечение	<u>90034</u> 72125	<u>90034</u> 72125	<u>-50978</u> +4110
	Стационарное лечение	<u>172216</u> 186062	<u>172216</u> 186062	<u>-74366</u> +10478
	Всего	<u>262250</u> 258187	<u>262250</u> 258187	<u>-125344</u> +14588
Средства фонда социального страхования	Выплаты по временной нетрудоспособности	<u>200498</u> 212346	<u>200498</u> 212346	<u>-110032</u> +41726

Примечание: в числителе затраты связанные с лечением 1 группы (основной) больных, в знаменателе затраты связанные с лечением контрольной группы больных.

Сформулирована концепция формирования ХБА на Севере, разработан наиболее точный способ диагностики ХБА и оптимальный метод фармакологической защиты больных ХБА от «холодовой травмы».

Осуществлена оптимизация программы управления процессами диспансеризации и реабилитации больных ХБА, применена интенсификация медицинских мероприятий в отношении

тактики ведения больных ХБА, что позволило значительно улучшить показатели качества жизни, снизить в 8,5 раз частоту обострений БА, улучшить показатели ФВД, добиться иммуно-реабилитации, хорошего и полного контроля над течением ХБА у 92 % больных (против 22 % – у больных контрольной группы); повысить экономический эффект диспансеризации больных ХБА.

Показатели статистической обработки морфофункциональных показателей у больных, страдающих ХБА, отражают количественные показатели изменения параметров, а обработка в рамках ТХС – качественные и количественные. Причем метод ТХС дает более выраженные значения различий, чем традиционные статистические.

В исходном состоянии выявлено, что у всех больных основной группы ($n=40$) и контрольной групп ($n=15$) отмечалось снижение ($p<0,05$; $p<0,01$) по сравнению со здоровыми ($n=20$) СД3+ % (соответственно до $45,2\pm1,6$ и $43,8\pm2,2$), СД4+ %, (до $22,1\pm1,7$ и $21,8\pm2,1$) повышение СД8+ %; уровня IgE (соответственно до $400,9\pm21,2$ и $368,6\pm31,4$ МЕ/мл), нарушение соотношения СД4+ %/СД8+ %, (составляло соответственно $0,62\pm0,09$ и $0,57\pm0,1$ при норме $1,9\pm0,08$, $p<0,05$). Исследования показали, что после первого года диспансерного наблюдения, реабилитационных мероприятий у больных основной группы количество СД3+ %, СД4+ % повысилось до уровня нормы (составляло соответственно $67,4\pm2,8$ % и $37,3\pm2,8$ %; $p<0,05$), снизилось до уровня нормы количество СД8+ % (до $21,6\pm1,9$), существенно снизился, но не до нормы IgE (с $400,9\pm21,2$ МЕ/мл до $249,3\pm12,4$ МЕ/мл). Наряду с этим, у больных контрольной группы через 1 год показатели клеточного и гуморального иммунитета не изменились ($p<0,05$). Таким образом, рациональное применение усовершенствованной технологии диспансеризации и реабилитации в условиях Севера, обеспечивает иммунореабилитацию больных ХБА.

В табл. 57, отражена структура затрат, связанная с лечением ХБА, у основной и контрольной групп лиц, работающих на предприятиях г. Сургута. Из табл. 56 видно, что несмотря на то, что стартовое лечение БА основной группы было более дорогостоящим (они получали высокоэффективные и довольно дорогие препараты: *спириву*, *симбикорт*), затраты (за 6 месяцев) на амбулаторное и стационарное лечение – снизились, а затраты

связанные с выплатой по больничным листам в 2008 году уменьшились на 110032 рублей, тогда как в контрольной группе увеличились на 41726 рублей.

Таким образом, новая технология ведения больных ХБА была значительно экономичней.

6.3. Заключение

Особенностью течения в рамках системного анализа «холодовой» бронхиальной астмы является: частые (6–8 раз в холодный период года) обострения, сопровождающиеся эндобронхитом, эозинофильно-нейтрофильным типом воспаления при исследовании жидкости бронхоальвеолярного лаважа, более выраженным снижением спирографических показателей, по сравнению с таковыми у больных экзогенно-аллергической бронхиальной астмой (с эозинофильным типом воспаления).

Способ диагностики «холодовой» БА объективно отражает холодовую гиперреактивность у пациентов при анализе аттракторов ВСОЧ, изменений спирографических показателей (ФОВ₁, МОС₂₅, МОС₇₅) до и после 30-ти минутного пребывания пациента на открытом воздухе (при температуре (-20°C)–(-25°C)).

Использование новых подходов в рамках системного анализа аттракторов поведения ВСОЧ показало, что оптимальным методом предотвращения холодового обструктивного синдрома у больных ХБА (при температуре атмосферного воздуха от -20°C до -45°C по Арнольди) на Севере является предварительное применение ингаляций беродуала и симбикорта (2-3 вдохов).

Усовершенствование, оптимизация программы управления процессами диспансеризации, реабилитации больных ХБА позволили значительно улучшить (или нормализовать) показатели качества жизни, снизить в 8,5 раз частоту обострений, госпитализаций, улучшить показатели функции внешнего дыхания, добиться хорошего и полного контроля над ХБА у 92 % больных (против 22 % у больных контрольной группы), что сопровождалось значительным положительным экономическим эффектом.

Особенность положительного лечебного эффекта усовершенствованной технологии управления процессами диспансери-

зации и реабилитации больных ХБА заключается в высокоэффективной иммунореабилитации.

Целесообразно внедрять в практику поликлиник системный кластерный анализ аттракторов поведения разных групп, в отношении которых разработаны наиболее эффективные способы диагностики ХБА и предотвращения у больных ХБА холодового БОС при температуре атмосферного воздуха от -20°C до -45°C.

Для оптимального предотвращения и купирования холодового бронхоспазма и отека слизистой бронхов у пациентов ХБА за 30 минут до выхода на открытый воздух при температуре от -20°C до -45°C целесообразно назначить ингаляции (2-3 вдоха) двух противоастматических препаратов *беродуала* и *симбикорта* с двойным составом и действием, повышающих показатели ФОВ1, МОС75 (на протяжении 4-6 часов), при этом у пациентов не отмечаются приступы удушья.

В условиях высоких широт для оптимизации управления лечением с целью повышения качества жизни и иммунореабилитации пациентов рекомендуется к внедрению усовершенствованные технологии диспансеризации, реабилитации больных ХБА, обеспечивающие контроль над течением ХБА у 92 % больных.

ГЛАВА III

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ В ФИЗИОЛОГИИ СПОРТА

1. Сравнительный анализ параметров организма учащихся, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта

1.1. Введение

С увеличением темпов роста научно-технического прогресса происходит снижение двигательной активности населения, что приводит к негативному изменению показателей ФСО человека и патологиям. При этом в большей степени опасности подвергается нуждающийся в двигательной активности и физической нагрузке развивающийся организм ребенка. Дети Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО)–Югры, в отличие от детей других регионов, имеют более низкую двигательную активность. Это связано с неблагоприятным климатом и относительным финансовым благополучием, которое пока не стимулирует к занятию спортом и не приводит к повышению двигательной активности. Большое количество транспорта негативно влияет на экологию города, а также снижает двигательную активность жителей. Родители, заботясь о безопасности своего ребенка, сопровождают детей повсюду на автотранспорте (в школу, дополнительные образовательные учреждения и др.). При этом суровый климат не позволяет детям долго находиться на улице, а компьютеризация современного мира и развитие телевидения негативно влияет на интерес школьников к активному образу жизни. Тем самым проблема низкой физической активности в условиях Югры приобретает глобальный характер.

Снижение двигательной активности и физической нагрузки на Севере приводит к ухудшению параметров КРС. Известны явления зависимости успеваемости детей в школе от состояния функциональных систем организма и, в частности, от состояния регуляторных систем ритма сердца (Аксенов В.В., 1998; Доцоев Л.Я., 2000; Козупица Г.С., 2000; Еськов В.М., 2004; Козупица Г.С., 2006).

Средняя частота спектра, которая получается путем анализа колебательной структуры ВСР, является достоверным индикатором доминирующей регуляции (симпатической или парасимпатической) ВНС. Показано, что при снижении успеваемости у школьников тонус вагуса увеличивается, растет влияние ПАР, что связано с неадекватными умственными нагрузками и недостатком двигательной активности, ведущим к усилению холинергической нейротрансмиттерной системы и усилению тонического состояния центрального регулятора – *фазатона мозга* (Скупченко В.В., 1991).

В условиях Югры на обычный учебный процесс накладывается прессинг экологических и социальных факторов севера, которые могут усугубить ПАР компонент состояния ВНС и всех регуляторных функций организма в целом. Совпадение неблагоприятных фактов среды с усилением уровня напряжения адаптации может привести к крайне нежелательным негативным последствиям организма школьников (Хризман Т.П., 1973; Bernard G., 2000; Еськов В.М., 2002; Козупица Г.С., 2003; Козлова В.В., 2008).

Сердечно-сосудистая система влияет на адаптивные процессы функционального состояния организма при воздействии негативных факторов. Эффективность адаптации организма к различным видам деятельности определяется исследованием показателей КРС в условиях воздействия динамических физических нагрузок (Посный В.С., 1986; Доцоев Л.Я., 2000; Козупица Г.С., 2002; Булатецкий С.В., 2003; Горбунов Н.П., 2004; Дидур М.Д., 2009). В этой связи разработка новых методов формирования здорового организма ребенка является актуальной задачей для современной физиологии, биофизики и экологии человека на севере. Рассогласование параметров ФСО может привести к возникновению серьезных патологий в будущем у молодого жителя Югры (Меерсон Ф.З., 1993; Еськов В.М., 2004; Козупица Г.С., 2006).

На решение проблемы оптимальных учебных нагрузок и повышения двигательной активности могут повлиять занятия динамическими видами спорта. Одним из популярнейших видов спорта, способных привлечь внимание детей, является *тхэквондо*, представляющий собой, по версии Всемирной федерации тхэк-

вондо, молодой, динамично развивающийся олимпийский вид спорта, являющийся одним из самых зрелищных, эффективных и безопасных видов полноконтактных единоборств, где деятельность атлета протекает в условиях постоянно меняющихся боевых ситуаций (Долин А.А., 1997; Гиль К., 2002; Карамов С.К., 2003; Ким С.Х., 2003). В этой связи представляет теоретический и практический интерес сравнение показателей ФСО занимающихся *тхэквондо*, где основная физическая нагрузка протекает в анаэробно-аэробном режиме, с показателями одного из самых распространенных видов спорта в г. Сургуте – *плаванием*, где основная физическая нагрузка происходит в аэробном режиме.

В системе физических упражнений *плавание* является одним из самых действенных средств укрепления здоровья человека. Регулярные занятия *плаванием*, особенно спортивным, оказывают на организм человека благотворное влияние. Положительное воздействие физических упражнений на сердечно-сосудистую систему обусловлено их тонизирующим влиянием, способствующим повышению уровня протекания всех физиологических процессов у людей любой возрастной группы (Хризман Т.П., 1973; Козупица Г.С., 2000).

Поведение ВСОЧ в ФПС у школьников, занимающихся *циклическим видом спорта (плаванием)* и *ациклическим видом спорта (тхэквондо)* в разных возрастных группах и разной физической подготовленности в условиях ХМАО-Югры, представляет особый научно-практический интерес, как для оценки механизмов адаптации, так и для понимания принципов функционирования сложных БДС (Климов О.В., 2006; Еськов В.М., 2006).

Изучение воздействия физических нагрузок на организм человека с помощью системного анализа и синтеза путем определения минимальной размерности ФПС и параметров *квазиаттракторов* движения ВСОЧ представляет собой недостаточно изученную проблему биомедицинской кибернетики (Еськов, В.М., 1994; Еськов, В.М., 2001; Еськов, В.М., 2002; Еськов, В.М., 2006).

1.2. Основные результаты исследований и их обсуждение

Были проведены комплексные исследования функционального состояния организма испытуемых. В эксперименте принимали участие школьники 9 и 11 лет, а так же спортсмены соответствующего возраста, занимающиеся *плаванием* и *тхэквондо* в специализированных спортивных учреждениях. Предварительно все испытуемые прошли необходимый инструктаж, а родители детей подписали информированное согласие на участие в исследовании.

В обследовании приняло участие 180 школьников, которые были разделены на 5 групп:

1 группа – 40 спортсменов, занимающихся *тхэквондо* в возрасте 9 лет со стажем занятий меньше 2-х лет;

2 группа – 40 спортсменов, занимающихся *тхэквондо* в возрасте 11 лет со стажем занятий более 2-х лет;

3 группа – 20 спортсменов, занимающихся *плаванием* в возрасте 11 лет со стажем занятий более 2-х лет;

4 группа – 40 школьников, не занимающихся спортом, в возрасте 9 лет;

5 группа – 40 школьников, не занимающихся спортом, в возрасте 11 лет.

Спортсмены, занимающиеся *тхэквондо*, в возрасте 9 лет обучаются в группах начальной подготовки и тренируются менее двух лет, а в возрасте 11 лет в учебно-тренировочной группе и тренируются более двух лет. Они являются воспитанниками «Специализированной детско-юношеской школы олимпийского резерва «Олимп», «Детско-юношеской школы № 3», «Спортивного клуба «Кэмпо» и «Ханты-мансийской окружной федерации тхэквондо». Спортсмены, занимающиеся *плаванием*, были в возрасте 11 лет и обучались в учебно-тренировочной группе «Специализированной детско-юношеской школы олимпийского резерва «Олимп», тренируясь более двух лет. Не занимающиеся спортом школьники в возрасте 9 и 11 лет являются учениками средней общеобразовательной школы № 4.

Исследования проводились на территории г. Сургута в учебно-тренировочных помещениях вышеуказанных организаций и в средней общеобразовательной школе № 4. Исследования

были построены на измерении показателей ВСОЧ в зависимости от возраста и уровня физической подготовленности. Уровень физической подготовленности школьников, не занимающихся спортом, не учитывался. В исследованиях принимали участие только мальчики, так как девочек, занимающихся *тхэквондо*, было очень малое количество и они исключались из обследования. В данной работе принимали участие дети, не болевшие последние две недели перед исследованием, прошедшие осмотр педиатра. Все измерения проводились в спокойной обстановке в специально отведенных помещениях.

Сравнивались показатели состояния кардио-респираторной системы занимающихся *тхэквондо* и *плаванием* до и после тренировочной нагрузки между собой и со школьниками при помощи авторских методик Сургутской школы медицинской кибернетики (проф. В.М. Еськов) как на базе стохастических, так и хаотических подходов (Балтиков А.Р., 2009).

Влияние занятий тхэквондо на показатели параметров состояния кардио-респираторной системы школьников разных возрастных групп

Главным фактором, усложняющим процесс развития ФСО и КРС, остается гипокинезия в условиях длительного пребывания в закрытых помещениях. Любая значительная физическая нагрузка вызывает у среднестатистического молодого человека Югры реакцию, которая существенно отличается от такой же у жителей средней полосы РФ. Указанная реакция КРС проявляется в отличиях показателей индекса активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, индекса активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и ИНБ на стандартные физические нагрузки как у спортсменов (по различным видам спорта), так и у нетренированных лиц.

Апробация разработанного прибора и программного обеспечения проведена на воспитанниках спортивного клуба «Кэмп», Ханты-Мансийской окружной федерации *тхэквондо*, специализированной детско-юношеской спортивной школы олимпийского резерва (СДЮСШОР) «Олимп», детско-юношеской спортивной школы №3 (ДЮСШ № 3), муниципального образо-

вательного учреждения средней общеобразовательной школы (МОУ СОШ) № 4 и № 46 г. Сургута. Для выявления различий показателей параметров состояния КРС было обследовано в общей сложности 180 юношей в возрасте 9 и 11 лет. В данном блоке выполнен сравнительный анализ показателей КРС школьников, не занимающихся спортом и школьников, занимающихся *тхэквондо*, в возрасте 9 и 11 лет. Все показатели снижались в состоянии покоя.

В табл. 59 представлены результаты обработки полученных параметров КРС и ВНС спортсмен, занимающихся *тхэквондо* и школьников, не занимающихся спортом, в покое. При сравнении показателей было установлено, что обобщенный показатель активности СИМ тхэквондистов в возрасте 9 лет равен $5,325 \pm 1,34$, а у школьников этого же возраста $3,175 \pm 0,715$. Одновременно показатели ПАР тхэквондистов соответствующего возраста составили $10,65 \pm 1,81$, а школьников без тренировок $13,975 \pm 1,62$.

Таблица 59

Показатели кардио-респираторной и вегетативной нервной системы школьников и спортсменов, занимающихся тхэквондо

Показатели ВНС ($\bar{x} \pm dx$)	Школьники 9 лет	Тхэквондисты стаж менее 2 лет возраст 9 лет	Школьники 11 лет	Тхэквондисты стаж более 2 лет возраст 11 лет
СИМ	$3,175 \pm 0,715$	$5,325 \pm 1,34\#$	$2,375 \pm 0,52$	$4,325 \pm 1,42\#$
ПАР	$13,975 \pm 1,62$	$10,65 \pm 1,81\#$	$15,625 \pm 1,465$	$13,7 \pm 1,99^*$
ИНБ	$50,175 \pm 11,28$	$79,5 \pm 22,87\#$	$37,35 \pm 11,34$	$76,5 \pm 28,61\#$
SpO_2	$97,7 \pm 0,40$	$97,65 \pm 0,25$	$97,725 \pm 0,397$	$97,45 \pm 0,26$
ЧСС	$94,925 \pm 3,66$	$95,6 \pm 3,39$	$86,8 \pm 4,51^*$	$89,525 \pm 4,2^*$

* – уровень значимости различий, $p < 0,05$ по сравнению с детьми 9-ти лет; # – уровень значимости различий, $p < 0,05$ по сравнению со школьниками по данным критерия Стьюдента.

Условные обозначения: СИМ – показатель активности симпатической вегетативной нервной системы, ПАР – показатель активности парасимпатической ВНС, ЧСС – частота сердечных сокращений, ИНБ – показатель индекса Баевского (в у.е.), SpO_2 – процент содержания оксигемоглобина в крови испытуемых.

Таким образом, можно сказать, что показатель СИМ у занимающихся *тхэквондо* больше, чем у обычных школьников, а показатель ПАР меньше. Показатель ИНБ у тхэквондистов равен $79,5 \pm 22,87$ и он тоже оказался выше, чем у обычных школьников 9 лет $50,175 \pm 11,28$. Разница показателей ЧСС и уровня насыщения крови кислородом (SpO_2) у занимающихся *тхэквондо* и школьников в возрасте 9 лет статистически не достоверны.

Изучены показатели одиннадцатилетних школьников, не занимающихся спортом, со школьниками, занимающихся *тхэквондо*. Показатель активности СИМ у школьников составляет $2,375 \pm 0,52$, а показатель занимающихся *тхэквондо* выше и равен $4,325 \pm 1,42$. Показатель ПАР у школьников имеет большее значение по отношению к показателю тхэквондистов и составляет $15,625 \pm 1,465$ против $13,7 \pm 1,99$ соответственно. У школьников показатель ИНБ равен $37,35 \pm 11,34$, а у занимающихся *тхэквондо* данный показатель в 2 раза больше и составляет $76,5 \pm 28,61$. Сравнив показатели частоты сердечных сокращений и SpO_2 у занимающихся *тхэквондо* и школьников в возрасте 11 лет, можно отметить, что статистически значимых различий не наблюдается.

Изучены возрастные особенности показателей параметров КРС и ВНС у школьников в возрасте 9 и 11 лет (табл. 59). У школьников 9 лет показатель СИМ выше, чем у школьников 11 лет, и составляет $3,175 \pm 0,715$ и $2,375 \pm 0,52$ соответственно, а показатель ПАР девятилетних школьников ниже, чем у одиннадцатилетних: $13,975 \pm 1,62$ и $15,625 \pm 1,465$ соответственно. Более высокие значения у школьников 9-ти лет наблюдаются в показателях ИНБ $50,175 \pm 11,28$ против $37,35 \pm 11,34$ у школьников 11-ти лет и в показателях ЧСС $94,925 \pm 3,66$ против $86,8 \pm 4,51$ соответственно. Разницы в показателях SpO_2 не наблюдается.

Таким же образом сравнительный анализ показателей параметров КРС и ВНС проведен у занимающихся *тхэквондо* в возрасте 9 и 11 лет. Согласно табл. 59 наблюдаются различия в значениях показателей СИМ, ПАР, ИНБ, ЧСС. Показатель активности СИМ у занимающихся тхэквондо в возрасте 9 лет выше, чем у занимающихся тхэквондо в возрасте 11 лет и составляет $5,325 \pm 1,34$ и $4,325 \pm 1,42$ соответственно. Показатель ПАР у тхэквондистов в возрасте 9 лет ниже, чем у тхэквондистов в возрасте 11 лет и составляет $10,65 \pm 1,81$ и $15,625 \pm 1,465$ соответствен-

но. В показателях ИНБ и SPO_2 существенных статистических различий не наблюдается. Показатели ЧСС у занимающихся тхэквондо в возрасте 9 лет выше, чем у занимающихся тхэквондо в возрасте 11 лет и составляет $95,6 \pm 3,39$ и $89,525 \pm 4,2$ – соответственно.

Проведено сравнение параметров различных кластеров, представляющих БДС, к которым могут относиться одни и те же биосистемы, находящиеся в разных физических состояниях (до и после предъявляемой нагрузки), или разные биосистемы.

В табл. 60 и 61 представлены результаты обработки полученных параметров *квазиаттракторов* ВСОЧ в 11-мерном пространстве признаков. В данном случае 11-мерное ФПС представлено следующими показателями ($X_0 \dots X_{10}$): X_0 – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом (SPO_2 , %), X_1 – активность симпатического отдела ВНС (СИМ, отн.ед.), X_2 – активность парасимпатического отдела ВНС (ПАР, отн.ед.), X_3 – индекс напряжения Баевского (ИНБ, отн.ед.), X_4 – частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), X_5 – спектральная мощность очень низкочастотной компоненты (VLF, $мс^2$), X_6 – мощность низкочастотной компоненты (LF, $мс^2$), X_7 – мощность высокочастотной компоненты (HF, $мс^2$), X_8 – нормированная мощность низкочастотной компоненты (LFnorm, $мс^2$), X_9 – нормированная мощность высокочастотной компоненты (HFnorm, $мс^2$), X_{10} – отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной (LF/HF, отн. ед.).

У детей, занимающихся *тхэквондо*, первой квалификационной группы со стажем занятий менее 2 лет в возрасте 9 лет общий показатель асимметрии (R_x – расстояние между геометрическим центром аттрактора и статистическим центром) равен 11339.3399, что превышает значение второй квалификационной группы со стажем занятий более 2 лет в возрасте 11 лет – 9592.0417 (рис. 19). А объем m-мерного параллелепипеда первой квалификационной группы почти в 8 раз ниже значения второй квалификационной группы и составляет $1.34 \cdot 10^{24}$ против $1,005 \cdot 10^{25}$ (табл. 60).

Из табл. 61 видно, что общий показатель асимметрии R_x в первой квалификационной группе школьников в возрасте 9 лет превышает показатель второй квалификационной группы

школьников 11 лет и имеет значение 7 307.3473 против 5 583.1072 соответственно.

Таблица 60

**Параметры квазиаттракторов вектора состояния организма
обследуемых 2-х возрастных групп, занимающихся тхэквондо,
в покое**

Тхэквондисты со стажем менее 2 лет, возраст 9 лет	Тхэквондисты со стажем более 2 лет, возраст 11 лет
IntervalX0= 4 AsymmetryX0= 0.1625	IntervalX0= 3 AsymmetryX0= 0.0167
IntervalX1= 18 AsymmetryX1= 0.2597	IntervalX1= 21 AsymmetryX1= 0.2940
IntervalX2= 21 AsymmetryX2= 0.0405	IntervalX2= 27 AsymmetryX2= 0.0296
IntervalX3= 362 AsymmetryX3= 0.3246	IntervalX3= 440 AsymmetryX3= 0.3420
IntervalX4= 45 AsymmetryX4= 0.0644	IntervalX4= 56 AsymmetryX4= 0.0272
IntervalX5= 9 093 AsymmetryX5= 0.2881	IntervalX5=21 717 AsymmetryX5=0.3559
IntervalX6=21 363 AsymmetryX6=0.3981	IntervalX6= 14 347 AsymmetryX6=0.2771
IntervalX7=18 728 AsymmetryX7=0.3752	IntervalX7=13 788 AsymmetryX7=0.2942
IntervalX8= 60 AsymmetryX8= 0.0346	IntervalX8= 72 AsymmetryX8= 0.0142
IntervalX9= 60 AsymmetryX9= 0.0346	IntervalX9= 72 AsymmetryX9= 0.0142
IntervalX10= 4.15 AsymmetryX10= 0.218	IntervalX10=10.77 AsymmetryX10=0.3513
General asymmetry value rX=11 339.3399	General asymmetry value rY = 9 592.0417
General V value vX=1.33870321E0024	General V value vY = 1.00528203E0025

Объем m -мерного параллелепипеда, ограничивающего *квазиаттрактор*, в первой квалификационной группе школьников ниже в 7 раз, по сравнению со второй квалификационной группой и имеет значение $2.65 \cdot 10^{23}$ против $1.76 \cdot 10^{24}$ соответственно.

Проанализировав данные табл. 60 и 61, можно сравнить результаты обработки измерений параметров *квазиаттракторов* ВСОЧ в 11-мерном пространстве признаков у школьников 9-ти летнего возраста, не занимающихся спортом и занимающихся *тхэквондо*. Установлено, что значение общего показателя асимметрии R_x занимающихся *тхэквондо*, равно 11 339.3399, что превышает значение для школьников, равное 7 307.3473. Также выше у занимающихся показатель объема m -мерного параллелепипеда, который превышает показатель школьников почти в 5 раз и значение $1.34 \cdot 10^{24}$ против $2.65 \cdot 10^{23}$. У школьников,

не занимающихся спортом, и у спортсменов, занимающихся *тхэквондо*, в 11-ти летнем возрасте параметры показателя асимметрии (R_x – расстояние между геометрическим центром *аттрактора* и статистическим центром), так же отличаются. Тхэквондисты имеют показатель асимметрии 9 592.0417, что превышает показатель асимметрии школьников, равный 5 583.1072, а показатель объема m-мерного параллелепипеда у них в 6 раз превышает показатель школьников и имеет вид $1,005 \cdot 10^{25}$ против $1.76 \cdot 10^{24}$ соответственно.

Таблица 61

Параметры квазиаттракторов вектора состояния организма обследуемых 2-х возрастных групп школьников, не занимающихся спортом

Данные 1-й квалификационной группы школьников, возраст 9 лет	Данные 2-й квалификационной группы школьников, возраст 11 лет
IntervalX0= 5 AsymmetryX0= 0.2400	IntervalX0= 7 AsymmetryX0= 0.3179
IntervalX1= 11 AsymmetryX1= 0.2114	IntervalX1= 7 AsymmetryX1= 0.3036
IntervalX2= 19 AsymmetryX2= 0.0803	IntervalX2= 17 AsymmetryX2= 0.0662
IntervalX3= 157 AsymmetryX3= 0.2377	IntervalX3= 207 AsymmetryX3= 0.3679
IntervalX4= 51 AsymmetryX4= 0.0897	IntervalX4= 79 AsymmetryX4= 0.1304
IntervalX5=9 280 AsymmetryX5=0.2062	IntervalX5= 19 636 AsymmetryX5= 0.2666
IntervalX6=19370 AsymmetryX6=0.3340	IntervalX6= 11 675 AsymmetryX6= 0.1159
IntervalX7=9 989 AsymmetryX7= 0.2811	IntervalX7= 8 802 AsymmetryX7= 0.1579
IntervalX8=54 AsymmetryX8= 0.0102	IntervalX8= 70 AsymmetryX8= 0.0482
IntervalX9=54 AsymmetryX9= 0.0102	IntervalX9= 70 AsymmetryX9= 0.0439
IntervalX10= 6 AsymmetryX10= 0.2729	IntervalX10=13.07 AsymmetryX10=0.3670
General asymmetry value rX = 7 307.3473	General asymmetry value rY = 5 583.1072
General V value vX = 2.64612397E0023	General V value vY = 1.76037577E0024

В целом, учитывая данные 3-й и 4-й таблицы, можем сказать, что наблюдается одинаковая динамика различий в показателях асимметрии R_x и объема m-мерного параллелепипеда между возрастными изменениями групп, занимающихся *тхэквондо* (рис. 19.а, 19.б) и групп школьников, не занимающихся спортом (рис. 20.а, 20.б).

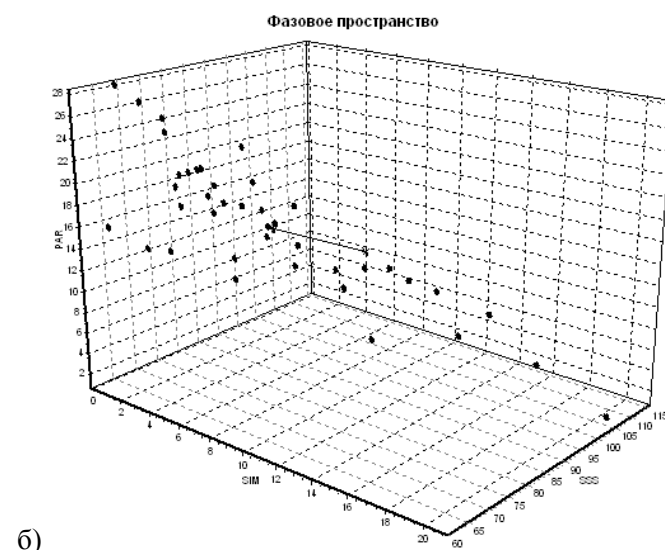
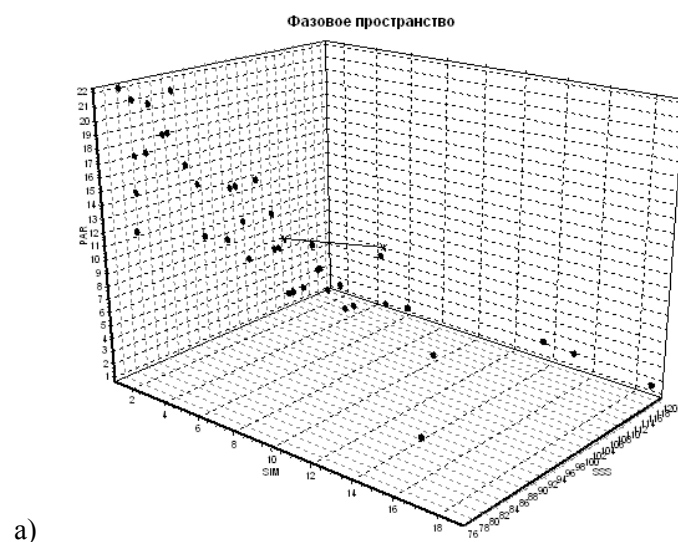


Рис. 19. Квазиаттракторы ВСОЧ в фазовом пространстве для спортсменов, занимающихся тхэквондо в возрасте:
а) 9 лет; б) 11 лет.

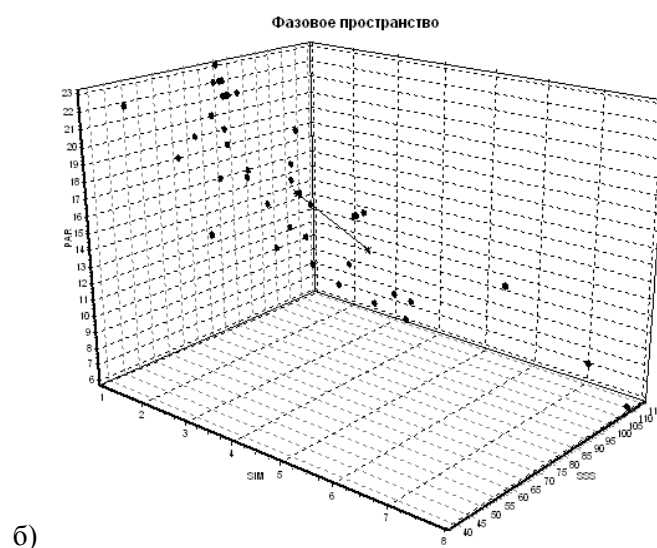
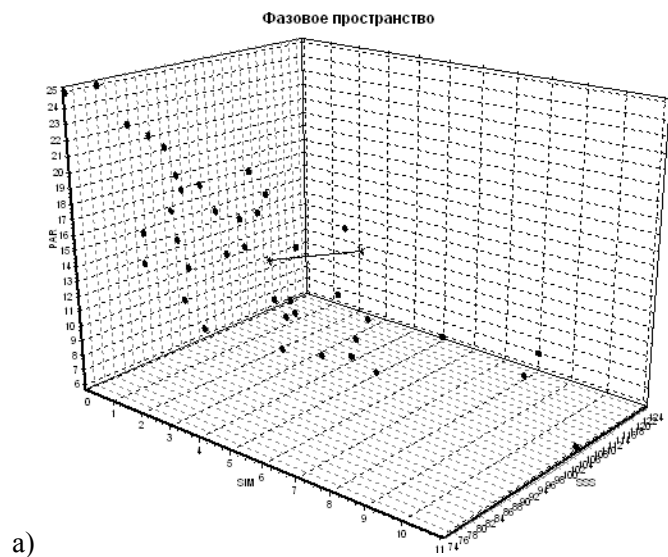


Рис. 20. Квазиаттракторы ВСОЧ в фазовом пространстве для школьников, не занимающихся спортом в возрасте:
а) 9 лет; б) 11 лет.

Анализ изменения показателей функционального состояния кардио-респираторной системы и вегетативных механизмов у занимающихся тхэквондо разных возрастных групп и при разных уровнях физической подготовленности до и после тренировочной нагрузки

В этом разделе исследований участвовали две группы учащихся, занимающихся *тхэквондо*, с разным возрастом, уровнем и стажем физической подготовленности. В первой группе было 40 школьников, занимающихся менее 2-х лет, в возрасте 9-ти лет. Во второй группе было 40 школьников, занимающихся более 2-х лет, в возрасте 11-ти лет. Показатели снимались в покое после *специальной физической нагрузки* (СФН) – 40 прыжков с попеременным подниманием бедра и после окончания *тренировочной нагрузки* (ТН), что образовало 3 кластера данных.

Упражнение – прыжки с попеременным подниманием бедра, в качестве СФН выбрано не случайно, так как именно это упражнение отражает специфику выполнения ударных действий в *тхэквондо* и является подводящим упражнением в изучении техники ударов ногой. Так как упражнение не является сложно-координационным, то оно подходит как для спортсменов со стажем занятий более 2-х лет, так и для спортсменов со стажем занятий менее 2-х лет.

В ходе выполнения специфических физических упражнений в *тхэквондо* исследовались показатели кардио-респираторной и вегетативной нервной системы у 2-х групп испытуемых. Было установлено, что обобщенный показатель активности СИМ девятилетних тхэквондистов со стажем занятий менее 2 лет до динамической нагрузки составлял $5,325 \pm 1,34$. После СФН этот показатель принял значение $7,125 \pm 1,71$, а после тренировочной нагрузки значение СИМ составило соответственно $14,225 \pm 3,13$. Одновременно показатели ПАР до тренировки у этой же группы испытуемых составили $10,65 \pm 1,81$, после специальной физической нагрузки $10,725 \pm 1,95$, а после тренировок ПАР имел значение $6,175 \pm 1,62$. ИНБ до, после СФН и после тренировочной нагрузки составлял $79,5 \pm 22,87$, $109,325 \pm 29,04$ и $249,825 \pm 67,01$ соответственно. ЧСС приняла значение $95,6 \pm 3,39$ до нагрузки, $103,725 \pm 4,32$ после СФН и $115,425 \pm 4,34$ после тре-

нировочной нагрузки. По показателю SpO_2 существенных различий не наблюдается (табл. 62).

Изучены показатели параметров КРС и ВНС в группе учащихся, занимающихся *тхэквондо*, со стажем занятий более 2-х лет и возрастом 11 лет. Показатель активности СИМ до нагрузки составлял $4,325 \pm 1,42$, после СФН $5,375 \pm 1,8$, а после тренировочной нагрузки показатель СИМ составил соответственно $11,325 \pm 3,075$. Показатель ПАР до тренировки у этой же группы испытуемых составил $13,7 \pm 1,99$, после СФН $13,725 \pm 2,29$, а после тренировочной нагрузки ПАР имел значение $7,55 \pm 1,68$. ИНБ до, после СФН и после тренировочной нагрузки составлял $76,5 \pm 28,61$, $199,95 \pm 45,38$ и $232,6 \pm 79,35$ соответственно. ЧСС до, после СФН и после тренировочной нагрузки составил $89,525 \pm 4,2$, $98,7 \pm 4,71$ и $110,475 \pm 4,36$. По показателю SpO_2 существенных различий не наблюдается.

Установлено, что при сравнении показателей КРС и ВНС до и после выполнения тренировочной нагрузки в обеих группах (табл. 62) наблюдалось достоверное снижение активности парасимпатического и увеличение активности симпатического отделов вегетативной нервной системы. Также достоверно увеличился показатель ИНБ.

При сравнении показателей параметров ВСОЧ в группе со стажем занятий менее 2 лет и группы со стажем занятий более 2 лет наблюдается разница показателей СИМ, ПАР и ЧСС, которая в покое составляет $5,325 \pm 1,34$ против $4,325 \pm 1,42$; $10,65 \pm 1,81$ против $13,7 \pm 1,99$ и $95,6 \pm 3,39$ против $89,525 \pm 4,2$ соответственно. После специальной физической нагрузки показатели имели значения соответственно: $7,125 \pm 1,71$ против $5,375 \pm 1,8$; $10,725 \pm 1,95$ против $13,725 \pm 2,29$ и $103,725 \pm 4,32$ против $98,7 \pm 4,71$. После тренировочной нагрузки показатели значительно изменились и имели вид $14,225 \pm 3,13$ против $11,325 \pm 3,075$; $6,175 \pm 1,62$ против $7,55 \pm 1,68$ и $115,425 \pm 4,34$ против $110,475 \pm 4,36$ соответственно.

Динамика изменения указанных параметров ВСОЧ после предъявления физической нагрузки в обеих группах практически одинакова по всем показателям. Это свидетельствует о схожем формировании адаптационных механизмов организма к предъявляемым физическим нагрузкам у школьников, занимающихся *тхэквондо*, в возрасте 9 и 11 лет.

Показатели кардио-респираторной и вегетативной нервной системы спортсменов со стажем занятий менее 2 лет и более 2 лет, занимающихся тхэквондо

Показатели ВНС ($\langle x \rangle \pm dx$)	Нагрузка	Возраст 9 лет Стаж менее 2 лет	Возраст 11 лет Стаж более 2 лет
СИМ	до	5,325±1,34	4,325±1,42
	После СФН	7,125±1,71	5,375±1,8
	После ТН	14,225±3,13#	11,325±3,075#
ПАР	до	10,65±1,81	13,7±1,99*
	После СФН	10,725±1,95	13,725±2,29
	После ТН	6,175±1,62#	7,55±1,68#
ИНБ	до	79,5±22,87	76,5±28,61
	После СФН	109,325±29,04	199,95±45,38
	После ТН	249,825±67,01#	232,6±79,35#
SPO ₂	до	97,65±0,25	97,45±0,26
	После СФН	97,9±0,2	97,65±0,49
	После ТН	97,575±0,18	97,425±0,25
ЧСС	до	95,6±3,39	89,525±4,2*
	После СФН	103,725±4,32#	98,7±4,71#
	После ТН	115,425±4,34#	110,475±4,36#

* – уровень значимости различий, $p < 0,05$ по сравнению с детьми 9-ти лет; # – уровень значимости различий, $p < 0,05$ по сравнению с состоянием до нагрузки по данным критерия Стьюдента.

Условные обозначения: СИМ – показатель активности симпатической вегетативной нервной системы, ПАР – показатель активности парасимпатической ВНС, ЧСС – частота сердечных сокращений, ИНБ – показатель индекса Баевского (в у. е.), SPO₂ – процент содержания оксигемоглобина в крови испытуемых, $\langle x \rangle$ – среднее арифметическое значение; dx – средняя погрешность.

Использованы новые подходы *теории хаоса и синергетики*, которые основаны на анализе параметров *квазиаттракторов* поведения ВСОЧ, базирующиеся на сравнении параметров различных кластеров, представляющих БДС.

В табл. 63 и 64 представлены результаты обработки полученных параметров *квазиаттракторов* ВСОЧ в 11-мерном пространстве признаков. В данном случае 11-мерное ФПС так

же представлено следующими показателями ($X_0 \dots X_{11}$): X_0 – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом (SPO2, %), X_1 – активность симпатического отдела ВНС (СИМ, отн.ед.), X_2 – активность парасимпатического отдела ВНС (ПАР, отн.ед.), X_3 – индекс напряжения Баевского (ИНБ, отн.ед.), X_4 – частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), X_5 – спектральная мощность очень низкочастотной компоненты (VLF, мс^2), X_6 – мощность низкочастотной компоненты (LF, мс^2), X_7 – мощность высокочастотной компоненты (HF, мс^2), X_8 – нормированная мощность низкочастотной компоненты (LFnorm, мс^2), X_9 – нормированная мощность высокочастотной компоненты (HFnorm, мс^2), X_{10} – отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной (LF/HF, отн. ед.).

У школьников, занимающихся *тхэквондо*, со стажем занятий менее 2-х лет в возрасте 9 лет (табл. 63) общий показатель асимметрии R_x (R_x – расстояние между геометрическим центром аттрактора и статистическим центром) до тренировки равен 11 339.3399, а после предъявления СФН и тренировочной нагрузки, показатели асимметрии становятся ниже более чем в два раза, имея вид 5 095.5807 и 5 307.5673 соответственно. Объем m -мерного параллелепипеда до нагрузки составляет $1.34 \cdot 10^{24}$, после предъявления СФН показатель объема уменьшается в 2 раза, имея значение $5.99 \cdot 10^{23}$, а после тренировочной нагрузки объем m -мерного параллелепипеда возвращается почти в исходное положение, имея значение $1,21 \cdot 10^{24}$ (рис. 21 а, 22 а, 23 а).

Параметры квазиаттракторов вектора состояния организма школьников, занимающихся тхэквондо менее 2-х лет, в возрасте 9 лет до, после специальной физической и после тренировочной нагрузки

Школьники, занимающиеся тхэквондо менее 2-х лет, в возрасте 9 лет	До тренировки IntervalX0= 4 AsymmetryX0= 0.1625 IntervalX1= 18 AsymmetryX1= 0.2597 IntervalX2= 21 AsymmetryX2= 0.0405 IntervalX3= 362 AsymmetryX3= 0.3246 IntervalX4= 45 AsymmetryX4= 0.0644 IntervalX5= 9 093 AsymmetryX5= 0.2881 IntervalX6= 21 363 AsymmetryX6= 0.3981 IntervalX7= 18 728 AsymmetryX7= 0.3752 IntervalX8= 60 AsymmetryX8= 0.0346 IntervalX9= 60 AsymmetryX9= 0.0346 IntervalX10= 4.15 AsymmetryX10= 0.2184 General asymmetry value rX = 11 339.3399 General V value vX = 1.33870321E0024
	После специальной физической нагрузки IntervalX0= 3 AsymmetryX0= 0.1333 IntervalX1= 19 AsymmetryX1= 0.1776 IntervalX2= 21 AsymmetryX2= 0.0845 IntervalX3= 385 AsymmetryX3= 0.2680 IntervalX4= 56 AsymmetryX4= 0.0228 IntervalX5= 13 95 AsymmetryX5= 0.2824 IntervalX6= 8 680 AsymmetryX6= 0.3241 IntervalX7= 6 512 AsymmetryX7= 0.2435 IntervalX8= 64 AsymmetryX8= 0.0188 IntervalX9= 64 AsymmetryX9= 0.0195 IntervalX10= 7.18 AsymmetryX10= 0.3026 General asymmetry value rX = 5 095.5807 General V value vX = 5.98589384E0023
	После тренировочной нагрузки IntervalX0= 3 AsymmetryX0= 0.0250 IntervalX1= 41 AsymmetryX1= 0.1774 IntervalX2= 19 AsymmetryX2= 0.1750 IntervalX3= 919 AsymmetryX3= 0.2488 IntervalX4= 50 AsymmetryX4= 0.0685 IntervalX5= 12 119 AsymmetryX5= 0.3583 IntervalX6= 7 203 AsymmetryX6= 0.3676 IntervalX7= 4 247 AsymmetryX7= 0.3536 IntervalX8= 67 AsymmetryX8= 0.1407 IntervalX9= 67 AsymmetryX9= 0.1407 IntervalX10= 6.75 AsymmetryX10= 0.1777 General asymmetry value rX = 5 307.5673 General V value vX = 1.20631317E0024

Параметры квазиаттракторов вектора состояния организма школьников, занимающихся тхэквондо более 2-х лет, в возрасте 11 лет до, после специальной физической и после тренировочной нагрузки

Школьники, занимающиеся тхэквондо более 2-х лет, в возрасте 11 лет	До тренировки IntervalX0= 3 AsymmetryX0= 0.0167 IntervalX1= 21 AsymmetryX1= 0.2940 IntervalX2= 27 AsymmetryX2= 0.0296 IntervalX3= 440 AsymmetryX3= 0.3420 IntervalX4= 56 AsymmetryX4= 0.0272 IntervalX5= 21 717 AsymmetryX5= 0.3559 IntervalX6= 14 347 AsymmetryX6= 0.2771 IntervalX7= 13 788 AsymmetryX7= 0.2942 IntervalX8= 72 AsymmetryX8= 0.0142 IntervalX9= 72 AsymmetryX9= 0.0142 IntervalX10= 10.77 AsymmetryX10= 0.3513 General asymmetry value rY = 9 592.0417 General V value vY = 1.00528203E0025
	После специальной физической нагрузки IntervalX0= 3 AsymmetryX0= 0.0500 IntervalX1= 27 AsymmetryX1= 0.3009 IntervalX2= 26 AsymmetryX2= 0.0490 IntervalX3= 628 AsymmetryX3= 0.3233 IntervalX4= 63 AsymmetryX4= 0.0921 IntervalX5= 36 526 AsymmetryX5= 0.3523 IntervalX6= 27 236 AsymmetryX6= 0.3748 IntervalX7= 16 276 AsymmetryX7= 0.3085 IntervalX8= 72 AsymmetryX8= 0.0976 IntervalX9= 72 AsymmetryX9= 0.0976 IntervalX10= 4.76 AsymmetryX10= 0.2003 General asymmetry value rX = 17 177.8800 General V value vX = 3.32907537E0025
	После тренировочной нагрузки IntervalX0= 4 AsymmetryX0= 0.1062 IntervalX1= 39 AsymmetryX1= 0.2353 IntervalX2= 22 AsymmetryX2= 0.1568 IntervalX3= 1 139 AsymmetryX3= 0.3063 IntervalX4= 56 AsymmetryX4= 0.0451 IntervalX5= 13 620 AsymmetryX5= 0.3628 IntervalX6= 7 416 AsymmetryX6= 0.3275 IntervalX7= 8 203 AsymmetryX7= 0.3761 IntervalX8= 56 AsymmetryX8= 0.0192 IntervalX9= 56 AsymmetryX9= 0.0192 IntervalX10= 12.58 AsymmetryX10= 0.3412 General asymmetry value rY = 6 321.2601 General V value vY = 7.15542223E0024

Изучены показатели КРС школьников, занимающихся *тхэквондо* со стажем занятий более 2-х лет, в возрасте 11 лет (табл. 64). Общий показатель асимметрии R_x до тренировки равен 9 592.0417, после предъявления СФН показатель асимметрии увеличивается и имеет значение 17 177.88, а после тренировочной нагрузки показатели асимметрии становятся ниже, принимая вид 6 321.2601. Объем m -мерного параллелепипеда до нагрузки составляет $1 \cdot 10^{25}$, после предъявления СФН показатель объема увеличивается в 3 раза, имея значение $3.33 \cdot 10^{25}$, а после тренировочной нагрузки объем m -мерного параллелепипеда снижается, имея значение $7,15 \cdot 10^{24}$ (рис. 21 б, 22 б, 23 б).

По данным 6-й и 7-й таблиц, легко сравнить результаты обработки данных по динамике изменения параметров *квази-аттракторов* ВСОЧ в 11-мерном ФНС у занимающихся *тхэквондо* девятилетнего возраста и одиннадцатилетнего возраста со стажем занятий менее 2-х лет и более 2-х лет соответственно. Установлено, что значение общего показателя асимметрии R_x занимающихся *тхэквондо* менее 2-х лет в возрасте 9 лет равно 11 339.3399, что превышает аналогичное значение, для занимающихся более 2-х лет, т.е. в возрасте 11 лет, которое равно 9 592.0417.

При сравнении показателей объема m -мерного параллелепипеда этих же групп, его значение для группы 9 лет было меньше ($1.34 \cdot 10^{24}$) в сравнение с группой 11 лет ($1 \cdot 10^{25}$).

После выполнения СФН показатель асимметрии R_x у школьников, занимающихся *тхэквондо* менее 2-х лет, снижается и имеет значение 5 095.5807, а у занимающихся более 2-х лет показатель повышается, принимая значение 17 177.88. Сходные изменения наблюдаются в показателях объема m -мерного параллелепипеда – у группы занимающихся *тхэквондо* менее 2-х лет показатель снижается до $5.99 \cdot 10^{23}$, а у занимающихся более 2-х лет показатель на такую же нагрузку повышается до $3.33 \cdot 10^{25}$. Противоположная реакция на одинаковую нагрузку в группах 9 и 11 лет объясняется тем, что школьники, занимающиеся менее и более 2-х лет, имеют разный уровень физической подготовленности. Для более подготовленной группы (занимающейся больше 2-х лет) объем СФН имел привычный характер втягивающего режима, а для менее подготовленной группы

(занимающейся меньше 2-х лет) объем СФН был высоким и имел характер утомления.

После выполнения тренировочной нагрузки показатель асимметрии R_x в двух группах снижается, по сравнению с состоянием покоя. У занимающихся *тхэквондо* менее 2-х лет данный показатель равен 5 307.5673, а у занимающихся более 2-х лет показатель асимметрии R_x выше и имеет значение 6 321.2601. Объем m -мерного параллелепипеда в обеих группах снижается, у занимающихся *тхэквондо* менее 2-х лет, получено значение, приближенное к исходному $1,21 \cdot 10^{24}$, а у занимающихся более 2-х лет, данный показатель выше и имеет значение $7,15 \cdot 10^{24}$.

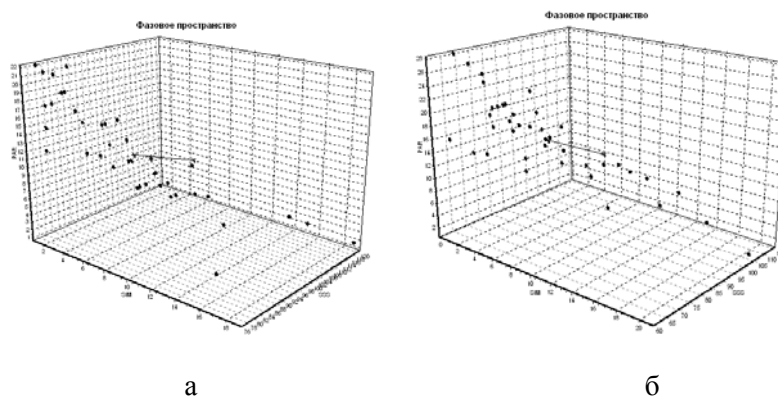


Рис. 21. Внешний вид квазиаттракторов ВСОЧ в фазовом пространстве для тхэквондистов, до нагрузки в возрасте:
а) 9 лет; б) 11 лет

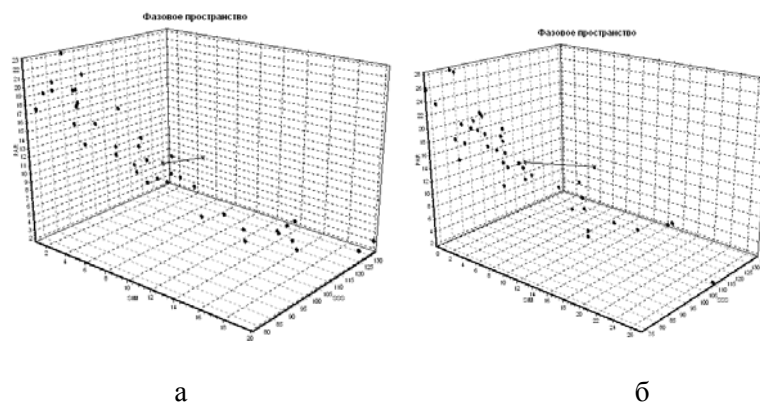


Рис. 22. Внешний вид квазиаттракторов ВСОЧ в фазовом пространстве для тхэквондистов, после специальной физической нагрузки:
а) 9 лет; б) 11 лет

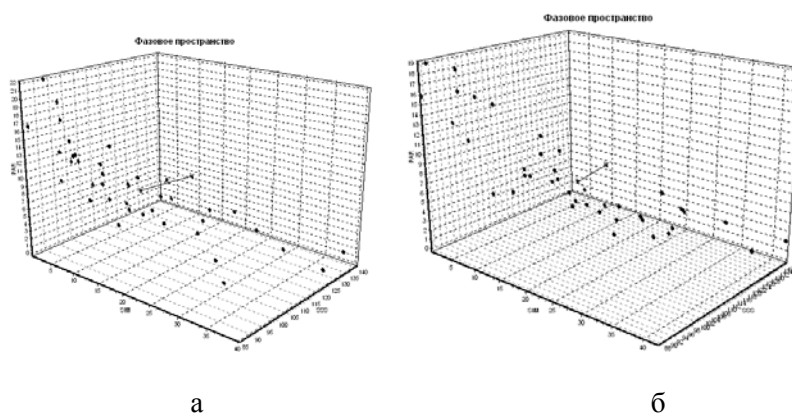


Рис. 23. Внешний вид квазиаттракторов ВСОЧ в фазовом пространстве для тхэквондистов, после тренировочной нагрузки в возрасте:
а) 9 лет; б) 11 лет

**Сравнительный анализ параметров квазиаттракторов
движения вектора состояния организма человека в покое
и после тренировочной нагрузки, занимающихся
циклическими и ациклическими видами спорта**

Изучены показатели параметров организма спортсменов, занимающихся аэробным видом спорта – *плаванием*, и сравним их с показателями у занимающихся анаэробно-аэробным видом спорта (*тхэквондо*) до и после занятий. Для сравнения в обоих видах спорта возьмем группу со средним возрастом 11 лет и стажем занятий более 2-х лет. В первой группе было 40 школьников, занимающихся *тхэквондо*, а во второй – 20 школьников-пловцов.

В табл. 6 представлены показатели СИМ, ПАР, ИНБ, SPO2 и ЧСС. У тхэквондистов показатель СИМ в покое имел значение $4,325 \pm 1,42$, после тренировочной нагрузки увеличился в 2,6 раза и был равен $11,325 \pm 3,075$, а у пловцов – в покое $2,5 \pm 0,85$ и увеличился до $13,25 \pm 3,06$ – в 5,3 раза. Можно заметить, что исходный показатель СИМ у тхэквондистов выше, чем у пловцов, а после тренировочной нагрузки наоборот становится ниже, чем у пловцов. Значение показателя СИМ при переходе из состояния покоя в режим тренировок, увеличивается у пловцов почти в 2 раза, сравнительно с тхэквондистами, т.е. он изменялся в 5,3 – у пловцов и в 2,6 – у тхэквондистов.

Показатель ПАР в двух группах до и после тренировочной нагрузки имеет небольшое различие – у тхэквондистов он снизился в 1,8 раза – от $13,7 \pm 1,99$ до $7,55 \pm 1,68$, у пловцов от $14,7 \pm 2,15$ до $6,45 \pm 2,07$, т.е. в 2,2 раза. Исходный показатель ПАР у занимающихся *плаванием* выше по сравнению с показателем у занимающихся *тхэквондо*, а после тренировочной нагрузки на столько же ниже.

Значительно отличается показатель ИНБ, который у тхэквондистов до тренировочной нагрузки в 2 раза выше, чем у пловцов, и имеет значение $76,5 \pm 28,61$ против $35,75 \pm 10,52$. После тренировочной нагрузки значения у обеих групп увеличиваются в 3 раза – до $232,6 \pm 79,35$ у занимающихся *тхэквондо* и до $103,4 \pm 37,62$ у занимающихся *плаванием*.

Различия в ЧСС в покое у занимающихся *тхэквондо* и *плаванием* незначительна – $89,525 \pm 4,2$ против $87,2 \pm 4,18$ соответст-

венно, а после тренировочной нагрузки значение ЧСС у тхэквондистов выше, чем у пловцов и равно $110,475 \pm 4,36$ против $101,1 \pm 4,16$ соответственно. В показателях SPO_2 существенных различий между группами до и после тренировки не наблюдается.

Таблица 65

Показатели кардио-респираторной и вегетативной нервной системы спортсменов, занимающихся тхэквондо и плаванием, в возрасте 11 лет со стажем занятий более 2 лет, до и после тренировки

Показатели ВНС ($\langle x \rangle \pm dx$)	Тренировочное занятие	Тхэквондисты – стаж более 2 лет возраст 11 лет	Пловцы – стаж более 2 лет возраст 11 лет
СИМ	До	$4,325 \pm 1,42$	$2,5 \pm 0,85\#$
	После ТН	$11,325 \pm 3,075^*$	$13,25 \pm 3,06^*$
ПАР	До	$13,7 \pm 1,99$	$14,7 \pm 2,15$
	После ТН	$7,55 \pm 1,68^*$	$6,45 \pm 2,07^*$
ИНБ	До	$76,5 \pm 28,61$	$35,75 \pm 10,52\#$
	После ТН	$232,6 \pm 79,35^*$	$103,4 \pm 37,62^*\#$
SPO_2	До	$97,45 \pm 0,26$	$97,75 \pm 0,24$
	После ТН	$97,425 \pm 0,25$	$97,5 \pm 0,30$
ЧСС	До	$89,525 \pm 4,2$	$87,2 \pm 4,18$
	После ТН	$110,475 \pm 4,36^*$	$101,1 \pm 4,16^*\#$

* – уровень значимости различий, $p < 0,05$ по сравнению с состоянием до нагрузки; # – уровень значимости различий, $p < 0,05$ по сравнению с тхэквондистами по данным критерия Стьюдента.

Условные обозначения: СИМ – показатель активности симпатической вегетативной нервной системы, ПАР – показатель активности парасимпатической ВНС, ЧСС – частота сердечных сокращений, ИНБ – показатель индекса Баевского (в у. е.), SPO_2 – процент содержания оксигемоглобина в крови испытуемых, $\langle x \rangle$ – среднее арифметическое значение; dx – средняя погрешность.

Осуществлено сравнение показателей при помощи новых подходов теории хаоса и синергетики, которые основаны на анализе параметров квазиаттракторов ВСОЧ. В наших исследова-

дованиях были взяты одиннадцать координат ВСОЧ по параметрам показателей КРС и ВНС для двух групп обследуемых.

В табл. 66 и 67 представлены результаты обработки данных параметров *квазиаттракторов* ВСОЧ в 11-мерном пространстве признаков. В данном случае 11-мерное ФПС представлено следующими показателями ($X_0 \dots X_{11}$): X_0 – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом (SPO2, %), X_1 – активность симпатического отдела ВНС (СИМ, отн.ед.), X_2 – активность парасимпатического отдела ВНС (ПАР, отн.ед.), X_3 – индекс напряжения Баевского (ИНБ, отн.ед.), X_4 – *частота сердечных сокращений* (ЧСС, уд/мин), X_5 – спектральная мощность очень низкочастотной компоненты (VLF, мс^2), X_6 – мощность низкочастотной компоненты (LF, мс^2), X_7 – мощность высокочастотной компоненты (HF, мс^2), X_8 – нормированная мощность низкочастотной компоненты (LFnorm, мс^2), X_9 – нормированная мощность высокочастотной компоненты (HFnorm, мс^2), X_{10} – отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной (LF / HF, отн. ед.).

В табл. 66 представлены значения параметров организма школьников, занимающихся *тхэквондо*, со стажем занятий более 2-х лет в возрасте 11 лет. Общий показатель асимметрии R_x (R_x – расстояние между геометрическим центром аттрактора и статистическим центром) до тренировки равен 9 592.0417, после тренировочной нагрузки показатели асимметрии становятся ниже, имея значение 6 321.2601. Объем m -мерного параллелепипеда до нагрузки составляет $1 \cdot 10^{25}$, а после тренировочной нагрузки объем m -мерного параллелепипеда снижается, имея значение $7,15 \cdot 10^{24}$ (рис. 24а, 24 б).

В табл. 10 представлены значения показателей ВСОЧ у занимающихся *плаванием* со стажем занятий более 2-х лет в возрасте 11 лет. Общий показатель асимметрии R_x (R_x – расстояние между геометрическим центром аттрактора и статистическим центром) до тренировки равен 3 581.2483, а после тренировочной нагрузки, показатель асимметрии становится ниже и принимает значение 2 331.2247. Объем m -мерного параллелепипеда до нагрузки составляет $4,81 \cdot 10^{21}$, после тренировочной нагрузки показатель объема увеличивается почти в 4 раза, имея значение $1,86 \cdot 10^{22}$ (рис. 25а, 25б).

**Параметры квазиаттракторов вектора состояния организма
школьников, занимающихся тхэквондо более 2-х лет, в возрасте 11
лет до и после тренировочной нагрузки**

Школьники, занимающиеся тхэквондо более 2-х лет, в возрасте 11 лет	До тренировки IntervalX0= 3 AsymmetryX0= 0.0167 IntervalX1= 21 AsymmetryX1= 0.2940 IntervalX2= 27 AsymmetryX2= 0.0296 IntervalX3= 440 AsymmetryX3= 0.3420 IntervalX4= 56 AsymmetryX4= 0.0272 IntervalX5= 21 717 AsymmetryX5= 0.3559 IntervalX6= 14 347 AsymmetryX6= 0.2771 IntervalX7= 13 788 AsymmetryX7= 0.2942 IntervalX8= 72 AsymmetryX8= 0.0142 IntervalX9= 72 AsymmetryX9= 0.0142 IntervalX10= 10.77 AsymmetryX10= 0.3513 General asymmetry value rY = 9 592.0417 General V value vY = 1.00528203E0025
	После тренировочной нагрузки IntervalX0= 4 AsymmetryX0= 0.1062 IntervalX1= 39 AsymmetryX1= 0.2353 IntervalX2= 22 AsymmetryX2= 0.1568 IntervalX3= 1 139 AsymmetryX3= 0.3063 IntervalX4= 56 AsymmetryX4= 0.0451 IntervalX5= 13 620 AsymmetryX5= 0.3628 IntervalX6= 7 416 AsymmetryX6= 0.3275 IntervalX7= 8 203 AsymmetryX7= 0.3761 IntervalX8= 56 AsymmetryX8= 0.0192 IntervalX9= 56 AsymmetryX9= 0.0192 IntervalX10= 12.58 AsymmetryX10= 0.3412 General asymmetry value rY = 6 321.2601 General V value vY = 7.15542223E0024

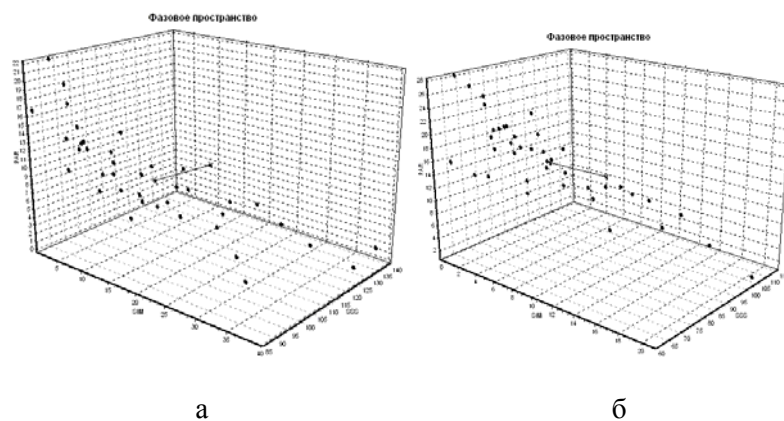


Рис. 24. Квазиаттракторы спортсменов, занимающихся тхэквондо более 2-х лет, в возрасте 11 лет: а) до тренировочной нагрузки; б) после тренировочной нагрузки

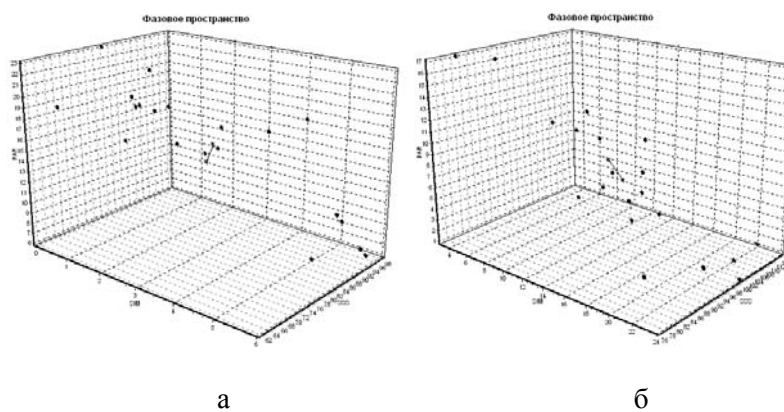


Рис. 25. Квазиаттракторы спортсменов, занимающихся плаванием более 2-х лет, в возрасте 11 лет: а) до тренировочной нагрузки; б) после тренировочной нагрузки

**Параметры квазиаттракторов вектора состояния организма
школьников, занимающихся плаванием более 2-х лет, в возрасте
11 лет до и после тренировочной нагрузки**

Школьники, занимающиеся плаванием более 2-х лет, в возрасте 11 лет	До тренировки IntervalX0= 2 AsymmetryX0= 0.1250 IntervalX1= 6 AsymmetryX1= 0.0833 IntervalX2= 17 AsymmetryX2= 0.0118 IntervalX3= 76 AsymmetryX3= 0.1480 IntervalX4= 38 AsymmetryX4= 0.1895 IntervalX5= 12 691 AsymmetryX5= 0.2459 IntervalX6= 9 102 AsymmetryX6= 0.1646 IntervalX7= 6 653 AsymmetryX7= 0.1379 IntervalX8= 52 AsymmetryX8= 0.0038 IntervalX9= 52 AsymmetryX9= 0.0038 IntervalX10= 3.93 AsymmetryX10= 0.2302 General asymmetry value rX = 3 581.2483 General V value vX = 4.81145904E0021
	После тренировочной нагрузки IntervalX0= 2 AsymmetryX0= 0.2500 IntervalX1= 21 AsymmetryX1= 0.0119 IntervalX2= 16 AsymmetryX2= 0.1594 IntervalX3= 353 AsymmetryX3= 0.2751 IntervalX4= 40 AsymmetryX4= 0.1275 IntervalX5= 6 525 AsymmetryX5= 0.2915 IntervalX6= 6 021 AsymmetryX6= 0.1872 IntervalX7= 3 863 AsymmetryX7= 0.1899 IntervalX8= 45 AsymmetryX8= 0.0456 IntervalX9= 45 AsymmetryX9= 0.0456 IntervalX10= 6.39 AsymmetryX10= 0.2732 General asymmetry value rX = 2 331.2247 General V value vX = 1.86338977E0022

Анализируя данные табл. 66 и 67, легко сравнить результаты обработки данных параметров *квазиаттракторов* ВСОЧ в 11-мерном пространстве признаков у занимающихся *тхэквондо* и у занимающихся *плаванием* со стажем занятий более 2-х лет в 11-ти летнем возрасте. Значение общего показателя асимметрии R_x у тхэквондистов до тренировки равно 9 592.0417, что превышает в 2,5 раза значение у пловцов: 3 581.2483. При сравнении показателей V_G объема m -мерного параллелепипеда в состоянии покоя установлено, что значение V_G у занимающихся *тхэквондо* в 2000 раз превысило значение V_G у занимающихся *плаванием* и было равно $1 \cdot 10^{25}$ против $4.81 \cdot 10^{21}$.

После тренировочной нагрузки у тхэквондистов, значение общего показателя асимметрии R_x было выше в 2,5 раза и имело величину 6 321.2601 против 2 331.2247. Показатель объема m -мерного параллелепипеда, внутри которого находится *квазиаттрактор* движения ВСОЧ, у занимающихся *тхэквондо*, имел значение $7,15 \cdot 10^{24}$, что в 400 раз превышает показатель V_G у занимающихся *плаванием*, который равен $1,86 \cdot 10^{22}$.

Таким образом, анаэробно-аэробная нагрузка в *ациклическом виде спорта (тхэквондо)* снижает показатель объема m -мерного параллелепипеда, внутри которого находится *квазиаттрактор* движения ВСОЧ, а аэробная нагрузка в *циклическом виде спорта (плавание)* его повышает.

Наиболее эффективным оказался подход, который использовался для идентификации параметров порядка БДС. Осуществлялось сравнение параметров *квазиаттракторов* как минимум для двух кластеров. В работе использовались программные продукты, которые обеспечивают сравнение в простейшем случае двух кластерных систем.

Идентифицируются объемы *квазиаттрактора* движения ВСОЧ в ФПС для одного кластера и для другого, а затем поэтапно (поочередно) исключаются из расчета отдельные компоненты вектора состояния БДС с одновременным анализом параметров *квазиаттракторов* и сравнением существенных или несущественных изменений в них после такого исключения. Таким образом, производится выбор размерности кластеров БДС при сравнительном анализе поведения их векторов состояния.

Использовался метод определения расстояния между центрами двух *квазиаттракторов* движения ВСО школьников, занимающихся *тхэквондо*, до и после нагрузки (Z), которое приняло значение 3 122.

Методом исключения отдельных признаков был выполнен системный синтез с помощью ЭВМ, который учитывает влияние X_i признака на величину Z (расстояние между центрами *квазиаттракторов*). Было установлено, что для тхэквондистов более значимыми является признак X_6 (показатель спектральной мощности очень низкочастотной компоненты), X_7 (показатель мощности низкочастотной компоненты) и X_8 (показатель мощности высокочастотной компоненты), так как при их исключении существенно изменяется расстояние, по сравнению с исходным $Z_0 = 3\,122$ (табл. 72).

Степень изменения объемов *квазиаттракторов* для каждого кластера до и после уменьшения размерности ФПС можно оценить при анализе относительной погрешности параметра R_0 . При анализе объемов наиболее значимыми оказались признаки $R_4=72,5\%$ (показатель ИНБ) и $R_2=61,67\%$ (показатель СИМ) – именно при их исключении существенно изменяется объем (при исходном объеме $R_0=28,82\%$), что говорит о значимости именно этих признаков при данном сравнении (табл. 68).

При помощи метода исключения признаков анализа параметра Z (расстояния между центрами двух *квазиаттракторов*) можно выявить наиболее значимые параметры для занимающихся *плаванием* до и после тренировочной нагрузки. Оказывается, что наиболее значимыми являются признаки показателя X_6 спектральной мощности очень низкочастотной компоненты ($Z_6=2132$), показатель мощности X_7 низкочастотной компоненты ($Z_7=2506$) и показатель мощности X_8 высокочастотной компоненты ($Z_8=2449$), так как при их исключении существенно изменяется расстояние, по сравнению с исходным $Z_0=2900$ (табл. 72).

Степень изменения объемов *квазиаттракторов* для каждого кластера до и после уменьшения размерности ФПС можно оценить при анализе относительной погрешности параметра R_0 . При анализе объемов наиболее значимыми оказались признаки $R_4=16,62\%$ (показатель ИНБ) и $R_2=9,62\%$ (показатель СИМ) –

именно при их исключении существенно изменяется объем (при исходном объеме $R_0=74,18\%$), что говорит о значимости именно этих признаков при данном сравнении (табл. 69).

Таблица 68

Результаты анализа исключения отдельных признаков параметров квазиаттракторов вектора состояния организма спортсменов, занимающихся тхэквондо до и после тренировочной нагрузки

Объем первого аттрактора	Объем второго аттрактора	Различие между объемами аттракторов	Относительная погрешность
$V_{x0} = 1 \cdot 10^{25}$	$V_{y0} = 7,15 \cdot 10^{24}$	$\text{dif} = 2,9 \cdot 10^{24}$	$R_0 = 28,82\%$
$V_{x1} = 3,35 \cdot 10^{24}$	$V_{y1} = 1,79 \cdot 10^{24}$	$\text{dif1} = 1,56 \cdot 10^{24}$	$R_1 = 46,61\%$
$V_{x2} = 4,79 \cdot 10^{23}$	$V_{y2} = 1,83 \cdot 10^{23}$	$\text{dif2} = 2,95 \cdot 10^{23}$	$R_2 = 61,67\%$
$V_{x3} = 3,72 \cdot 10^{23}$	$V_{y3} = 3,25 \cdot 10^{23}$	$\text{dif3} = 4,71 \cdot 10^{22}$	$R_3 = 12,64\%$
$V_{x4} = 2,28 \cdot 10^{22}$	$V_{y4} = 6,28 \cdot 10^{21}$	$\text{dif4} = 1,66 \cdot 10^{22}$	$R_4 = 72,5\%$
$V_{x5} = 1,79 \cdot 10^{23}$	$V_{y5} = 1,28 \cdot 10^{23}$	$\text{dif5} = 5,17 \cdot 10^{22}$	$R_5 = 28,82\%$
$V_{x6} = 4,63 \cdot 10^{20}$	$V_{y6} = 5,25 \cdot 10^{20}$	$\text{dif6} = 6,25 \cdot 10^{19}$	$R_6 = 11,89\%$
$V_{x7} = 7,01 \cdot 10^{20}$	$V_{y7} = 9,65 \cdot 10^{20}$	$\text{dif7} = 2,64 \cdot 10^{20}$	$R_7 = 27,38\%$
$V_{x8} = 7,29 \cdot 10^{20}$	$V_{y8} = 8,72 \cdot 10^{20}$	$\text{dif8} = 1,43 \cdot 10^{20}$	$R_8 = 16,42\%$
$V_{x9} = 1,4 \cdot 10^{23}$	$V_{y9} = 1,28 \cdot 10^{23}$	$\text{dif9} = 1,18 \cdot 10^{22}$	$R_9 = 8,48\%$
$V_{x10} = 1,4 \cdot 10^{23}$	$V_{y10} = 1,28 \cdot 10^{23}$	$\text{dif10} = 1,18 \cdot 10^{22}$	$R_{10} = 8,48\%$
$V_{x11} = 9,33 \cdot 10^{23}$	$V_{y11} = 5,69 \cdot 10^{23}$	$\text{dif11} = 3,65 \cdot 10^{23}$	$R_{11} = 39,06\%$

Далее выполнялся анализ степени изменения объемов квазиаттракторов для каждого кластера до и после уменьшения размерности ФПС при сравнении параметров у занимающихся тхэквондо и плаванием до нагрузки, а так же после нагрузки.

Анализируя этот параметр, можно отметить, что при исключении признаков наиболее значимый из них определить затруднительно, т.к. при исключении признаков объемы практически не меняются по сравнению с исходным объемом $R_0=99,95\%$ до нагрузки и $R_0=99,74\%$ после нагрузки (табл. 70 и 71).

**Результаты анализа исключения отдельных признаков
параметров квазиаттракторов вектора состояния организма
спортсменов, занимающихся плаванием до и после
тренировочной нагрузки**

Объем первого аттрактора	Объем второго аттрактора	Различие между объемами аттракторов	Относительная погрешность
$V_{x0} = 4,81 \cdot 10^{21}$	$V_{y0} = 1,86 \cdot 10^{22}$	$dif = 1,38 \cdot 10^{22}$	$R0 = 74,18 \%$
$V_{x1} = 2,41 \cdot 10^{21}$	$V_{y1} = 9,31 \cdot 10^{21}$	$dif1 = 6,91 \cdot 10^{21}$	$R1 = 74,18 \%$
$V_{x2} = 8,02 \cdot 10^{20}$	$V_{y2} = 8,87 \cdot 10^{20}$	$dif2 = 8,54 \cdot 10^{19}$	$R2 = 9,62 \%$
$V_{x3} = 2,83 \cdot 10^{20}$	$V_{y3} = 1,16 \cdot 10^{21}$	$dif3 = 8,81 \cdot 10^{20}$	$R3 = 75,7 \%$
$V_{x4} = 6,33 \cdot 10^{19}$	$V_{y4} = 5,28 \cdot 10^{19}$	$dif4 = 1,05 \cdot 10^{19}$	$R4 = 16,62 \%$
$V_{x5} = 1,27 \cdot 10^{20}$	$V_{y5} = 4,66 \cdot 10^{20}$	$dif5 = 3,39 \cdot 10^{20}$	$R5 = 72,82 \%$
$V_{x6} = 3,79 \cdot 10^{17}$	$V_{y6} = 2,86 \cdot 10^{18}$	$dif6 = 2,48 \cdot 10^{18}$	$R6 = 86,72 \%$
$V_{x7} = 5,29 \cdot 10^{17}$	$V_{y7} = 3,09 \cdot 10^{18}$	$dif7 = 2,57 \cdot 10^{18}$	$R7 = 82,92 \%$
$V_{x8} = 7,23 \cdot 10^{17}$	$V_{y8} = 4,82 \cdot 10^{18}$	$dif8 = 4,1 \cdot 10^{18}$	$R8 = 85,01 \%$
$V_{x9} = 9,25 \cdot 10^{19}$	$V_{y9} = 4,14 \cdot 10^{20}$	$dif9 = 3,22 \cdot 10^{20}$	$R9 = 77,65 \%$
$V_{x10} = 9,25 \cdot 10^{19}$	$V_{y10} = 4,14 \cdot 10^{20}$	$dif10 = 3,22 \cdot 10^{20}$	$R10 = 77,65 \%$
$V_{x11} = 1,22 \cdot 10^{21}$	$V_{y11} = 2,92 \cdot 10^{21}$	$dif11 = 1,69 \cdot 10^{21}$	$R11 = 58,02 \%$

При помощи метода исключения признаков анализа параметра расстояния Z выявили наиболее значимые параметры между тхэквондистами и пловцами до нагрузки, а так же после тренировочной нагрузки. Наиболее значимыми признаками, при которых существенно изменяется расстояние $Z6=221$, по сравнению с исходным, т.е. до нагрузки, явился показатель $X6$ спектральной мощности очень низкочастотной компоненты, $Z7=682$ показатель мощности $X7$ низкочастотной компоненты и показатель мощности $X8$ высокочастотной компоненты $Z8=337$ при $Z0=387$. Такие же значимые признаки выделяются при сравнении параметров квазиаттракторов у занимающихся тхэквондо и плаванием после тренировочной нагрузки, где $Z6=838$, $Z7=682$ и $Z8=999$ при $Z0=1036$ (табл. 72, 73).

Таблица 70

**Результаты анализа исключения отдельных признаков
параметров квазиаттракторов вектора состояния организма
тхэквондистов и пловцов до тренировочной нагрузки**

Объем первого аттрактора	Объем второго аттрактора	Различие между объемами аттракторов	Относительная погрешность
$V_{x0} = 1 \cdot 10^{25}$	$V_{y0} = 4 \cdot 81^{21}$	$dif=1 \cdot 10^{25}$	$R0= 99,95 \%$
$V_{x1} = 3,35 \cdot 10^{24}$	$V_{y1} = 2,41 \cdot 10^{21}$	$dif1=3,35 \cdot 10^{24}$	$R1= 99,93 \%$
$V_{x2} = 4,79 \cdot 10^{23}$	$V_{y2} = 8,02 \cdot 10^{20}$	$dif2=4,78 \cdot 10^{23}$	$R2= 99,83 \%$
$V_{x3} = 3,72 \cdot 10^{23}$	$V_{y3} = 2,83 \cdot 10^{20}$	$dif3=3,72 \cdot 10^{23}$	$R3= 99,82 \%$
$V_{x4} = 2,28 \cdot 10^{22}$	$V_{y4} = 6,33 \cdot 10^{19}$	$dif4=2,28 \cdot 10^{22}$	$R4= 99,72 \%$
$V_{x5} = 1,79 \cdot 10^{23}$	$V_{y5} = 1,27 \cdot 10^{20}$	$dif5=1,79 \cdot 10^{23}$	$R5= 99,93\%$
$V_{x6} = 4,63 \cdot 10^{20}$	$V_{y6} = 3,79 \cdot 10^{17}$	$dif6=4,63 \cdot 10^{20}$	$R6= 99,92\%$
$V_{x7} = 7,01 \cdot 10^{20}$	$V_{y7} = 5,29 \cdot 10^{17}$	$dif7= 7 \cdot 10^{20}$	$R7= 99,93 \%$
$V_{x8} = 7,29 \cdot 10^{20}$	$V_{y8} = 7,23 \cdot 10^{17}$	$dif8=7,28 \cdot 10^{20}$	$R8=99,9 \%$
$V_{x9} = 1,4 \cdot 10^{23}$	$V_{y9} = 9,25 \cdot 10^{19}$	$dif9=1,4 \cdot 10^{23}$	$R9= 99,93 \%$
$V_{x10} = 1,4 \cdot 10^{23}$	$V_{y10} = 9,25 \cdot 10^{19}$	$dif10= 1,4 \cdot 10^{23}$	$R10= 99,93 \%$
$V_{x11} = 9,33 \cdot 10^{23}$	$V_{y11} = 1,22 \cdot 10^{21}$	$dif11= 9,32 \cdot 10^{23}$	$R11= 99,87 \%$

Таблица 71

**Результаты анализа исключения отдельных признаков
параметров квазиаттракторов вектора состояния организма
тхэквондистов и пловцов после тренировочной нагрузки**

Объем первого аттрактора	Объем второго аттрактора	Различие между объемами аттракторов	Относительная погрешность
$V_{x0} = 7,15 \cdot 10^{24}$	$V_{y0} = 1,86 \cdot 10^{22}$	$dif=7,14 \cdot 10^{24}$	$R0= 99,74 \%$
$V_{x1} = 1,79 \cdot 10^{24}$	$V_{y1} = 9,31 \cdot 10^{21}$	$dif1=1,78 \cdot 10^{24}$	$R1= 99,48 \%$
$V_{x2} = 1,83 \cdot 10^{23}$	$V_{y2} = 8,87 \cdot 10^{20}$	$dif2=1,83 \cdot 10^{23}$	$R2= 99,52 \%$
$V_{x3} = 3,25 \cdot 10^{23}$	$V_{y3} = 1,16 \cdot 10^{21}$	$dif3=3,24 \cdot 10^{23}$	$R3= 99,64 \%$
$V_{x4} = 6,28 \cdot 10^{21}$	$V_{y4} = 5,28 \cdot 10^{19}$	$dif4=6,23 \cdot 10^{21}$	$R4= 99,16 \%$
$V_{x5} = 1,28 \cdot 10^{23}$	$V_{y5} = 4,66 \cdot 10^{20}$	$dif5=1,27 \cdot 10^{23}$	$R5= 99,63 \%$
$V_{x6} = 5,25 \cdot 10^{20}$	$V_{y6} = 2,86 \cdot 10^{18}$	$dif6=5,22 \cdot 10^{20}$	$R6= 99,46 \%$
$V_{x7} = 9,65 \cdot 10^{20}$	$V_{y7} = 3,09 \cdot 10^{18}$	$dif7= 9,62 \cdot 10^{20}$	$R7= 99,68 \%$
$V_{x8} = 8,72 \cdot 10^{20}$	$V_{y8} = 4,82 \cdot 10^{18}$	$dif8=8,67 \cdot 10^{20}$	$R8=99,45 \%$
$V_{x9} = 1,28 \cdot 10^{23}$	$V_{y9} = 4,14 \cdot 10^{20}$	$dif9=1,27 \cdot 10^{23}$	$R9= 99,68 \%$
$V_{x10} = 1,28 \cdot 10^{23}$	$V_{y10} = 4,14 \cdot 10^{20}$	$dif10= 1,27 \cdot 10^{23}$	$R10= 99,68 \%$
$V_{x11} = 5,69 \cdot 10^{23}$	$V_{y11} = 2,92 \cdot 10^{21}$	$dif11= 5,66 \cdot 10^{23}$	$R11= 99,49 \%$

Выполнив системный анализ методом исключения отдельных признаков для групп, занимающихся *тхэквондо* и *плаванием*, нам удалось выявить наиболее значимые признаки, влияющие на расстояние Z между центрами двух *квазиаттракторов* движения ВСОЧ и признаки степени изменения их объемов. Тем самым удалось определить, что у тхэквондистов, выявленные наиболее значимые признаки оказались схожими с признаками у пловцов. По анализу расстояний между центрами *квазиаттракторов* Z были установлены следующие показатели: спектральная мощность очень низкочастотной компоненты, мощность низкочастотной компоненты и мощность высокочастотной компоненты (табл. 72, 73), а по степени изменения объемов *квазиаттракторов* R это были следующие показатели: ИНБ и активность СИМ (табл. 68, 69).

Таблица 72

Расстояние (Z) между центрами двух квазиаттракторов движения вектора состояния организма спортсменов до и после тренировочной нагрузки

Значение Z до и после тренировки у тхэквондистов	Значение Z до и после тренировки у пловцов
$Z_0 = 3122$	$Z_0 = 2900$
$Z_1 = 3122$	$Z_1 = 2900$
$Z_2 = 3122$	$Z_2 = 2900$
$Z_3 = 3122$	$Z_3 = 2900$
$Z_4 = 3122$	$Z_4 = 2900$
$Z_5 = 3118$	$Z_5 = 2900$
$Z_6 = 3122$	$Z_6 = 2131$
$Z_7 = 2380$	$Z_7 = 2506$
$Z_8 = 2276$	$Z_8 = 2449$
$Z_9 = 2380$	$Z_9 = 2900$
$Z_{10} = 3122$	$Z_{10} = 2900$
$Z_{11} = 3122$	$Z_{11} = 2900$

Сравнив расстояния между центрами квазиаттракторов Z движения ВСО у занимающихся *тхэквондо* и *плаванием* при разных физических нагрузках, было установлено, что меньший показатель Z возникает у тхэквондистов и пловцов до нагрузки, где $Z=387$ это свидетельствует о небольших различиях в ФПС этих 2-х групп перед тренировками. Наибольший показатель $Z=3\ 199$ был при определении расстояний между центрами квазиаттракторов до нагрузки *плаванием* и после нагрузки *тхэквондо* (табл. 74).

Проживание на Севере РФ откладывает определенный отпечаток на работу различных ФСО человека. Особенно это касается КРС развивающегося организма у школьников Югры. Эти особенности связаны с хронической гипокинезией и действием ряда экологических факторов на формирование и развитие НМС в определенные периоды жизни молодого человека.

Таблица 73

Расстояние (Z) между центрами двух квазиаттракторов движения вектора состояния организма между тхэквондистами и пловцами, до и после тренировочной нагрузки

Значение Z для тхэквондистов и пловцов до тренировки	Значение Z для тхэквондистов и пловцов после тренировки
$Z_0 = 387$	$Z_0 = 1\ 036$
$Z_1 = 387$	$Z_1 = 1\ 036$
$Z_2 = 387$	$Z_2 = 1\ 036$
$Z_3 = 387$	$Z_3 = 1\ 036$
$Z_4 = 385$	$Z_4 = 1\ 028$
$Z_5 = 387$	$Z_5 = 1\ 036$
$Z_6 = 221$	$Z_6 = 838$
$Z_7 = 373$	$Z_7 = 682$
$Z_8 = 337$	$Z_8 = 999$
$Z_9 = 387$	$Z_9 = 1\ 036$
$Z_{10} = 387$	$Z_{10} = 1\ 036$
$Z_{11} = 387$	$Z_{11} = 1\ 036$

Расстояние (Z) между центрами двух квазиаттракторов движения вектора состояния организма детей, занимающихся тхэквондо и плаванием

Нагрузка (вид спорта)	До тхэквондо	После тхэквондо	До плавания	После плавания
До тхэквондо	-	3 121.6957	387.2668	2 756.0721
После тхэквондо	3 121.6957	-	3 199.3623	1 036.4121
До плавания	387.2668	3 199.3623	-	2 900.0157
После плавания	2 756.0721	1 036.4121	2 900.0157	-

Главным фактором, усложняющим процесс развития ФСО и НМС, в частности, в условиях Севера РФ, остается гипокинезия при длительном пребывании в закрытых помещениях. Именно этот фактор проявляется в ряде компенсаторных реакций НМС на уровне КРС. Действительно, как показали наши исследования, любая значительная физическая нагрузка вызывает у среднестатистического учащегося школ Югры реакцию, которая существенно отличается от реакции на такую же нагрузку у ученика средней полосы РФ. Указанная реакция НМС проявляется в отличиях показателей индекса активности СИМ, индекса активности ПАР вегетативной нервной системы и ИНБ на физические нагрузки как у спортсменов (по различным видам спорта), так и у нетренированных лиц. Еще более разительные отличия значения получены при сравнении параметров *квазиаттракторов* движения ВСОЧ в ФПС.

Сравнительный анализ параметров квазиаттракторов движения вектора состояния организма человека в покое у школьников, занимающихся тхэквондо и плаванием

В настоящее время наибольший интерес представляет изучение показателей ФСО в ответ на действие физических нагрузок в ходе спортивных тренировок для разных групп испытуемых. Большинство научных работ описывают влияние физической нагрузки или занятий определенным видом спорта на орга-

низм школьников. Но при этом становится актуальным сравнительный анализ влияния различных видов физических нагрузок и занятий разными видами спорта на организм школьников в условиях Севера РФ.

Изучены показатели параметров КРС и ВНС в группах школьников, спортсменов, занимающихся *тхэквондо*, и спортсменов, занимающихся *плаванием*, в возрасте 11 лет. Самый низкий показатель СИМ у обычных школьников, он имеет значение $2,375 \pm 0,52$. Пловцы имели схожее значение СИМ, равное $2,5 \pm 0,85$, а тхэквондисты имели самый высокий показатель СИМ, равный $4,325 \pm 1,42$. Значение ПАР самым высоким является у обычных школьников $15,625 \pm 1,465$, чуть ниже у пловцов: $14,7 \pm 2,15$, и самым низким показателем ПАР является значение у занимающихся *тхэквондо*, оно равно $13,7 \pm 1,99$. Значительные различия между группами наблюдаются в показателях ИНБ, который в два раза больше у занимающихся *тхэквондо* и имеет значение $76,5 \pm 28,61$ по отношению к показателю школьников и пловцов, имеющих значение $37,35 \pm 11,34$ и $35,75 \pm 10,52$ соответственно. Также у тхэквондистов наблюдается самый высокий показатель ЧСС, равный $89,525 \pm 4,2$ чуть ниже этот показатель у пловцов – $87,2 \pm 4,18$ и школьников – $86,8 \pm 4,51$. Процент содержания оксигемоглобина в крови испытуемых в трех группах значительных различий не имеет (табл. 75).

Отличающиеся показатели КРС и ВНС спортсменов, занимающихся *тхэквондо*, от показателей школьников и пловцов можно объяснить тем, что тхэквондисты перед тренировкой находятся в более возбужденном состоянии нервной системы.

В табл. 76 представлены параметры *квазиаттракторов* у школьников, занимающихся *тхэквондо* и *плаванием* более 2 лет в покое. Показатель асимметрии в группе тхэквондистов выше в 3 раза показателей пловцов, имея значение 9 592.0417 и 3 581.2483 соответственно. Общий объем V_G квазиаттрактора ВСО тхэквондистов ($1 \cdot 10^{25}$) превышает в 2000 раз показатель пловцов ($4.81 \cdot 10^{21}$).

Таблица 75

Показатели кардио-респираторной и вегетативной нервной системы спортсменов, занимающихся тхэквондо, плаванием и школьников

Показатели ВНС ($\bar{x} \pm dx$)	Школьники 11 лет	Тхэквондисты стаж более 2 лет возраст 11 лет	Пловцы Стаж более 2 лет возраст 11 лет
СИМ	2,375 $\pm$ 0,52	4,325 $\pm$ 1,42*	2,5 $\pm$ 0,85
ПАР	15,625 $\pm$ 1,465	13,7 $\pm$ 1,99	14,7 $\pm$ 2,15
ИНБ	37,35 $\pm$ 11,34	76,5 $\pm$ 28,61*	35,75 $\pm$ 10,52
SPO ₂	97,725 $\pm$ 0,397	97,45 $\pm$ 0,26	97,75 $\pm$ 0,24
ЧСС	86,8 $\pm$ 4,51	89,525 $\pm$ 4,2	87,2 $\pm$ 4,18

* – уровень значимости различий, $p < 0,05$ по сравнению со школьниками по данным критерия Стьюдента.

Условные обозначения: СИМ – показатель активности симпатической вегетативной нервной системы, ПАР – показатель активности парасимпатической ВНС, ЧСС – частота сердечных сокращений, ИНБ – показатель индекса Баевского (в у. е.), SPO₂ – процент содержания оксигемоглобина в крови испытуемых.

Таблица 76

Параметры квазиаттракторов вектора состояния организма обследуемых 2-х групп, занимающихся тхэквондо и плаванием более 2 лет, возраст 11 лет

Данные 1-й квалификационной группы тхэквондистов	Данные 2-й квалификационной группы пловцов
IntervalX0= 3 AsymmetryX0= 0.0167	IntervalX0=2 AsymmetryX0= 0.1250
IntervalX1=21 AsymmetryX1= 0.2940	IntervalX1=6 AsymmetryX1= 0.0833
IntervalX2=27 AsymmetryX2= 0.0296	IntervalX2=17 AsymmetryX2= 0.0118
IntervalX3=440 AsymmetryX3= 0.3420	IntervalX3=76 AsymmetryX3= 0.1480
IntervalX4=56 AsymmetryX4= 0.0272	IntervalX4=38 AsymmetryX4= 0.1895
IntervalX5=21717 AsymmetryX5=0.3559	IntervalX5=12 691 AsymmetryX5=0.2459
IntervalX6=14347 AsymmetryX6=0.2771	IntervalX6=9 102 AsymmetryX6= 0.1646
IntervalX7=13788 AsymmetryX7=0.2942	IntervalX7=6 653 AsymmetryX7= 0.1379
IntervalX8=72 AsymmetryX8= 0.0142	IntervalX8=52 AsymmetryX8= 0.0038
IntervalX9=72 AsymmetryX9= 0.0142	IntervalX9=52 AsymmetryX9= 0.0038
IntervalX10=10.77AsymmetryX10=0.3513	IntervalX10=3.93 AsymmetryX10=0.2302
General asymmetry value rY=9 592.0417	General asymmetry value rX = 3 581.2483
General V value vY = 1.00528203E0025	General V value vX = 4.81145904E0021

В табл. 77 представлены значения школьников и занимающихся *тхэквондо* в возрасте 11 лет. Общий показатель асимметрии R_x (R_x – расстояние между геометрическим центром *аттрактора* и статистическим центром) школьников ниже показателя занимающихся *тхэквондо*, значения которых имеют величину 5 583.1072 против 9 592.0417. Общий объем V_G квазиаттрактора ВСО школьников составляет $1,76 \cdot 10^{24}$, что в 6 раз ниже показателей у тхэквондистов, объем V_G квазиаттрактора которых равен $1 \cdot 10^{25}$.

Таблица 77

**Параметры квазиаттракторов вектора состояния организма
обследуемых 2-х групп, школьников и занимающихся тхэквондо,
возраст 11 лет**

Данные 1-й квалификационной группы школьников	Данные 2-й квалификационной группы тхэквондистов
IntervalX0= 7 AsymmetryX0= 0.3179	IntervalX0= 3 AsymmetryX0= 0.0167
IntervalX1= 7 AsymmetryX1= 0.3036	IntervalX1= 21 AsymmetryX1= 0.2940
IntervalX2= 17 AsymmetryX2= 0.0662	IntervalX2= 27 AsymmetryX2= 0.0296
IntervalX3= 207 AsymmetryX3= 0.3679	IntervalX3= 440 AsymmetryX3= 0.3420
IntervalX4= 79 AsymmetryX4= 0.1304	IntervalX4= 56 AsymmetryX4= 0.0272
IntervalX5= 19 636 AsymmetryX5= 0.2666	IntervalX5=21 717 AsymmetryX5=0.3559
IntervalX6= 11 675 AsymmetryX6= 0.1159	IntervalX6=14 347 AsymmetryX6=0.2771
IntervalX7= 8 802 AsymmetryX7= 0.1579	IntervalX7=13 788 AsymmetryX7=0.2942
IntervalX8= 70 AsymmetryX8= 0.0482	IntervalX8= 72 AsymmetryX8= 0.0142
IntervalX9= 70 AsymmetryX9= 0.0439	IntervalX9= 72 AsymmetryX9= 0.0142
IntervalX10=13.07 AsymmetryX10=0.3670	IntervalX10=10.77AsymmetryX10=0.3513
General asymmetry value rY = 5 583.1072	General asymmetry value rY = 9 592.0417
General V value vY = 1.76037577E0024	General V value vY = 1.00528203E0025

Далее сравним показатели *квазиаттракторов* школьников и занимающихся *плаванием* (табл. 78). Общий показатель асимметрии R_x школьников составляет 5 583.1072. Данное значение является более высоким показателем, по сравнению с занимающимися *плаванием*, у которых общий показатель асимметрии R_x равен 3 581.2483. Общий объем V_G квазиаттрактора ВСО

школьников, сравнивая их с занимающимися *плаванием*, выше и имеет величину $1,76 \cdot 10^{24}$ против $4,81 \cdot 10^{21}$ соответственно.

Таблица 78

**Параметры квазиаттракторов вектора состояния организма
обследуемых 2-х групп, школьников и занимающихся
плаванием**

Данные 1-й квалификационной группы школьников	Данные 2-й квалификационной группы пловцов
IntervalX0= 7 AsymmetryX0= 0.3179	IntervalX0= 2 AsymmetryX0= 0.1250
IntervalX1= 7 AsymmetryX1= 0.3036	IntervalX1= 6 AsymmetryX1= 0.0833
IntervalX2= 17 AsymmetryX2= 0.0662	IntervalX2= 17 AsymmetryX2= 0.0118
IntervalX3= 207 AsymmetryX3= 0.3679	IntervalX3= 76 AsymmetryX3= 0.1480
IntervalX4= 79 AsymmetryX4= 0.1304	IntervalX4= 38 AsymmetryX4= 0.1895
IntervalX5= 19 636 AsymmetryX5= 0.2666	IntervalX5=12 691 AsymmetryX5=0.2459
IntervalX6= 11 675 AsymmetryX6= 0.1159	IntervalX6= 9 102 AsymmetryX6= 0.1646
IntervalX7= 8 802 AsymmetryX7= 0.1579	IntervalX7= 6 653 AsymmetryX7= 0.1379
IntervalX8= 70 AsymmetryX8= 0.0482	IntervalX8= 52 AsymmetryX8= 0.0038
IntervalX9= 70 AsymmetryX9= 0.0439	IntervalX9= 52 AsymmetryX9= 0.0038
IntervalX10=13.07 AsymmetryX10=0.3670	IntervalX10=3.93 AsymmetryX10=0.2302
General asymmetry value rY = 5 583.1072	General asymmetry value rX = 3 581.2483
General V value vY = 1.76037577E0024	General V value vX = 4.81145904E0021

Анализируя данные табл. 76, 77 и 78 можно сказать, что показатели асимметрии R_x и общего объема V_G квазиаттрактора ВСО у школьников по отношению к занимающимся *тхэквондо* ниже, а по отношению к занимающимся *плаванием* – выше.

Метод исключения признаков учитывает влияние любого X_i признака на величину Z (расстояние между центрами квазиаттракторов). При выявлении наиболее значимых параметров школьников и занимающихся *тхэквондо*, были получены следующие результаты. Расстояние между центрами двух квазиаттракторов движения ВСО школьников и тхэквондистов составляет $Z_0=2517$. После поочередного исключения признаков X_i отмечаем, что наиболее значимыми являются признаки X_6 и X_7 (показатель спектральной мощности очень низкочастотной компоненты и показатель мощности низкочастотной компо-

ненты), т.к. при их исключении расстояние сильно изменяется (уменьшается) и составляет $Z_6=1\,648$, а $Z_7=1\,911$ (табл. 81). Степень изменения объемов квазиаттракторов для каждого кластера можно оценить при анализе относительной погрешности параметра R_0 . При анализе объемов наиболее значимыми оказались признаки $R_2= 47,47\%$ (показатель СИМ) и $R_4= 62,78\%$ (показатель ИНБ). Именно при их исключении существенно изменяется объем (при исходном объеме $R_0= 82,49\%$), что говорит о значимости именно этих признаков при данном сравнении (табл. 79).

Таблица 79

Результаты анализа исключения отдельных признаков параметров квазиаттракторов вектора состояния организма спортсменов, занимающихся тхэквондо и школьников

Объем первого квазиаттрактора	Объем второго квазиаттрактора	Различие между объемами квазиаттракторов	Относительная погрешность
$V_{x0} = 1 \cdot 1025$	$V_{y0} = 1,76 \cdot 1024$	$\text{dif} = 8,29 \cdot 1024$	$R_0 = 82,49\%$
$V_{x1} = 3,35 \cdot 1024$	$V_{y1} = 2,51 \cdot 1023$	$\text{dif1} = 3,1 \cdot 1024$	$R_1 = 92,49\%$
$V_{x2} = 4,79 \cdot 1023$	$V_{y2} = 2,51 \cdot 1023$	$\text{dif2} = 2,27 \cdot 1023$	$R_2 = 47,47\%$
$V_{x3} = 3,72 \cdot 1023$	$V_{y3} = 1,04 \cdot 1023$	$\text{dif3} = 2,69 \cdot 1023$	$R_3 = 72,19\%$
$V_{x4} = 2,28 \cdot 1022$	$V_{y4} = 8,5 \cdot 1021$	$\text{dif4} = 1,43 \cdot 1022$	$R_4 = 62,78\%$
$V_{x5} = 1,79 \cdot 1023$	$V_{y5} = 2,23 \cdot 1022$	$\text{dif5} = 1,57 \cdot 1023$	$R_5 = 87,59\%$
$V_{x6} = 4,63 \cdot 1020$	$V_{y6} = 9 \cdot 1019$	$\text{dif6} = 3,73 \cdot 1020$	$R_6 = 80,63\%$
$V_{x7} = 7,01 \cdot 1020$	$V_{y7} = 1,51 \cdot 1020$	$\text{dif7} = 5,5 \cdot 1020$	$R_7 = 78,48\%$
$V_{x8} = 7,29 \cdot 1020$	$V_{y8} = 2 \cdot 1020$	$\text{dif8} = 5,29 \cdot 1020$	$R_8 = 72,57\%$
$V_{x9} = 1,4 \cdot 1023$	$V_{y9} = 2,51 \cdot 1022$	$\text{dif9} = 1,15 \cdot 1023$	$R_9 = 81,99\%$
$V_{x10} = 1,4 \cdot 1023$	$V_{y10} = 2,51 \cdot 1022$	$\text{dif10} = 1,15 \cdot 1023$	$R_{10} = 81,99\%$
$V_{x11} = 9,33 \cdot 1023$	$V_{y11} = 1,35 \cdot 1023$	$\text{dif11} = 7,99 \cdot 1023$	$R_{11} = 85,57\%$

При помощи этого же метода выявлены наиболее значимые параметры X_i для школьников и занимающихся плаванием. Наиболее значимыми являются параметры показателя X_6 спектральной мощности очень низкочастотной компоненты ($Z_6=1\,578$) и показателя X_7 мощности низкочастотной компоненты ($Z_7=1\,626$), так как при их исключении существенно изменяется расстояние, по сравнению с исходным $Z_0=2\,237$ (табл. 81).

**Результаты анализа исключения отдельных признаков
параметров квазиаттракторов вектора состояния организма
школьников и спортсменов, занимающихся плаванием**

Объем первого квазиаттрактора	Объем второго квазиаттрактора	Различие между объемами квазиаттракторов	Относительная погрешность
$V_{x0} = 1,76 \cdot 10^{24}$	$V_{y0} = 4,81 \cdot 10^{21}$	$dif = 1,76 \cdot 10^{24}$	$R_0 = 99,73 \%$
$V_{x1} = 2,51 \cdot 10^{23}$	$V_{y1} = 2,41 \cdot 10^{21}$	$dif1 = 2,49 \cdot 10^{23}$	$R_1 = 99,04 \%$
$V_{x2} = 2,51 \cdot 10^{23}$	$V_{y2} = 8,02 \cdot 10^{20}$	$dif2 = 2,50 \cdot 10^{23}$	$R_2 = 99,68 \%$
$V_{x3} = 1,04 \cdot 10^{23}$	$V_{y3} = 2,84 \cdot 10^{20}$	$dif3 = 1,03 \cdot 10^{23}$	$R_3 = 99,73 \%$
$V_{x4} = 8,5 \cdot 10^{21}$	$V_{y4} = 6,33 \cdot 10^{19}$	$dif4 = 8,44 \cdot 10^{21}$	$R_4 = 99,26 \%$
$V_{x5} = 2,23 \cdot 10^{22}$	$V_{y5} = 1,27 \cdot 10^{20}$	$dif5 = 2,22 \cdot 10^{22}$	$R_5 = 99,43 \%$
$V_{x6} = 9 \cdot 10^{19}$	$V_{y6} = 3,79 \cdot 10^{17}$	$dif6 = 8,93 \cdot 10^{19}$	$R_6 = 99,58 \%$
$V_{x7} = 1,51 \cdot 10^{20}$	$V_{y7} = 5,29 \cdot 10^{17}$	$dif7 = 1,5 \cdot 10^{20}$	$R_7 = 99,65 \%$
$V_{x8} = 2 \cdot 10^{20}$	$V_{y8} = 7,23 \cdot 10^{17}$	$dif8 = 1,99 \cdot 10^{20}$	$R_8 = 99,64 \%$
$V_{x9} = 2,51 \cdot 10^{22}$	$V_{y9} = 9,25 \cdot 10^{19}$	$dif9 = 2,51 \cdot 10^{22}$	$R_9 = 99,63 \%$
$V_{x10} = 2,51 \cdot 10^{22}$	$V_{y10} = 9,25 \cdot 10^{19}$	$dif10 = 2,51 \cdot 10^{22}$	$R_{10} = 99,63 \%$
$V_{x11} = 1,35 \cdot 10^{23}$	$V_{y11} = 1,22 \cdot 10^{21}$	$dif11 = 1,33 \cdot 10^{23}$	$R_{11} = 99,09 \%$

Степень изменения объемов квазиаттракторов для каждого кластера до и после уменьшения размерности ФПС можно оценить при анализе параметра $R_0 = 99,73 \%$ (относительной погрешности). Анализируя этот параметр, можно отметить, что при исключении признаков наиболее значимый признак отметить трудно, т.к. при исключении признаков объемы практически не меняются по сравнению с исходным объемом (табл. 80).

Сравнив наиболее значимые показатели параметров Z (расстояния между центрами двух квазиаттракторов ВСОЧ) между группами, можно выявить схожесть в количественной значимости показателей, в частности, это имеет место для спектральной мощности очень низкочастотной компоненты и мощности низкочастотной компоненты (табл. 81).

Расстояние (Z) между центрами двух квазиаттракторов движения вектора состояния организма между школьниками и тхэквондистами, между школьниками и пловцами

Школьники и тхэквондисты	Школьники и пловцы
Z0 = 2 517.2978	Z0 = 2 236.5725
Z1 = 2 517.2978	Z1 = 2 236.5725
Z2 = 2 517.2970	Z2 = 2 236.5725
Z3 = 2 517.2971	Z3 = 2 236.5723
Z4 = 2 516.9933	Z4 = 2 236.5719
Z5 = 2 517.2963	Z5 = 2 236.5725
Z6 = 1 647.8119	Z6 = 1 578.2596
Z7 = 1 911.4341	Z7 = 1 626.3324
Z8 = 2 511.2423	Z8 = 2 206.5220
Z9 = 2 517.2897	Z9 = 2 236.5629
Z10 = 2 517.2904	Z10 = 2 236.5637
Z11 = 2 517.2978	Z11 = 2 236.5724

Таким образом, данные показателей ВСО у школьников занимающихся *аэробным видом спорта (плаванием)* и *анаэробно-аэробным видом спорта (тхэквондо)* по отношению к школьникам, не занимающимся спортом, имели противоположные значения. Значение показателя объема V_G квазиаттрактора ВСО школьников выше значения пловцов, но ниже значения тхэквондистов. Наблюдается такая же разница показателей асимметрии. Это объясняется тем, что состояние ФСО зависит от вида предъявляемой нагрузки в различных динамических видах спорта. В этой связи можно говорить, что показатели статистической обработки отражают количественные показатели изменения параметров, а обработка данных в рамках теории хаоса и синергетики – качественные и количественные. Причем методы ТХС дают более выраженные значения различий, чем традиционные статистические. И они являются интерактивными показателями (обобщающими), что в статистике пока еще не нашло применения.

1.3. Заключение

Организм ребенка в процессе становления морфофункционального статуса вынужден приспосабливаться как к влиянию внутренних перестроек в процессе роста и созревания, так и к многочисленным внешним воздействиям. Негативное влияние климатических и социальных факторов Севера РФ обуславливает дополнительный прессинг на развивающийся организм детей, который может привести к крайне нежелательным негативным последствиям. Изучение в рамках системного анализа и синтеза особенностей адаптации детского организма на Севере РФ в условиях реализации *циклических* и *ациклических* физических нагрузок было осуществлено с позиций *теории хаоса* и *синергетики* с использованием компартментно-кластерного подхода и методов системного синтеза на базе новых информационных технологий.

Выявлены различия между стохастической и хаотической динамикой поведения параметров КРС школьников и занимающихся динамическими видами спорта в условиях нагрузок аэробного и анаэробно-аэробного характера. Весьма эффективным методом оказался расчет объема *квазиаттрактора* ВСОЧ и расстояния между геометрическим центром *квазиаттрактора* и статистическим центром. При помощи метода исключения признаков, который учитывает влияние X_i признака на величину Z (расстояние между центрами квазиаттракторов), удалось выявить наиболее значимые, что показало эффективность такого метода в физиологии спорта.

Были идентифицированы различия в параметрах ВСОЧ у школьников с различным уровнем физической активности. Выявлено, что в состоянии относительного физиологического покоя школьники, не занимающиеся спортом, и школьники, занимающиеся *плаванием (циклическим видом спорта)*, имели достоверно меньшую величину активности СИМ и ИНБ по сравнению с занимающимися *тхэквондо (ациклическим видом спорта)*. Объем ФПС школьников, не занимающихся спортом, в 6 раз меньше показателей занимающихся *тхэквондо* ($1,76 \cdot 10^{24}$ против $1 \cdot 10^{25}$), но при этом почти в 370 раз больше, чем у занимающихся *плаванием* ($1,76 \cdot 10^{24}$ против $4,81 \cdot 10^{21}$). Общий пока-

затель асимметрии R_x школьников меньше показателя занимающихся *тхэквондо* (5583 против 9592), но больше показателя занимающихся плаванием (3581).

Результаты *внешнего управляющего воздействия* показали, что после тренировочной нагрузки объем *квазиаттракторов* у занимающихся *тхэквондо* уменьшается от $1 \cdot 10^{25}$ до $7,15 \cdot 10^{24}$, а у занимающихся *плаванием* наоборот увеличивается почти в 2,5 раза – от $4,81 \cdot 10^{21}$ до $1,86 \cdot 10^{22}$. Это можно объяснить тем, что *ациклическая физическая нагрузка*, протекающая в анаэробно-аэробном режиме, и *циклическая нагрузка*, протекающая в аэробном режиме, оказывает различное влияние на параметры ФСО детей. Общий показатель асимметрии R_x после тренировочной нагрузки в обеих группах снижается.

Расчет параметров *квазиаттракторов* движения ВСОЧ и измерение расстояний между центрами *квазиаттракторов* имеют перспективы для практического применения в учебно-тренировочном процессе для подготовки спортсменов, причем не только для занимающихся *тхэквондо* и *плаванием*, но и в других видах спорта. Данные методы ТХС позволяют выявлять уровень различий сравниваемых параметров в более выраженном виде, чем традиционные статистические приемы.

Функциональное состояние организма людей на Севере РФ, занимающихся динамическими видами спорта, зависит от вида физической подготовленности и нагрузки: *тхэквондисты* имеют до нагрузки более высокий показатель СИМ ($4,325 \pm 1,42$), чем у пловцов ($2,5 \pm 0,85$), после нагрузки показатель СИМ у них ниже, чем пловцы ($11,325 \pm 3,075$ и $13,25 \pm 3,06$ соответственно); показатели ПАР отличаются незначительно. Это демонстрирует принципиальное различие в статусе ВНС между занимающимися *тхэквондо* и *плаванием*.

Дети младшего возраста (9 лет), занимающиеся *тхэквондо*, имеют большее значение параметров СИМ во всех трех категориях измерения (до тренировки, после специальных упражнений и после тренировки) сравнительно с группой 11 лет. Такое же различие СИМ наблюдается у школьников, не занимающихся спортом, в покое 9 и 11 лет соответственно. При этом анализ размеров *квазиаттракторов* в многомерном пространстве признаков обеспечивает диагностику различия групп в объемах:

занимающиеся *тхэквондо* в возрасте 9 лет имели меньший объем *квазиаттрактора* (до $1,34 \cdot 10^{24}$, после $1,21 \cdot 10^{24}$), чем тхэквондисты 11 лет (до $1,01 \cdot 10^{25}$, после $7,15 \cdot 10^{24}$);

Показатели организма, занимающихся *циклическим видом спорта* (плавание) и *ациклическим видом спорта* (тхэквондо) по отношению к школьникам, не занимающимся спортом, имеют противоположные значения: показатель *квазиаттрактора* движения ВСО школьников ($1,76 \cdot 10^{24}$) выше такового показателя для пловцов ($4,81 \cdot 10^{21}$), но ниже показателя тхэквондистов ($1,01 \cdot 10^{25}$).

Уровень влияния на параметры расстояний Z между центрами *квазиаттракторов* движения ВСОЧ у школьников при занятиях *ациклическим видом спорта* (тхэквондо) выше ($Z=3122$), чем у занимающихся *циклическим видом спорта* (плаванием, $Z=2900$).

Разработанные алгоритмы и компьютерные программы целесообразно применять в практике тренерской работы и преподавателей физической культуры и спорта с целью улучшения учебно-тренировочного процесса подготовки при занятиях спортом.

Анализ существующих подходов и методов идентификации параметров порядка ВСОЧ можно использовать как эффективный показатель степени гипокинезии, которая существенно влияет на качество жизни.

ГЛАВА IV

АДАПТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ В ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИИ И СТОМАТОЛОГИИ

1. Системный анализ эффективности лечения отомикоза желатиновыми плёнками

1.1. Введение

Отомикоз – грибковое поражение уха, является широко распространенным заболеванием. Удельный вес *отомикозов* среди отитов другой этиологии составляет от 18 % у взрослых и до 26,3 % у детей (Ильин В.К. и соавт., 1994; Пронина Е.В., 1996; Кунельская В.Я., Шадрин Г.Б., 2004; Кунельская В.Я., 2004.) Высокая распространённость *отомикоза* среди населения, недостаточная эффективность лечения и очень частое возникновение рецидивов заболевания заставляет искать новые оптимальные средства и методы его лечения (Извин А.И., 2007).

Использование методов системного анализа и синтеза в практике оториноларингологии – наименее изученная проблема клинической кибернетики. В оториноларингологии существует большое количество задач, которые могут быть решены в рамках системного анализа и синтеза. Это объясняется тем, что изучение различной ЛОР-патологии требует получения информации о состоянии большого количества динамических признаков (информационных кластеров), обеспечивающих правильную диагностику и выбор оптимальных методов лечения. Системный подход направлен на изучение организма как целостной структуры в его тесной связи с окружающей средой. (Еськов В.М. и соавт., 2006; Хадарцев А.А. и соавт., 2006).

Среди методов лечения большое значение имеет местное лечение *отомикоза*. При этом выбор метода доставки лекарственного вещества в очаг патологии является решающим моментом для успешного лечения заболевания (Ананьев В.Н. и соавт., 2004). Для лечения заболеваний наружного уха традиционно используются различные способы доставки лекарственных веществ в патологический очаг (Кунельская В.Я., 1989; Магомедов М.М.,

1993; Кунельская В.Я., 2004; Бабияк В.И., Накатис Я.С., 2005).

В последние годы некоторые исследователи считают перспективным для местной терапии различных заболеваний применение иммобилизованных препаратов пролонгированного действия. Применение данных препаратов позволяет снизить токсичность лекарственных веществ, снижает вероятность аллергических реакций и выраженность побочных эффектов, а также сокращает дозы лекарственных веществ. Использование для лечения желатиновых плёнок позволяет доставлять лекарственное вещество непосредственно в очаг патологии или максимально близко к нему, где лекарственное вещество высвобождается в заданном месте (Ананьев В.Н. и соавт., 2004), что позволяет повысить эффективность лечения.

Актуальность лечения *отомикоза* заключается в отсутствии единого взгляда на методы лечения, единой оценки эффективности разных лекарственных средств, трудностью подбора средств для местного лечения, в т.ч. отсутствия оценки эффективности применения желатиновых плёнок при лечении *отомикоза*.

1.2. Основные результаты исследований и их обсуждение

Исследования осуществлены на базе Окружного кардиологического диспансера «Центра диагностики и сердечно-сосудистой хирургии» г. Сургута, Городской поликлиники №1 г. Сургута и Сургутского государственного университета. Бактериологическое исследование осуществлялось в бактериологической лаборатории ОКД и бактериологической лаборатории «Экология микроорганизмов» Сургутского государственного университета (Гацко Ю.С., 2009).

Проведены исследования и лечение 143 человек, группы рандомизированы методом случайной выборки. Объем и профиль этапов исследований представлен на рис. 26.

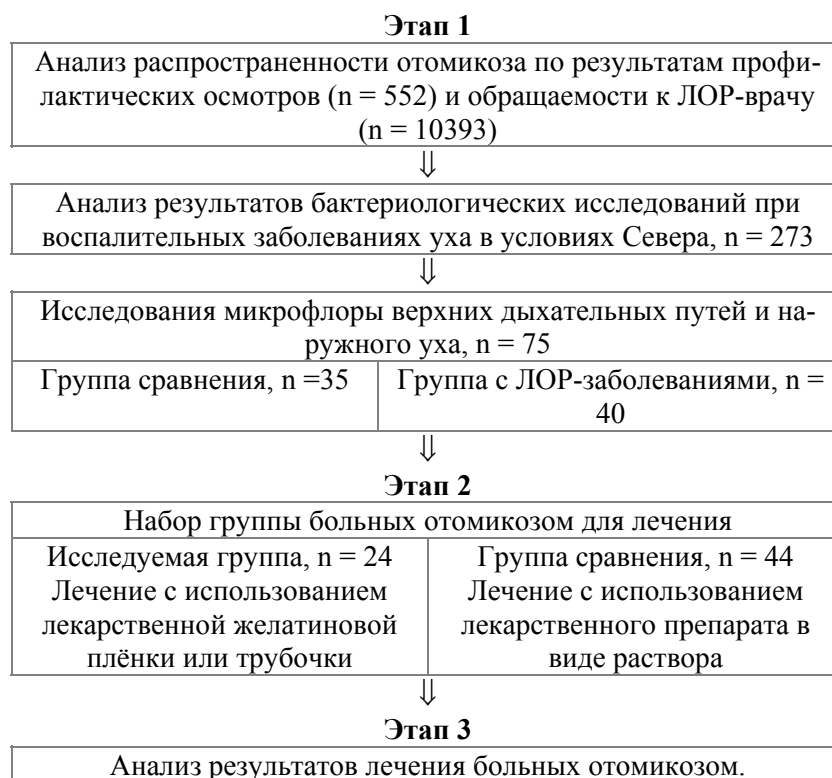


Рис. 26. Объем и профиль этапов выполнения исследований

Группа 1 – основная группа больных *отомикозом*. В группу включено 24 человека, в возрасте от 19 до 76 лет, из них мужчины составили 10 человек (42 %), женщины – 14 человек (58 %). Пациентам назначался лекарственный препарат в виде лекарственной желатиновой плёнки или трубочки (ООО «Аптека Реагент» г. Тюмень, патент РФ № 2147874, лицензия ТБ-ф-А № 684197 от 09.07.1997 и ТБ-ф-А № 684865 от 19.07.2000). Больным после туалета уха в наружный слуховой проход вводилась желатиновая пленка, предварительно выдержанная в теплой воде в течение 2–5 минут для размягчения и набухания. Процедура проводилась 1 раз в день.

Группа 2 – группа сравнения больных *отомикозом*. В группу включено 44 человека, в возрасте от 15 до 58 лет, из них мужчины составили 15 человек (34 %), женщины – 29 человек (66 %). Проводилось лечение с использованием лекарственного препарата нитрофунгин в виде спиртового раствора («Spofa», Чехия) в виде капель 3 раза в день в слуховой проход. Предварительно больным проводился туалет уха. Курс лечения продолжался до исчезновения клинических проявлений заболевания. Для предупреждения рецидива продолжали применять препарат 1–2 раза в неделю 4–6 недель (Французов Б.Л. и Французова С.Б., 1988; Сергеев А.Ю. и Сергеев Ю.В., 2004)

В *3 группу* – группу сравнения включено 35 человек без ЛОР заболеваний, у которых исследовалась микрофлора ЛОР-органов.

В *4 группу* больных включено 40 человек, у которых исследовалась микрофлора ЛОР-органов.

Сведения об исходном состоянии исследуемых лиц и результаты лечения получены при амбулаторных посещениях. Наблюдение проводилось в течение всего периода лечения с последующим назначением контрольных осмотров через 1, 3, 6, 12 месяцев, а также общеклинического и оториноларингологического обследования. Проведена отомикроскопия с использованием операционного микроскопа, как метода экспресс-диагностики элементов грибов (Красильников Ю.И., Солодилов В.Ю., 1970).

Для микробиологического анализа проводились посевы патологического отделяемого на питательные среды для получения культуры грибов. Для сбора и доставки материала использовалась транспортная система со средой Амиеса с активированным углем в полистироловой пробирке (HiMedia Laboratories Pvt.Ltd., Индия). Срок доставки материала в лабораторию не превышал 2-х часов.

При определении микрофлоры ЛОР-органов проводился забор и посев прямым методом на питательные среды, включающие желточно-солевой агар, кровяной агар, среда Сабуро. Исследовались мазки из носа (отдельно из правой и левой полости), горла и уха (отдельно правого и левого).

Анализ и обработку результатов исследования проводили с использованием параметрических и непараметрических стати-

стических методов. Для решения задач по реализации статистических возможностей в дифференциальной диагностике и прогнозировании использован метод последовательной диагностической процедуры, разработанный А. Вальдом (Гублер Е.В., 1990). Согласно методу, *диагностический коэффициент* (ДК) градации i признака x_i равен:

$$ДК = 10 \lg P(x_i / A) / P(x_i / B)$$

Информативность признака и величину пороговой суммы ДК определяли с использованием таблиц.

Проводили анализ системы по определенным этапам: анамнез, клиника, микробиологические результаты, оценка эффективности.

Вычислялись среднее арифметическое, среднее квадратическое отклонение, среднеквадратическая ошибка средней арифметической, t -критерий Стьюдента для независимых выборок.

Обработка данных по динамике поведения ВСОЧ в m -мерном пространстве состояний для больных отомикозом производилась с использованием оригинальной зарегистрированной программы: «Идентификация параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве» (Еськов В.М. и соавт., 2006), разработанной в НИИ БМК при ГОУ ВПО «СурГУ ХМАО-Югры», предназначенной для использования в научных исследованиях систем с хаотической организацией. Программа позволяет представить и рассчитать в ФПС с выбранными фазовыми координатами параметры *аттрактора* состояния динамической системы. Исходные параметры (координаты в m -мерном пространстве) вводились вручную или из текстового файла. Производился расчет координат граней, их длины и объема m -мерного параллелепипеда, ограничивающего *аттрактор*, хаотического и стохастического центров, а также показатель асимметрии стохастического и хаотического центров.

В результате проведенных исследований установлено, что за период наблюдения с января 2003 г. по июнь 2009 г. к ЛОР-врачу первично обратилось 10393 человека, из них 956 больных ($9,2 \pm 0,3$ %) с различными заболеваниями уха, при этом 190 человек были с наружными отитами, что составило $19,9 \pm 1,3$ % от

всех первичных больных, обратившихся к ЛОР-врачу с заболеваниями уха. Больные с воспалительными заболеваниями наружного уха грибковой этиологии составили 4,3 % от всех первичных больных с заболеваниями уха и $21,6 \pm 3,0$ % из всех больных с наружным отитом.

При проведении профилактических осмотров под наблюдением находилось 552 человек, из них диагноз ЛОР-заболевания установлен у 446 человек ($80,8 \pm 1,7$ %). Среди ЛОР-заболеваний *отомикоз* установлен у 3 человек, что составило 0,67 %. Этот показатель при отсутствии обострения воспалительного процесса в ухе, позволяет предположить достаточно обширное распространение бессимптомных форм заболевания (0,67 % обследованных лиц). При снижении неспецифической резистентности организма (Куяров А.В., 2006) это приводит к увеличению общего числа обратившихся по поводу лечения (21,6 %), которое наблюдалось как в периоды обострения, так и при хронизации процесса в ухе.

За период наблюдений в условиях оказания специализированной медицинской помощи диагноз *отомикоза* был установлен у 68 больных с воспалительными заболеваниями ушей, при этом на первом месте отмечены жалобы на боль (50,0 %), на втором месте – на зуд (45,0 %) и на третьем месте – жалобы на чувство заложенности в ухе (35,0 %). Для больных хроническим *отомикозом* при обострении на первом месте отмечены жалобы на боль и чувство заложенности в ухе (63,2 %). На последующих местах были жалобы на выделения из уха (52,6 %) и зуд (42,1 %). У больных хроническим *отомикозом* вне обострения на первом месте отмечены жалобы на зуд (58,6 %), на втором месте жалобы на чувство заложенности (41,4 %), на третьем месте – на дискомфорт в ухе (24,1 %).

ДК, рассчитанный для характеристики частоты жалоб на боль в ухе (табл. 82) при остром *отомикозе* составил 11 баллов, при обострении хронического процесса ДК составил 13 баллов. Жалобы на зуд в ухе у больных с хроническим *отомикозом* вне обострения имели наибольшую величину ДК (13 баллов). Жалобы на заложенность уха по частоте соответствовали показателю частоты жалобам на боль в ухе при обострении хронического процесса (ДК=13). При остром отомикозе менее характерны были жалобы на заложенность уха (35 % больных, ДК=10), что

может косвенно свидетельствовать об их характеристике для обострения хронических микотических процессов в ухе.

Таблица 82

Показатели диагностического коэффициента (ДК) и информативности (I) признаков отомикоза

Жалобы	Острый отомикоз		Обострение хронического отомикоза		Хронический отомикоз вне обострения	
	ДК	I*	ДК	I	ДК	I
Зуд в ухе	11	1,7	11	1,7	13	1,8
Чувство заложенности уха	10	1,3	13	1,6	11	1,3
Боли в ухе	11	2,0	13	2,1	8	0,6
Выделения из уха	10	0,6	12	0,6	6	0,5

Примечание: * – достаточная информативность показателей при $I_{min} = 0,5$.

Отдельную группу составили жалобы на дискомфорт и чувство влажности в ухе. Жалобы на дискомфорт встречались в 24,1 % случаев у больных с хроническим *отомикозом* вне обострения (ДК=9), т.е. в два раза чаще, чем у больных с острым и обострением хронического *отомикоза* (по 10,0 и 10,5 %, ДК=5 и 6 соответственно). Жалобы на чувство влажности в ухе предъявляли больные хроническим отомикозом вне обострения (10,3 % больных, ДК=5). Эти признаки были отмечены реже в группах с острым и обострением хронического отомикоза (ДК=2), что делает данную жалобу довольно специфичной.

Дифференцированный подход к жалобам больных позволяет уже на этапе опроса больного предполагать наличие острого или хронического процесса, что в свою очередь должно способствовать правильной тактике лечения и обследования больных с воспалительными заболеваниями уха.

Среди факторов, предрасполагающих к *отомикозу*, в 35,3 % случаев установлена травматизация кожи наружного слухового прохода при самостоятельной чистке уха (55,2 %), на втором месте – бесконтрольное применение антибиотиков (11,8 % слу-

чаев).

При хроническом *отомикозе* вне обострения провоцирующим фактором являлась травматизация кожи наружного слухового прохода при самостоятельной чистке уха, что определяет развитие хронического *отомикоза* и поддержание процесса хронического воспаления на фоне механического раздражения. Развитие острого *отомикоза*, вероятно, связано в большей степени с формированием дисбиоза уха на фоне проводимой антибактериальной терапии с последующей хронизацией процесса при механическом раздражении уха.

В исследуемых группах больных с *отомикозом* 36,8 % составили лица в возрасте от 28 до 37 лет (ДК=10), в 20,7 % случаев больные были в возрасте от 48 до 57 лет (ДК=8), реже были больные в возрасте 38-47 лет (17,6 %, ДК=7). Лица старших возрастных групп (57 лет и более) составили 4,4 % (ДК=1). В единичных случаях (2,9 %) *отомикоз* наблюдался у больных возраста 15-17 лет (ДК=0). Наиболее значимый ДК=10 у больных в возрасте от 28 до 37 лет позволяет на этапе опроса больного формировать настороженность врача относительно возможности наличия у больного микотического процесса при обращениях с воспалительными заболеваниями уха. Большинство больных *отомикозом* (72,0 %) было в возрасте 18-47 лет, т.е. в наиболее трудоспособном возрасте, при этом высокое распространение способствует увеличению материальных потерь в связи с временной нетрудоспособностью.

В структуре *отомикоза*, в условиях г. Сургута, преобладает микотический наружный отит (94,0 % случаев). Микотический средний отит встречался в 5,0 %, случаев. Микоз послеоперационных полостей среднего уха за исследуемый период был отмечен у одного больного.

В 29,0 % случаев был диагностирован острый *отомикоз* и в 71,0 % случаев хронический *отомикоз*, что указывает на выраженную хронизацию процесса даже при проводимом лечении.

Одностороннее и двухстороннее поражение уха при отомикозе в исследуемой группе больных по частоте значительно не отличалось. Так, одностороннее поражение уха было отмечено у 35 человек (51,5 % случаев), а двухстороннее – у 33 человек (48,5 %). Чаще наблюдалось поражения правого уха (55,5 % случаев).

В результате бактериологических исследований пациентов с воспалительными заболеваниями уха (273 мазка), был установлен родовой состав микрофлоры при острых и хронических воспалительных заболеваниях (рис. 27).

В 35,9 % случаев высевалась микрофлора рода *Staphylococcus*, в 11,7% – рода *Pseudomonas*, в 5 % посевов выделены грибы рода *Aspergillus*, рода *Candida* в 1,5 % случаев. В 33,7 % случаев результаты исследований были отрицательными. При оценке родového состава микроорганизмов было идентифицировано более 13 родов микроорганизмов.

Для оценки микрофлоры при воспалительных заболеваниях уха пациенты с данными заболеваниями были разделены на три группы: группа пациентов с предварительным диагнозом «Средний отит», группа пациентов с предварительным диагнозом «Наружный отит», группа пациентов с предварительным диагнозом «Отомикоз».

У обследованных больных с диагнозом «Средний отит» в 41,8 % случаев выделялись представители рода *Staphylococcus*, в 8,2 % – рода *Pseudomonas*, в 3,6 % посевов выделены грибы рода *Aspergillus*, представители дрожжеподобных грибов рода *Candida* отмечены в 2,7 % случаев.

В группе больных с диагнозом «Наружный отит» представители рода *Staphylococcus*, относительно предыдущей группы, выделялись реже (30,1 %), но увеличивалось число случаев с выделением микроорганизмов рода *Pseudomonas* (22,9 % случаев). Грибы рода *Aspergillus* идентифицировались в 3,6 % случаев и представители дрожжеподобных грибов рода *Candida* в 1,2 % случаев.

У больных с предварительным диагнозом «Отомикоз» на уровне 33,8 % случаев высевались микроорганизмы рода *Staphylococcus* и в 5,0 % случаев идентифицировались бактерии рода *Pseudomonas*, но чаще выделялись грибы рода *Aspergillus* (8,75 %) и отмечено выделение представителей рода *Proteus* (5,0 %).



Рис. 27. Родовой состав микроорганизмов у пациентов с воспалительными заболеваниями уха, % выделения.

Увеличение частоты выделения грибковой флоры, наблюдаемое в группе пациентов с предварительным диагнозом «Отомикоз» (8,8 %), а также идентификация представителей рода *Aspergillus* с наибольшей величиной ДК (7 баллов), указывают на значимость соотношения клинических данных при установлении предварительного диагноза отомикоза с результатами микробиологического исследования.

В группе пациентов с предварительным диагнозом «Средний отит», индикация грибковой флоры наблюдалась реже, клинически отомикоз не идентифицировался. Это указывает на наличие изменений бактериального сообщества в ухе, которые предшествуют развитию клинических проявлений отомикоза, что диктует необходимость более внимательного подхода к этой категории больных при постановке первичного диагноза и определенной настороженности врача-оториноларинголога (Кунельская В.Я., 1989).

Выделение грибов рода *Aspergillus* (ДК=7 баллов) свиде-

тельствует о наиболее выраженном нарушении микробного сообщества и соответствует более тяжелой клинической картине, что определяет трудность лечения данной группы больных.

Оценка состояния микрофлоры верхних дыхательных путей и наружного уха, проведенная в группах 3 (группа сравнения) и 4 (больные с ЛОР заболеваниями) показала, что частота встречаемости представителей рода *Staphylococcus* у лиц группы сравнения в правой и левой половине носа значительно не отличалась и находилась на уровне не ниже $94,3 \pm 3,0$ %. В этой группе выделение микроорганизмов вида *S. aureus* со слизистой носа, зева и наружного уха не превышало $5,7 \pm 3,9$ %. Значительную часть из всех выделенных стафилококков занимали представители вида *S. epidermidis*. Частота выделения его со слизистой верхних дыхательных путей составила $85,7 \pm 5,9$ % и $80,0 \pm 6,7$ %, соответственно в правой и левой половине носа. В зеве выделение *S. epidermidis* отмечено в 10,0 % случаев, из которых с гемолитической активностью было $33,6 \pm 8,8$ % штаммов.

Из наружного слухового прохода представители вида *S. epidermidis* выделялись с частотой $50,0 \pm 9,1$ % и $46,7 \pm 9,1$ % случаев, соответственно в правом и левом ухе.

При исследовании встречаемости представителей рода *Staphylococcus* в группе с ЛОР заболеваниями (группа 4) установлено, что частота выделения *S. aureus* в правой и левой половинах носа была выше, чем в группе сравнения и составляла 10,0 % и 13,2 %, соответственно. В зеве и ушах высеваемость *S. aureus* была в пределах 3,0–3,8 %.

Представители вида *S. epidermidis* выделялись со слизистой правой и левой половине носа с частотой 77,5 % и 68,4 %, соответственно. Со слизистой зева эти микроорганизмы идентифицировались в 73,1 % случаев, что было значительно чаще, чем в группе сравнения. Установлено, что в группе 4 подавляющее большинство штаммов *S. epidermidis* обладали гемолитической активностью (от 89,5 % со слизистой зева до 100,0 % с наружного уха и слизистой носа), а также выраженной лецитиназной и уреазной активностью.

Определены показатели корреляционной связи и степень её достоверности между частотой токсигенных и нетоксигенных факторов патогенности *S. epidermidis* (табл. 83). Установлена

сильная прямая корреляционная зависимость проявления гемолитической, лецитиназной и уреазной активности (r составлял от 0,84 до 0,97; $t=1,5-4,1$).

Таблица 83

Показатели корреляционной связи между частотой факторов патогенности *S. epidermidis*, выделенных из носа и зева

Факторы патогенности	Гемолиз		Уреаза		Лецитиназа	
	r	t	t	r	r	t
Гемолиз	1,0	—	0,97	4,1	0,84	1,5
Уреаза	0,97	4,1	1,0	—	0,94	2,8
Лецитиназа	0,84	1,5	0,94	2,8	1,0	—

Высокая диагностическая значимость признаков дает основание для формирования наиболее информативных показателей в диагностике, лечении, прогнозировании и профилактики *отомикозов*. Отбираемые по такому принципу признаки с соответствующими ДК и *информативностью* (I) составлены в последовательности их использования при обследовании больного (табл. 84).

Выделенные со слизистой глотки и носа представители *S. epidermidis*, имеют наибольший показатель ДК по лецитиназной, гемолитической и уреазной активности. Высокое проявление указанных токсигенных и нетоксигенных факторов патогенности способствует повышению потенциала колонизационной активности *S. epidermidis* с дальнейшим нарушением микробного биоценоза слизистой носа, глотки и ушей, что в свою очередь может способствовать активации грибковой флоры.

В зависимости от метода проводимого лечения *отомикоза* выделены две группы. В основной группе терапия проводилась препаратами иммобилизованными на лекарственных желатиновых пленках (трубочках), в группе сравнения терапия проводилась препаратом в традиционной лекарственной форме в виде раствора.

**Диагностические коэффициенты (ДК) и информативность (I*)
показаний к коррекции микробной экологии**

Наименование признака	ДК	I*
Жалобы		
Зуд в ухе	11-13	1,7-1,8
Чувство заложенности уха	10-11	1,3-1,6
Боли в ухе	8-13	0,6-2,1
Выделения из уха	6-10	0,5-0,6
Возраст:		
28-37 лет	10	2,2
38-47 лет	7	1,5
48-57 лет	8	1,6
Микрофлора слизистой носа:		
<i>Staphylococcus</i> КОЕ > 10 ³	6	1,4
<i>S. epidermidis</i> КОЕ > 10 ³	5	1,2
<i>S. epidermidis</i> (лец +)	7	0,8
<i>S. epidermidis</i> (зем +)	7	0,8
<i>S. epidermidis</i> (уреаза +)	2	0,5
Микрофлора наружного уха:		
<i>S. epidermidis</i> КОЕ > 10 ³	5	0,6
Высевание грибов рода <i>Aspergillus</i>	7	0,5

Примечание: * – достаточная информативность показателей при $I_{min} = 0,5$.

Для оценки эффективности лечения использовали следующие критерии – нормализация отоскопической картины, т.е. исчезновение местных признаков воспалительного процесса в ухе; восстановление нормальной окраски кожи наружного слухового прохода, восстановление серого цвета и опознавательных знаков барабанной перепонки, прекращение выделений из уха; – отсутствие рецидивов заболевания не менее 6 месяцев; – отрицательные результаты бактериологических исследований мазков из наружного слухового прохода.

Для удобства использования была разработана новая лекарственная форма в виде ушной желатиновой трубочки – В.А. Фурин, Ю.Т. Новиков, С.В. Опарин, Д.Н. Дурыгин, А.А. Чесноков,

Н.Ю. Сулычева, В.Н. Ананьев (патент № 2314795, зарегистрирован 20.01.2008). Ушные трубочки получают путем смешивания активных веществ с желатиноглицериновой массой, последующего формирования полученной массы в виде трубочек и высушивания трубочек. Наружный диаметр трубочек от 3 до 6 мм, внутренний диаметр от 1,5 до 3 мм, длина 30 ± 5 мм.

Применение лекарственных желатиновых плёнок и трубочек для лечения *отомикоза* позволило получить результаты, свидетельствующие: о возможности длительно и эффективно обеспечивать лечебное воздействие малыми дозами лекарственного вещества; исключение или значительное ослабление побочных эффектов лекарственных веществ; легкость изменения дозы путем удаления пленок или наложением дополнительных плёнок; безболезненность применения; прочная фиксация в зоне патологии; гемостатическое действие желатина и способность поглощать патологические экссудаты в зоне применения; экономическая доступность; ушные желатиновые трубочки сохраняют дренаж и аэрацию наружного слухового прохода.

С применением *нитрофунгина* в виде спиртового раствора было пролечено 44 больных с различными формами *отомикоза*. В результате проведенного лечения у больных наблюдалось улучшение состояния с последующей ликвидацией воспалительного процесса.

Средние сроки излечения в 1 группе больных составил 4,5 дня. В группе сравнения средний срок излечения составил 10,3 дня. В 1 группе максимальный срок лечения составлял 11 дней, в группе 2 у 12 больных срок излечения более 15 дней. Данные представлены на рис. 28.

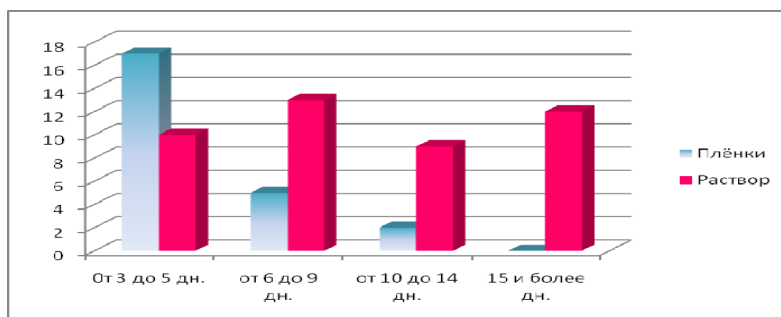


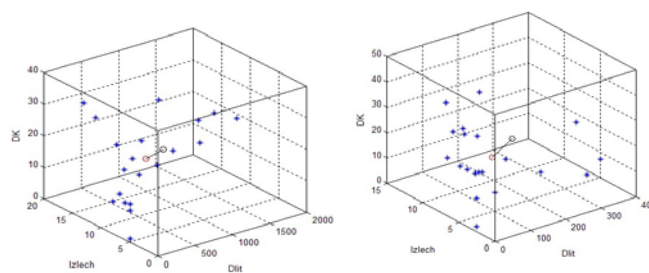
Рис. 28. Средние сроки излечения

При динамическом наблюдении наблюдались рецидивы заболевания: в группе 1, получавших лечение с использованием желатиновых плёнок или трубочек, рецидив был у 1 больного (4,2 %). В группе 2, получавших лечение с использованием раствора, рецидив наблюдался у 3 больных (7,5 %).

Анализ параметров *аттракторов* движения вектора состояния организма больных *отомикозом* разных групп получавших лечение с использованием лекарственных форм показал, что общий показатель асимметрии в 2-й группе превышает результаты по сравнению с 1-й группой 5,2 раза и общий объем *аттрактора* вектора состояния больных во 2-й группе ($1,75 \cdot 10^9$) на два порядка превышает результаты сравнительно с 1-й группой ($4,96 \cdot 10^7$), что качественно и количественно отражает параметры исследуемых групп по результатам лечения разными лекарственными формами.

Аттракторы вектора состояния больных *отомикозом* групп 1 и 2 в 3-х мерном ФПС представлены на рис 29.

Идентифицировали параметры *аттракторов* вектора состояния с использованием запатентованной программы (Еськов В.М. и соавт., 2006).



Группа 1

Группа 2

Рис. 29. Аттракторы вектора состояния больных отомикозом групп 1 и 2 в 3-х мерном фазовом пространстве, где:
Dlit – длительность заболевания (дней),
Izlech – срок излечения (дней), ДК – сумма ДК.

1.3. Заключение

В условиях Севера большинство больных *отомикозом* относятся (72,0 %) к трудоспособному возрасту (18-47 лет, ДК=7). Распространение бессимптомных форм *отомикоза* (0,67 %), при определенных условиях приводит к увеличению числа обратившихся по поводу лечения (21,6 %), как в периоды обострения, так и при хронизации процесса в ухе. Из факторов, predisposing к развитию *отомикоза*, на первом месте находится травматизация наружного слухового прохода при самостоятельной чистке уха.

Хронический микотический наружный отит сопровождается преимущественным поражением правого уха, при равной частоте одностороннего и двухстороннего проявления. При остром *отомикозе* и обострении хронического процесса преобладают жалобы на боль в ухе (ДК=11 и ДК=13, соответственно), у больных с хроническим *отомикозом* вне обострения преобладают жалобы на зуд в ухе (ДК=13).

Наиболее значимой при воспалительных заболеваниях уха в условиях Севера являются представители рода *Staphylococcus*, рода *Pseudomonas* и грибковая флора. Наибольшее диагностиче-

ское значение при диагностике ЛОР-заболеваний имеет выделение со слизистой носа и зева *S. epidermidis* с лецитиназной, гемолитической и уреазной активностью (ДК от 3 до 7). Установлена сильная прямая корреляционная зависимость проявления между этими токсигенными и нетоксигенными факторами патогенности (r от 0,84 до 0,97; $t=1,5-4,1$).

У больных ЛОР-заболеваниями изменения биоценоза верхних дыхательных путей сопровождается выраженным нарушением нормальной микрофлоры наружного слухового прохода, и выделение из уха представителей грибов рода *Aspergillus* имеет наибольшее диагностическое значение в постановке диагноза отомикоза (ДК 7).

Применение фармакологических препаратов иммобилизованных на лекарственной желатиновой плёнке (трубочке) обеспечило более эффективное и быстрое купирование воспалительного процесса при лечении отомикоза. Желатиновая ушная трубочка, максимально адаптированная для применения в полости наружного слухового прохода (изобретение № 2314795 «Ушные трубочки» зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 20.01.2008 г.).

Использование методов системного анализа с применением метода Вальда и обработкой данных по динамике поведения ВСОЧ в m -мерном пространстве состояний для больных отомикозом позволило установить диагностические коэффициенты ведущих признаков и оценить параметры аттракторов движения вектора состояния организма больных отомикозом, что способствует оптимизации диагностики, лечения, прогнозирования и профилактики отомикоза в условиях Севера.

Больным отомикозом необходимо проводить терапию с использованием иммобилизованных препаратов пролонгированного действия в виде желатиновых пленок или трубочек.

Развитие острого отомикоза можно рассматривать как дисбиоз уха на фоне проводимой антибактериальной терапии с последующей хронизацией процесса на фоне механического раздражения уха при чистке наружного слухового прохода и дальнейшей провокацией обострения процесса.

Наибольшее значение для предварительной диагностики отомикоза имеют жалобы на зуд и боли в ухе (ДК=11-13), жало-

бы на выделения из уха (ДК=10), возраст от 28 до 37 лет (ДК=10), выделение из уха представителей рода *Aspergillus* (ДК=7).

Выделенные со слизистой глотки и носа представителей вида *S. epidermidis* с повышенным потенциалом патогенности имеет наибольший показатель диагностического коэффициента и может являться признаком нарушения биоценоза ЛОР-органов с последующим риском развития грибковой патологии.

2. Сравнительный системный анализ параметров стоматологического статуса детей коренного и пришлого населения Ханты–Мансийского автономного округа – Югры

2.1. Введение

С позиций современной клинической кибернетики человеческий организм – это совокупность БДС, характеризующаяся интеграцией приспособительных реакций, с ее основополагающими принципами целостности и иерархичности структуры, саморегуляции, гомеостатического функционирования, надежности и стремления к самосохранению (Адайкин В.И. и соавт., 2008).

Все функциональные системы относятся к БДС, которые имеют компартментно–кластерную организацию. Исследования БДС подвергаются системному анализу и синтезу методами, обеспечивающими количественные и качественные характеристики малых популяций, различий и сходств между ними.

Рост стоматологической заболеваемости – одна из важных проблем современной медицины. По данным эпидемиологических исследований в России отмечается рост показателей распространенности и интенсивности кариеса зубов у детей (Кузьмина Э.М., 2001; Сунцов В.Г., 2007). Это связывают с изменением окружающей среды, снижением иммунитета у детей, характером питания и условиями быта, что является не только медицинской, но и социальной составляющей данной проблемы.

С каждым годом прирост осложненного кариеса во временных зубах приводит к «омолаживанию» (1,5-2 года) возрастного контингента детей с данной патологией. За последнее время число пациентов с пульпитом по данным ряда авторов увеличи-

лось в среднем в 2,5-3 раза.

Общие эпидемиологические данные кариеса зубов и его осложнений у детей могут иметь выраженные региональные особенности (Иванов В.С., 2003). Результаты таких исследований являются основой для планирования программ профилактики и лечения (Кузьмина Э.М., 1998; Сунцов В.Г., Дистель В.А., 2007).

В настоящее время вопросам вторичной профилактики уделяется большое внимание, так как в детском возрасте эти изменения являются не только причиной преждевременной потери зубов, нарушения развития соотношений челюстей, а также сенсибилизации и интоксикации детского организма в целом. Наличие кариозных зубов, как очага хронической инфекции, способствует аллергизации организма и поддерживает заболевания других органов и систем, снижает иммунитет (Заксон М.Л. и соавт., 1993). Особенно это актуально на северных территориях, где имеются свои особенности течения заболеваний, в том числе и в полости рта.

Климатогеографические условия Севера характеризуются рядом экстремальных особенностей. Это – наличие продолжительного по времени холодового воздействия, дефицита ультрафиолетовых лучей, слабоминерализованной воды питьевых источников с резко пониженным содержанием в ней фтора. Данные факторы относятся к числу экзогенных, совокупное воздействие которых на человека создает определенную напряженность в работе органов и систем организма (Зуевский В.П. и соавт., 2008).

Изменения гомеостаза органов и систем организма влекут за собой изменения в составе и свойствах слюны. Поэтому климатогеографические факторы Севера следует относить к факторам риска возникновения кариеса зубов у лиц, проживающих на Севере. Это согласуется с положениями теорий кариеса российских ученых. Особый интерес представляет изучение состояния зубочелюстного аппарата у *коренных малочисленных народов Севера* (КМНС) – *ханты и манси*, относящихся к малой этно-территориальной группе населения Западной Сибири, где в условиях специфики проживания, трудовой деятельности, близкородственных браков могут проявляться морфофункциональные особенности зубочелюстного аппарата. Проблема охраны здо-

ровья детей и подростков является чрезвычайно важной, поскольку от формирования здоровья в детском возрасте зависит здоровье взрослого населения.

2.2. Основные результаты исследований и их обсуждение

Проведено эпидемиологическое стоматологическое исследование детей школ г. Сургута и представителей КМНС – воспитанников школы-интерната Сургутского района.

Для выявления заболеваемости детей проведено комплексное стоматологическое обследование, результаты которого заносили в карту, предложенную экспертами ВОЗ для регистрации стоматологического статуса. При этом заполнялись все разделы «Карты осмотра полости рта». Были исследованы показатели, отражающие состояние слизистой оболочки полости рта, твердых тканей зубов и пародонта; гигиеническое состояние зубов, ортопедический и ортодонтический статус, а также нуждаемость в профилактической, терапевтической, ортодонтической и ортопедической помощи (Дерпак В.Ю., 2009).

Определение распространенности и интенсивности кариеса зубов. Интенсивность кариеса зубов определяли с помощью показателей индексов (КП) – *кариозные полости, пломбы* – для временных зубов и (КПУ) – *кариозные полости, пломбы, удаленные зубы* – для постоянных. Распространенность кариеса зубов изучали по процентному соотношению числа лиц с кариозными поражениями от общего числа обследованных (ВОЗ, 1995). Интенсивность кариеса постоянных зубов определяли по индексу КПУ. Индекс КПУ суммировали по количеству кариозных, пломбированных и удаленных зубов. Для оценки распространенности и интенсивности кариеса использовали критерии ВОЗ.

Гигиеническое состояние полости рта и состояние пародонта оценивали с помощью индексов G. Green, Ю.А. Федорова, В.В. Володкиной. Обследование и лечение детей выполнены с информированного согласия родителей и соответствуют этическим принципам, предъявляемым Хельсинской Декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki, 1964, 2000).

Всего было обследовано 1518 детей одной из школ г. Сур-

гута и 160 человек воспитанников школ – интернатов представителей КМНС (Сургутский район), эти пациенты явились основой для описания общей характеристики исследуемых групп по основным показателям стоматологического статуса.

Для сравнительной характеристики состояния полости рта за 2 года наблюдения все пациенты были разделены на подгруппы по возрастному различию.

1 группа (2007-08 гг.) - пришлые 1А подгруппа – дети с постоянным прикусом 9-13 лет 1Б подгруппа – дети с временным прикусом 9-13 лет 1В подгруппа – дети с постоянным прикусом 14-17 лет	2 группа (2008-09 гг.) - пришлые 2А подгруппа – дети с постоянным прикусом 9-13 лет 2Б подгруппа – дети с временным прикусом 9-13 лет 2В подгруппа – дети с постоянным прикусом 14-17 лет
3 группа (2007-08 гг.) - КМНС 3А подгруппа – дети с постоянным прикусом 9-13 лет 3Б подгруппа – дети с временным прикусом 9-13 лет 3В подгруппа – дети с постоянным прикусом 14-17 лет	4 группа (2008-09 гг.) - КМНС 4А подгруппа – дети с постоянным прикусом 9-13 лет 4Б подгруппа – дети с временным прикусом 9-13 лет 4В подгруппа – дети с постоянным прикусом 14-17 лет

Методы лечения и профилактики патологии ротовой полости: с целью профилактики стоматологических заболеваний рекомендовали к применению *фторид натрия* в средних терапевтических дозах (по 1 мг/сут). Курс профилактики – 250 дней в год с перерывом на летние месяцы (1-2). Наряду с введением фтора внутрь, с целью повышения резистентности эмали зуба местно использовали *фторсодержащие лаки, гели* (аппликации, полоскания растворами фторидов). Применяли: 1-3 % раствор *Ремодента* (2-3 полоскания в неделю, 3 минуты, курс 5 процедур 2 раза в год); раствор *фторида натрия* в концентрациях 0,05; 0,1; 0,2 % (1 раз в день 1-2 мин. 1 раз в две недели). *Фторсодержащие лаки:* «Duraphat» (2,26 % фторида), «Fluor Protector» (0,1 % фторида), «Composeal» (фторид натрия, фторид кальция) «Фторлак» (Харьков) (5 % фторида натрия).

Обработка зубов лаками у детей проводили в зависимости от степени активности кариозного процесса (при 1 степени активно-

сти кариозного процесса – 2 раза в год; при 2 степени активности кариозного процесса – 4 раза в год; при 3 степени активности кариозного процесса – от 6 – 12 раз в год). *Фторсодержащие гели*: «Флюодент», «Флюокаль», «Эльмекс», «Флюодент», «Blend-a-med». Также проводили аппликации с использованием 3 % раствора *Ремодента*; по методике Леуса-Боровского использовали растворы 10 % глюконата кальция, 4 % фтористого натрия. С целью профилактики фиссурного кариеса проводили герметизацию фиссур. Герметики назначали с целью создания физического барьера, предотвращающего ретенционные участки эмали от воздействия кариесогенных факторов в полости рта.

Математическая обработка результатов исследования

С помощью специализированной компьютерной программы производилась идентификация параметров *квазиаттракторов* стоматологического статуса детей в сравниваемых группах. После введения исходных параметров (координат в m -мерном пространстве), производился расчет координат граней и их длины; объема m -мерного параллелепипеда, ограничивающего *аттрактор*; координат хаотического и статистического центров, а также показатель асимметрии по каждой фазовой координате как расстояние между стохастическим и хаотическим центрами (rx).

Показатель асимметрии ΔX отражает степень различия между стохастическими и хаотическими процессами по каждой координате и в целом по всем фазовым координатам как интегральный параметр rx . Объем m -мерного параллелепипеда V_G находился как результат произведения интервалов по всем фазовым координатам (В.М. Еськов, 2006).

Общая характеристика исследуемых групп: Анализ полученных данных показал, что распространенность кариозного процесса у воспитанников школ-интернатов детей КМНС варьировала в пределах 93–95 %, а у школьников г. Сургута 86–89 %. Высокие показатели наблюдались практически во всех возрастных группах, за исключением детей, вошедших в группу 9–11 лет. Показатели, полученные в последней возрастной группе, можно объяснить физиологической сменой временных зубов, пораженных кариесом, постоянными.

Результаты исследования показали, что первую группу составили 18 % обследованных – по степени активности кариеса

(дети с индексом КПУ+КП; КПУ, не превышающими значения 5 для возраста 9 –10 лет, значения 4 для возраста 11 – 14 лет и значения 9 для возраста 15 – 17 лет.)

Большинство детей были отнесены во вторую – 25 % обследованных (индексы КПУ + КП, КПУ от 5 до 9) и третью – 57 % (индексы КПУ + КП, КПУ больше 8 для возраста 9 –10, 11 – 14 лет и больше 9 для возраста 15–17 лет) диспансерные группы по степени активности кариеса.

Исходом осложнений кариеса зубов является их преждевременное удаление (за 1,0-1,5 года до физиологической смены), и позднее несвоевременное удаление, которое в последующем может привести к развитию зубочелюстных деформаций и воспалительных процессов. В среднем показатель частоты встречаемости раннего удаления постоянных зубов у детей составил 30,05 %, что может быть связано с отсутствием системы диспансерного наблюдения за детьми.

При обследовании тканей пародонта выявлена патология у 60,85 %, детей и подростков. В структуре ее преобладал хронический катаральный гингивит.

Ситуация, возможно, обусловлена становлением гормонального фона, урегулирование которого с возрастом может привести к нормализации состояния тканей пародонта, а также высоким уровнем соматической заболеваемости.

Нуждаемость воспитанников в ортодонтическом лечении составила 68,35 %. Во время обследования ни у одного ребенка не обнаружено замещения имеющихся дефектов ортодонтической или ортопедической конструкцией.

Неудовлетворительная гигиена полости рта играет большую роль в развитии зубочелюстных аномалий, поскольку зубной налет рассматривается как фактор риска возникновения кариеса зубов и заболеваний тканей пародонта. При обследовании преимущественно отмечались *индексы гигиены* (по Федорову-Володкиной) «неудовлетворительный» – $(21,20 \pm 2,35)$ %, «плохой» – от $(44,28 \pm 2,43)$ % и «очень плохой» – от $(31,02 \pm 1,78)$ во всех возрастных группах. Это свидетельствует о низком уровне гигиенической культуры детей. Качество индивидуальной профилактики стоматологических заболеваний зависит от уровня гигиенических знаний и умений их использовать в повседнев-

ной жизни.

По результатам осмотра подлежало санации полости рта наибольшее количество детей (79 %) в самой младшей возрастной группе (8-9 лет), наименьшие показатели были в возрастной группе (16-17 лет) – 55,6 %. Число здоровых школьников (с интактными зубами) составило 11 % от числа осмотренных. Наибольшее количество детей со здоровыми зубами выявлено среди детей 11 лет, 12 лет, 13 лет, 14-15 лет – 7,8 %, 6,5 %, 7,1 %, 6,7 % соответственно. Наименьшее количество детей по данному показателю выявлено в группе детей 8-9 лет, 10-11 и 16-17 лет – 3,8 %, 2,8 %, 3,9 % соответственно. Число ранее санированных в стоматологических кабинетах при школах составило 32% от числа осмотренных. Интенсивность кариеса по индексу КПУ+КП составила $4,0+1,9=5,9$. Интенсивность кариеса постоянных зубов у детей 8-9 лет составила 1,8. В целом у детей 9-12 лет интенсивность кариеса по индексу КПУ составила 2,5. Для 12-летних КПУ равен 3,85 (по сравнению с предыдущим периодом практически без динамики).

Анализ стоматологического статуса детей (КМНС) – представителей школы интерната за двухлетний период обследования до и после проведения профилактических мероприятий.

При обследовании 3А и 4А группы детей в возрасте 9-13 лет с постоянным прикусом выявлено достоверное отличие в показателях кариеса зубов: в группе 3А средний показатель составил $5,75\pm0,63$ в 4А – $3,71\pm0,33$ ($p<0,001$); показатель пульпита $1,44\pm0,23$ и $0,51\pm0,18$ соответственно ($p<0,001$); достоверного отличия в период наблюдения по показателю периодонтита не выявлено в группе 3А этот показатель составил $0,91\pm0,17$, в группе 4А – $0,82\pm0,16$.

Следует отметить, что достоверное отличие в период наблюдения выявлено по показателям: «подлежит удалению», прирост свежих кариозных полостей. Во 3А группе показатель – «подлежит удалению» составил $1,31\pm0,19$; прирост свежих кариозных полостей $7,08\pm0,75$; а в 4А группе – $0,64\pm0,15$ и $4,7\pm0,33$ соответственно ($p<0,001$). Показатели «П» и «У» в исследуемых группах за период наблюдения достоверно не отличались.

При обследовании 3Б и 4Б группы детей в возрасте 9-13 лет

с временным прикусом также было выявлено достоверное отличие в показателях кариеса зубов: в группе 3Б средний показатель составил $1,35 \pm 0,25$ в 4Б – $0,68 \pm 0,17$ ($p < 0,001$); показатель пульпита $0,48 \pm 0,12$ и $0,11 \pm 0,07$ соответственно ($p < 0,001$); показатель периодонтита в группе 3Б составил $1,53 \pm 0,24$, в группе 4Б – $1,08 \pm 0,24$ ($p < 0,001$).

Показатель «П» в группе 3Б – $0,46 \pm 0,11$; в группе детей 4Б этот показатель достоверно отличался $0,08 \pm 0,05$ ($p < 0,001$). Следует отметить, что достоверного отличия в период наблюдения не выявлено по показателям: «подлежит удалению» и прирост свежих кариозных полостей.

При обследовании 2А и 3А группы детей в возрасте 9-13 лет с постоянным прикусом выявлено достоверное отличие в показателях кариеса зубов: в группе 2А средний показатель составил $5,75 \pm 0,63$ в 3А – $3,71 \pm 0,33$ ($p < 0,001$); показатель пульпита $1,44 \pm 0,23$ и $0,51 \pm 0,18$ соответственно ($p < 0,001$); достоверного отличия в период наблюдения по показателю периодонтита не выявлено в группе 2А этот показатель составил $0,91 \pm 0,17$, в группе 3А – $0,82 \pm 0,16$.

Следует отметить, что достоверное отличие в период наблюдения выявлено по показателям: «подлежит удалению», прирост свежих кариозных полостей. Во 2А группе показатель – «подлежит удалению» составил $1,31 \pm 0,19$; прирост свежих кариозных полостей $7,08 \pm 0,75$; а в 3А группе – $0,64 \pm 0,15$ и $4,7 \pm 0,33$ соответственно ($p < 0,001$). Показатели «П» и «У» в исследуемых группах за период наблюдения достоверно не отличались.

При обследовании 3В и 4В группы детей в возрасте 14-17 лет с постоянным прикусом выявлено достоверное отличие в показателях кариеса зубов: в группе 3В средний показатель составил $6,35 \pm 0,51$ в 4В – $2,9 \pm 0,36$ ($p < 0,001$); показатель прироста свежих кариозных полостей в 3В $10,75 \pm 1,08$ и 4В $3,15 \pm 0,39$ ($p < 0,001$); достоверного отличия в период наблюдения по показателям пульпит, периодонтит, «подлежит удалению», показатель «П» показатель «У» не выявлено.

Сравнительный системный анализ параметров квазиаттракторов вектора состояния стоматологического статуса детей г. Сургута и детей – представителей КМНС жителей Сургутского района.

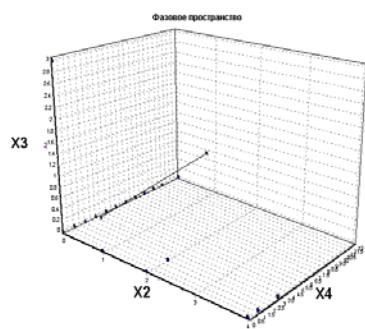
При оценке показателей *квазиаттракторов* вектора состояния стоматологического статуса детей следует учитывать, что показатели 2007-08 гг. получены до проведения профилактических мероприятий, а 2008-09 гг. после. В результате использования запатентованной программы были получены таблицы, представляющие размеры каждого из интервалов Δx_i для соответствующих параметров порядка x_i и показатели асимметрии (Asymmetry) для каждой координаты x_i .

Показатели объема (General V value) в *семимерном фазовом пространстве* для группы детей 9-13 лет, проходивших стоматологическое обследование в 2008-09 гг. в три раза меньше, чем у детей, проходивших обследование в 2007-08 гг. Объем *квазиаттрактора* General V value в группе детей 9-13 лет 2007-08 гг. обследования составил 258 048, а в той же возрастной группе детей, проходивших обследования в 2008-09 г. – 82 944. Данная ситуация с показателями объема *квазиаттракторов* демонстрирует неблагоприятное течение стоматологических заболеваний у детей 9-13 лет в 2007-08 гг. Для достаточной эффективности выполненных профилактических мероприятий за год с помощью программы «Identity 4» в графическом варианте показано положение *квазиаттракторов* движения *вектора состояния стоматологического статуса* (ВССС) в трехмерном ФПС (рис. 30, 31).

Для этого выбрали наиболее значимые параметры в первом случае: *периодонтит*, подлежит удалению, показатель «П» и во втором случае – *кариес*, показатель «У», прирост свежих полостей.

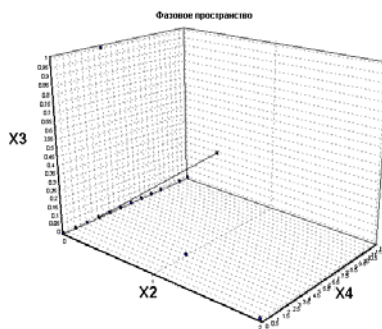
Наиболее хаотическая динамика ВССС наблюдается в 2007-08 г. (рис. 30) Объем трехмерного параллелепипеда, ограничивающего *квазиаттрактор* поведения вектора состояния организма детей в 2007-08 г. составлял 144 у.е., а в 2008-09 – 24 у.е. Полученные данные свидетельствуют о наличии существенных разбросов в параметрах ВССС, что говорит об активном протекании дезадаптационных процессов у детей в 2007-08 гг. по представленным трем параметрам.

07-08



V=144

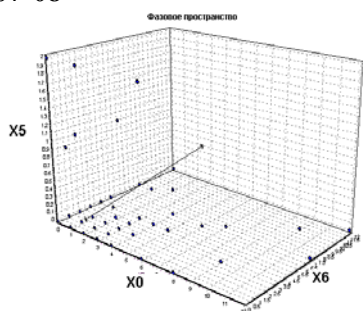
08-09



V=24

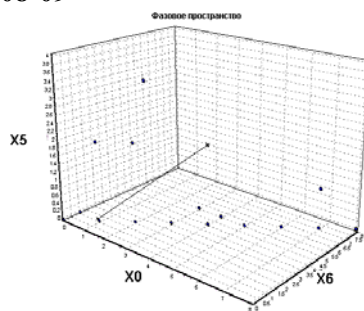
Рис. 30. Положение квазиаттрактора ВССС в 3-х мерном фазовом пространстве состояний (x_2 – периодонтит, x_3 – подлежит удалению, x_4 – показатель «П») у детей возраста 9-13 лет с постоянным прикусом

07-08



V=288

08-09



V=256

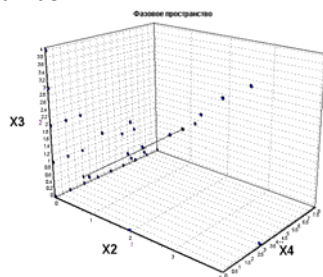
Рис. 31. Положение квазиаттрактора ВССС в 3-х мерном фазовом пространстве состояний (x_0 – кариес, x_5 – показатель «У», x_6 – прирост свежих полостей) у детей возраста 9-13 лет с постоянным прикусом

По параметрам показателя «У», прирост свежих полостей у детей 9-13 лет в 2007-08 гг. (рис. 31) наблюдались максимальные значения объема *квазиаттрактора* движения ВССС. Показатель объема в 2007-08 – 288 у.е., а в 2008-09 составлял 256 у.е., что указывает на меньшую диагностическую ценность этих трех параметров.

Увеличения объема движения ВССС на несколько условных единиц по выше представленным параметрам, обуславливает более хаотическую динамику параметров кариеса, показателя «У» и прирост свежих полостей в 2007-08.

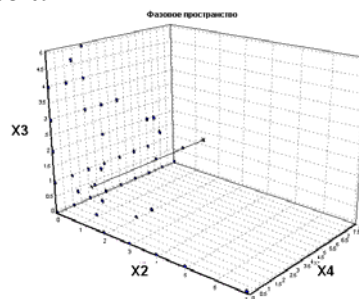
Используя разработанные и запатентованные программные продукты, определялось расстояние между центрами двух *квазиаттракторов* (Z) по данным двум группам. В нашем случае они составляют 0.3919. методом исключения отдельных признаков с помощью ЭВМ, который исключает влияние X_i – признаков на величину Z (расстояние между центрами *квазиаттракторов*).

07-08



V=128

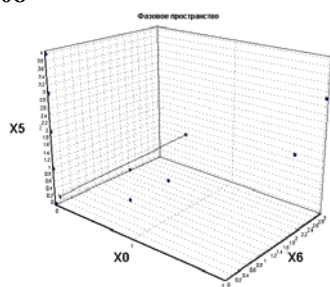
08-09



V=280

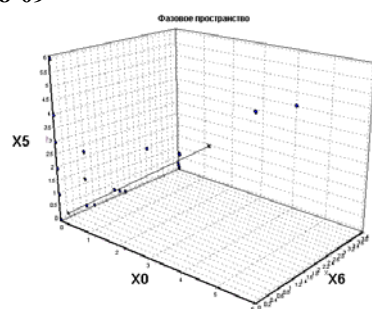
Рис. 32. Положение квазиаттрактора ВССС в 3-х мерном фазовом пространстве состояний (x_2 – периодонтит, x_3 – подлежит удалению, x_4 – показатель «П») у детей возраста 9-13 лет с временным прикусом

07-08



V=24

08-09



V=144

Рис. 33. Положение квазиаттрактора ВССС в 3-х мерном фазовом пространстве состояний (x_0 – кариес, x_5 – прирост свежих кариозных полостей, x_6 – поставлено пломб) у детей возраста 9-13 лет с временным прикусом

Размерность ФПС в группе детей 9-13 лет с временным прикусом за период обследования одинакова в обоих случаях $m=7$, что подтверждает число признаков, в которых определяется ВССС для состояния временного прикуса как достаточное.

Показатели объема (General V value) в семимерном ФПС для группы детей 9-13 лет с временным прикусом, проходившие обследование в 2008-09 гг. значительно больше такового в 2007-08 гг. и составляет General V value 241 920 и 3 072 соответственно. При изучении положения *квазиаттракторов* движения ВССС в трехмерном ФПС (рис. 32) по параметрам X_2 – периодонтит, X_3 – подлежит удалению, X_4 – показатель «П» отмечается наибольшая хаотическая динамика ВССС в период наблюдения 2008-09 гг. и составляет 280 у.е., в период 2007-08 гг. этот показатель равен 128 у.е. По показателям X_0 – кариес, X_5 – прирост свежих кариозных полостей, X_6 – поставлено пломб у детей 9-13 лет с временным прикусом (рис. 33) максимальное значение *квазиаттракторов* отмечено в 2008-09 гг. – 144 у.е., в 2007-08 гг. это значение составляло 24 у.е. Эти данные можно объяснить тем, что состояние временных зубов естественно ухудшается в связи с увеличением возраста ребенка.

При определении расстояния между центрами двух *квази-*

аттракторов (Z) по двум обследуемым группам с постоянным прикусом (исходно имеет Z 0.3121), установлено, что наиболее значительными являются признаки X_2 – периодонтит, X_3 – подлежит удалению в группе детей 9-13 лет в период обследования.

Особое внимание в работе было уделено оценке эффективности проведения профилактических мероприятий у детей 14 – 17 лет с постоянным прикусом. Для этой группы обследуемых размерность ФПС за период обследования одинакова, в обоих случаях $m=8$, что подтверждает число признаков, в которых определяется ВССС для состояния постоянного прикуса как достаточное. Показатели объема (General V value) в объеме восьмимерном ФПС в группах обследуемых детей 14-17 лет с постоянным прикусом, проходивших стоматологическое обследование, составляет 4 609 920 в 2007-08 гг., в период же 2008-09 гг. этот показатель объема уменьшился в 36 раз и составил General V value 126 412. Показатель асимметрии $гX=10.1191$ в 2007-08 гг. и $гX=8.4145$ в 2008-09 гг.

Положения *квазиаттракторов* движения ВССС в трехмерном ФПС (рис. 34) по наиболее значимым параметрам X_2 – периодонтит, X_3 – подлежит удалению, X_4 – показатель «П» у детей 14-17 лет с постоянным прикусом выявляют наибольшую хаотическую динамику ВССС в период наблюдения 2007-08 гг. и составляет 240 у.е., по этим же параметрам в период 2008-09 гг. этот показатель значительно уменьшился и составил 17 у.е.

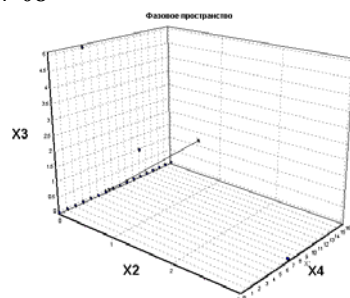
При изучении показателей X_0 – кариес, X_5 – прирост свежих кариозных полостей, X_6 – поставлено пломб у детей исследуемой группы в период обследования и лечения (рис. 35) максимальное значение *квазиаттракторов* отмечено в 2007-08 гг. и составляет 1372 у.е., в 2008-09 гг. этот показатель снизился и составил 676 у.е.

Такие показатели свидетельствуют о неблагоприятной стоматологической ситуации в данной возрастной группе в период 2007-08 гг.

Определяли расстояние между центрами двух *квазиаттракторов* (Z) по группам 14–17 лет (в данном случае 0.4397), установлено, что наиболее значительными у данной группы детей являются признаки: X_2 – периодонтит, X_3 – подлежит удалению, X_4 – показатель «П», X_6 – прирост свежих полостей. Отмечено более выраженный сдвиг Z для старшей группы (14-17

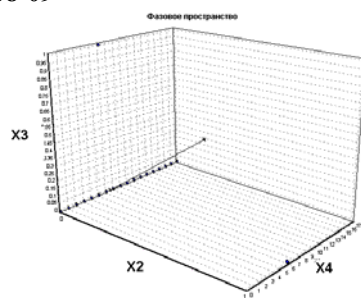
лет), чем для младшей группы (9-13 лет) – (60,44 против 0,39).

07-08



V=240

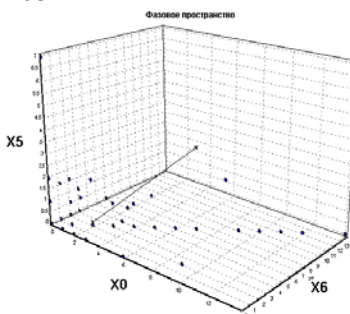
08-09



V=17

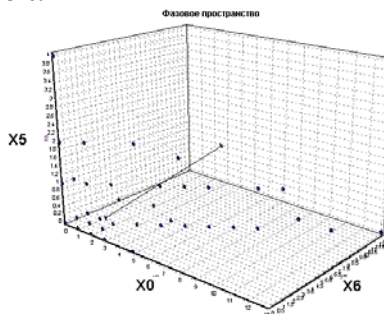
Рис. 34. Положение квазиаттрактора ВССС в 3-х мерном фазовом пространстве состояний (x_2 – периодонтит, x_3 – подлежит удалению, x_4 – показатель «П») у детей возраста 14-17 лет с постоянным прикусом

07-08



V=1372

08-09



V=676

Рис. 35. Положение квазиаттрактора ВССС в 3-х мерном фазовом пространстве состояний (x_0 – кариес, x_5 – показатель «У», x_6 – прирост свежих полостей) у детей возраста 14-17 лет с постоянным прикусом

Сравнительный системный анализ проводили также и в группах детей КМНС – представителей школ интернатов, проживающих в районе. Изучали стоматологический статус детей 9-13

лет с постоянным и временным прикусом и 14-17 лет с постоянным прикусом по основным параметрам до, и после проведения профилактических мероприятий.

Отмечено, что размерность ФПС в двух случаях одинакова ($m=6$), соответственно число признаков, в которых определялся вектор состояния организма ребенка для состояний временного прикуса у детей этой группы, достаточно большое.

При проведении дифференцировки *квазиаттракторов* движения ВССС детей КМНС, выявлено, что показатели объема (General V value) в группах детей 9-13 лет с временным прикусом, проходившие стоматологическое обследование в 2008-09 гг. значительно меньше, чем у детей, проходивших обследование в 2007-08 гг. General V value в группе детей 9-13 лет в 2008-09 гг. обследования составил 34 560, в 2008-09 гг. – 13 824.

Изучая положение *квазиаттракторов* движения ВССС в трехмерном ФПС в данной группе детей для наиболее значимых параметров (X_2 – периодонтит, X_3 – подлежит удалению, X_4 – показатель «П») – в первом, и (X_0 – кариес, X_5 – прирост свежих полостей, X_6 – поставлено пломб) – выявлена наиболее хаотическая динамика ВССС в 2007-08 г. Объем трехмерного параллелепипеда, ограничивающего квазиаттрактор поведения ВССС детей в 2007-08 г. составлял 192 у.е., а в 2008-09 – 128 у.е. Полученные данные свидетельствуют о наличии существенных разбросов в параметрах ВССС, что говорит об активном протекании дизадаптационных процессов у детей в 2007-08 по представленным трем параметрам.

По параметрам – X_0 – кариес, X_5 – прирост свежих полостей, X_6 – поставлено пломб у детей 9-13 лет (КМНС) с временным прикусом в 2007-08 наблюдались максимальные значения объема квазиаттрактора движения ВССС. Показатель объема в 2007-08 – 180 у.е., а в 2008-09 составлял 108 у.е.

Увеличения объема движения ВССС на несколько условных единиц по выше представленным параметрам, обуславливает более хаотическую динамику параметров кариеса, приросту свежих кариозных полостей в 2007-08.

Определено расстояние между центрами двух *квазиаттракторов* (Z) по данным двум группам. В данном случае они составляют 0.9755. При исключении отдельных признаков было установлено, что более значительным является признак X_4 – по-

казатель «П» и X_6 – поставлено пломб по группам детей 9-13 лет (КМНС) с временным прикусом в два года обследования.

Размерность ФПС у обследуемых детей 9-13 лет (КМНС) с постоянным прикусом в двух случаях также одинакова ($m=7$), т.е. число признаков для состояний постоянного прикуса у детей можно расценить как достаточное.

Показатели объема (General V value) в группах детей 9-13 лет (КМНС) с постоянным прикусом, проходившие стоматологическое обследование в 2007-08 гг. больше, чем у детей, проходивших обследование в 2008-09 гг. General V value в группе детей 9-13 лет в 2007-08 гг. обследования составил 985 600 при $rX=5.8651$, а в той же возрастной группе детей, проходившим обследование в 2008-09 г. – $vX=179\,200$ при $rX=4.5780$. Такие данные по показателям объема квазиаттракторов указывают на неблагоприятный стоматологический статус у детей 9-13 лет (КМНС) с постоянным прикусом в 2007-08 гг.

При изучении положения *квазиаттракторов* движения ВССС в трехмерном ФПС по показателям X_2 – периодонтит, X_3 – подлежит удалению, X_4 – показатель «П» выявлено, что объем трехмерного параллелепипеда, ограничивающего *квазиаттрактор* поведения вектора состояния организма детей составляет около 80 у.е., как 2007-08 гг., так и 2008-09 гг.

По параметрам — X_0 – кариес, X_5 – показатель «У» и прирост свежих полостей у детей 9-13 лет (КМНС) с постоянным прикусом в 2007-08 наблюдались максимальные значения объема квазиаттрактора движения ВССС. Показатель объема в 2007-08 – 1760 у.е., а в 2008-09 составлял 320 у.е., т.е. отмечается уменьшение объема почти в 5 раз, что позволяет интерпретировать эти параметры, как наиболее значимые.

При определении расстояния между центрами двух *квазиаттракторов* (Z) по данным двум групп (в данном случае они составляют 3.3244) было установлено, что более значительным является признак X_3 – подлежит удалению, X_5 – показатель «У» и X_6 – прирост свежих полостей по группам детей 9-13 лет (КМНС) с постоянным прикусом в два года обследования, что подтверждается результатами изменения V (объем уменьшается в 5 раз).

При изучении результатов идентификации параметров *квазиаттракторов* движения ВССС в группе детей 14-17 лет (КМНС) с постоянным прикусом размерность ФПС за период

обследования одинакова в обоих случаях $m=7$, что подтверждает число признаков, в которых определяется ВССС для состояния постоянного прикуса как достаточное.

Показатели объема (General V value) в семимерном ФПС для группы обследуемых детей 14-17 лет (КМНС) с постоянным прикусом, проходивших стоматологическое обследование составляет 560 000 в 2007-08 гг., в период же 2008-09 гг. показатель объема значительно уменьшился и составил General V value 3 072. Показатель асимметрии $гХ=3.7418$ в 2007-08 гг. и $гХ=2.9994$ в 2008-09 гг., что показало особую эффективность профилактических мероприятий.

Положения *квазиаттракторов* движения ВССС в трехмерном ФПС по параметрам X_2 – периодонтит, X_3 – подлежит удалению, X_4 – показатель «П» у детей 14-17 лет (КМНС) с постоянным прикусом выявляют наибольшую хаотическую динамику ВССС в период наблюдения 2007-08 гг. и составляет 80 у.е., по этим же параметрам в период 2007-08 гг. этот показатель значительно уменьшился и составил 12 у.е.

При изучении показателей X_0 – кариес, X_5 – прирост свежих кариозных полостей, X_6 – поставлено пломб у детей исследуемой группы в период обследования и лечения максимальное значение *квазиаттракторов* отмечено в 2007-08 гг. и составляет 1000 у.е., в 2008-09 гг. этот показатель снизился и составил 64 у.е.

Данные показатели свидетельствуют о неблагоприятной стоматологической ситуации в возрастной группе 14-17 лет в период 2007-08 гг. Расстояние между центрами двух *квазиаттракторов* (Z) по данным двум групп (в данном случае составляет 8.8180), установлено, что наиболее значительными у данной группы детей являются признаки: X_3 – подлежит удалению, X_4 – показатель «П», X_5 – показатель «У».

Таким образом, проведя системный анализ и синтез стоматологических показателей у детей 9-13 лет с постоянным и временным прикусом, а также у детей 14-17 лет с постоянным прикусом (пришлось и КМНС) выявил эффективность применения методов теории хаоса и синергетики для оценки параметров здоровья детского населения и позволяет положительно оценивать влияние профилактических мероприятий на стоматологический статус детей ХМАО–Югры.

2.3. Заключение

Распространенность и интенсивность основных стоматологических заболеваний у детей г. Сургута и Сургутского района увеличивается с возрастом, что может быть связано с плохим гигиеническим состоянием полости рта (ГИ 3,0-3,5 по G. Green) и, как следствие, высокой частотой распространенности кариеса зубов (93-95 %), заболеваний тканей пародонта (60,85 %), преждевременным удалением зубов и высокой нуждемости в ортодонтическом лечении.

Распространенность кариеса постоянных зубов у детей - школьников г. Сургута составляет 87 %, у воспитанников школ - интернатов представителей КМНС – 95 %.

Интенсивность кариеса «КПУ» составляет 4,6 (постоянный прикус), 1,0 (временный прикус) у школьников г. Сургута и 6,5 (постоянный прикус), 2,3 (временный прикус) у воспитанников школ-интернатов.

Профилактические мероприятия приводят к улучшению показателей стоматологического статуса, особенно выраженные у детей – представителей КМНС (в семимерном ФПС до профилактики объем *квазиаттрактора* составил 560000, после – 3072, что указывает на эффективность проведенных мероприятий).

Методами системного анализа выявлены различия параметров *квазиаттракторов* ВССС школьников г. Сургута и детей – представителей КМНС, которые в целом выражались в меньшем объеме *квазиаттракторов* и уменьшении расстояния между стохастическими и геометрическими центрами у детей г. Сургута.

Проведение комплекса профилактических мероприятий привело к уменьшению объемов *квазиаттракторов* состояния стоматологического статуса у детей с постоянным прикусом г. Сургута, но не однозначно у детей – представителей КМНС.

Полученные в результате системного анализа данные о наиболее значимых признаках при оценке стоматологической патологии целесообразно использовать в практике врачей-стоматологов.

ГЛАВА V

АДАПТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ В ЭКОЛОГИИ, МЕДИЦИНЕ ТРУДА, ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ И БИОРИТМОЛОГИИ

1. Сравнительный системный анализ околосуточных ритмов показателей кардио-респираторной системы и биологического возраста

1.1. Введение

Социально-экономические преобразования, охватившие районы Среднего Приобья, сопровождаются интенсивными миграционными притоками населения. Вновь складывающиеся сообщества людей в необычных для них условиях окружающей среды зачастую подвергаются воздействию чрезвычайно неблагоприятных природно-климатических факторов. Сохранение здоровья населения северных регионов в настоящее время является очень важной задачей. Это в свою очередь определяет необходимость изучения физиологических механизмов адаптации пришлого населения (Койносов П.Г. и соавт., 1999; Катюхин В.Н. и соавт., 2002; Колпаков В.В., Фатеева Н.М., 2002).

Приспособление организма к различным факторам окружающей среды представляет собой длительный исторический процесс, направленный на формирование экологического типа, обеспечивающего целостность и оптимальные условия для его жизнедеятельности (Агаджанян Н.А., Ермакова Н.В., 1997; Соколов А.Г., 2002). По этой причине оценка и прогнозирование медико-биологического состояния пришлого населения в неблагоприятной для него среде обитания представляет актуальную задачу. Важнейшим моментом сохранения здоровья населения северных территорий является своевременная диагностика нарушений в состоянии здоровья. Биологические ритмы человеческого организма являются одним из важнейших механизмов приспособления к внешней среде, а с другой – рассматриваются

в качестве универсального критерия функционального состояния организма, его благополучия (Алякринский Б.С., 1981; Моисеева Н.И., 1982; Романов Ю.А., 1982; Губин Г.Д., 1993).

Здоровье человека определяется взаимной слаженностью его ритмических процессов (Агаджанян Н.А. и соав., 1998). Имеются работы по оценке состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем у коренного населения – ханты севера Тюменской области при проведении исследований один раз в сутки (Шестакова Г.Н., 2004), а также аналогичные изучения с хронобиологических позиций (4 раза в сутки) у коренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа 5-и возрастных групп (Денежкина В.Л., 2005).

Представляет большой интерес сравнительный анализ биоритмов физиологических показателей у жителей юга и севера Тюменской области, проживающих в районах с различными климатическими условиями, с оценкой их биологического возраста. Известно, что биологический или истинный возраст человека определяется не только генетическими механизмами, но и образом жизни, а также условиями проживания и в частности климатическими условиями (Дуров А.М., 1999).

Применение новых подходов в обработке информации, основанных на системном анализе, позволяет выявлять скрытые взаимосвязи и оценивать поведение сложных биосистем в целом. Это открывает перспективы в изучении функционального состояния организма человека в сравнительном аспекте.

По В.В. Фролькису, 1984, биологический возраст – это мера изменения во времени биологических возможностей человека. Поэтому оценка биологического возраста у лиц, проживающих в условиях Ханты-Мансийского автономного округа и на юге Тюменской области является актуальной проблемой.

1.2. Основные результаты исследований и их обсуждение

Общая характеристика обследованных групп. В соответствии с поставленными задачами изучение осуществлялось у практически здоровых людей зрелого возраста, проживающих в г.

Сургуте и г. Тюмени. Средний срок проживания на севере для мужчин составлял $14,2 \pm 1,0$ года; у женщин – $15,7 \pm 1,0$ лет ($M \pm m$).

В исследование включены лица мужского и женского пола, так как половые различия значительно влияют на циркадианную организацию физиологических показателей.

Использовалась классификация возрастных групп, принятая на 7-й Всесоюзной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии, Москва, 1965, согласно которой выделяли юношеский (17–21 год), зрелый 1 период (22–35 лет), зрелый 2 период (36–60 лет), пожилой (61–74 года) и старческий (75–90 лет) возраста. Исследования проводились в осенний сезон года. Учет сезона года необходим, поскольку сезонные изменения циркадианной системы весьма существенны.

В работе было изучено 40 мужчин (средний возраст $34,5 \pm 1,2$ года) и 30 женщин (средний возраст $39,1 \pm 1,5$), проживающих длительное время в г. Сургуте. 30 мужчин в возрасте $37,0 \pm 1,0$ лет и 20 женщин ($31,8 \pm 1,3$ лет) проживали на юге Тюменской области (г. Тюмени) и служили в качестве контрольных групп. Всего обследовано 120 человек зрелого возраста. Изучение осуществлялось с хронобиологических позиций 4 раза в сутки: 8, 12, 16, 20 часов. Ночная точка была нами исключена, поскольку нарушение ночного сна при проведении исследований является не физиологичным и может искажать циркадианные ритмы физиологических показателей (Катинас Г.С., Мартынихин А.В., 1994). Исключались также люди с обострениями заболеваний, а также лица, имеющие в анамнезе заболевания, которые могли бы повлиять на результаты – сахарный диабет, бронхиальная астма и др. (Арушанян Э.В., Батурин В.А., 1995).

Все исследования проводились в дни, когда не было магнитных бурь, резкого атмосферного давления, так как имеются публикации о значительном влиянии этих факторов на циркадианную организацию (Рыжков Г.В., 1981; Ли А.В., Власова И.Г., 1988).

Изучались физиологические показатели сердечно-сосудистой системы, функции внешнего дыхания, параметры системы крови.

По ЭКГ определялась общая продолжительность сердечного цикла в миллисекундах (интервал R–R); продолжительность электрической систолы желудочков в миллисекундах (интервал Q–T) (Дощицин В.Л., 1987).

Артериальное давление измерялось на правой руке в условиях относительного покоя в положении сидя. Использовался электронный измеритель артериального давления. Из полученных данных рассчитывались: *пульсовое давление* ($ПД = АДС - АДД$ в мм. рт. ст.); *среднее динамическое давление*, которое определяли по Хикему ($СДД = 0,42 (АДС - АДД) + АДД$ мм. рт. ст.); *систолический объем сердца* определяли по Старру ($СО = 100 + 0,5(АДС - АДД) - 0,6АДД - 0,6В$) в мл, где В – возраст); *минутный объем кровообращения* ($МОК = СО \times ЧСС$ мл/мин) (Горшков С.И. и соавт., 1974).

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) в мл определялась на спирометре ССП. *Частота дыхания* (ЧД) считалась в положении лежа, после 5 минутного отдыха.

В работе изучен ряд показателей системы крови: количество эритроцитов, лейкоцитов, концентрация гемоглобина и относительное содержание лимфоцитов и нейтрофилов. Эти показатели были взяты нами по ряду причин: во-первых, это очень информативные параметры, во-вторых, они выполняются практически во всех лабораториях и по ним имеются публикации по различным возрастным группам и в-третьих, они входят в перечень показателей для определения биологического возраста человека (Долгушин А.Е., 2009). Для анализа использовалась периферическая кровь, взятая из пальца. Количество эритроцитов и лейкоцитов в 1 мкл подсчитывалось в камере Горяева со взятием крови по Н.М. Николаеву, 1954. Определение концентрации гемоглобина осуществлялось гемоглобинцианидным методом по стандартным наборам (Дервиз Г.В. и соавт., 1959). Окраска мазков периферической крови для изучения клеточного состава лейкоцитов проводилась по Романовскому. В каждом мазке подсчитывалось 200 клеток.

Оценку влияния вегетативной нервной системы на сердечно-сосудистую систему определяли по *вегетативному индексу Кердо* (ВИК). Индекс рассчитывали на основании сопоставле-

ния величин диастолического артериального давления и частоты сердечных сокращений. ВИК определяли по формуле $\text{ВИК} = (1 - \text{ДАД/ЧСС}) \cdot 100 \%$. Указанный индекс оценивает баланс влияний симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы в регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы. При этом отклонение $\text{ВИК}+$ свидетельствовало о сдвиге равновесия в симпатическую сторону, а $\text{ВИК}-$ указывал на сдвиг равновесия в парасимпатическую сторону.

Биологический возраст определяли по методу А.М. Дурова, 1999, основанному на хронобиологическом подходе, по определительным шкалам, разработанным автором. В нашей работе биологический возраст определялся по 3-м системам: крови, сердечно-сосудистой и дыхательной.

С помощью специализированной компьютерной программы производилась идентификация параметров *квазиаттракторов* состояния сердечнососудистой системы и периферической крови в сравниваемых группах. После введения исходных параметров (координат в m -мерном пространстве), производился расчет координат граней и их длины; объема m -мерного параллелепипеда, ограничивающего *аттрактор*; координат хаотического и статистического центров, а также показателя асимметрии по каждой фазовой координате как расстояние между стохастическим и хаотическим центрами (rx).

Координаты стохастического центра аттрактора $X_0^C = (x_1^C, x_2^C, \dots, x_m^C)^T$ находились путем вычисления среднего арифметического одноименных координат точек, представляющих проекции конца вектора состояния БДС на каждую из координатных осей:

$$x_i^C = \sum_{j=1}^N x_j / N,$$

где N – количество точек состояния БДС в фазовом пространстве, $i=1, 2, \dots, m$.

Координаты хаотического центра *аттрактора* $X_0^X = (x_1^X, x_2^X, \dots, x_m^X)$, вычислялись по формуле:

$$x_i^X = x_{i(\min)} + D_i / 2,$$

где D_i – ширина фазовой области *аттрактора* в проекции на i -ую координату, $D_i = x_{i(\max)} - x_{i(\min)}$; $x_{i(\min)}$ – координата крайней точки, совпадающая с нижней границей интервала фазовой области; $x_{i(\max)}$ – координата крайней точки, совпадающая с верхней границей фазовой области, в пределах которой движется *вектор состояния системы* (ВСС).

Показатель асимметрии ΔX или расстояние rx между точкой стохастического (координаты x_s) и хаотического (координаты x_c) центров рассчитывался по формуле:

$$\Delta X = \sqrt{(x_1^X - x_1^C)^2 + (x_2^X - x_2^C)^2 + \dots + (x_m^X - x_m^C)^2}$$

или,

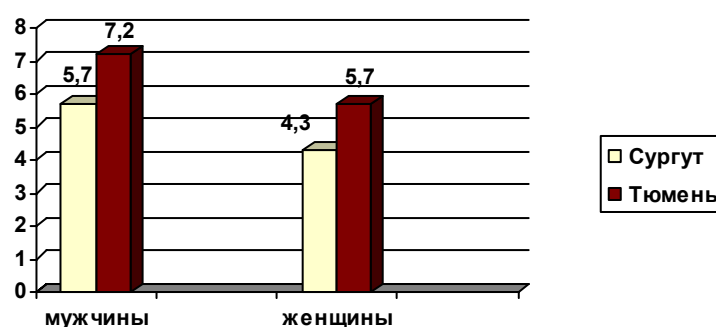
$$rx = \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{si} - x_{ci})^2}$$

Традиционная методология описания стохастических процессов основывается, как правило, на распределении Гаусса. Показатель асимметрии ΔX отражает степень различия между стохастическими и хаотическими процессами по каждой координате и в целом по всем фазовым координатам как интегральный параметр rx . Объем m -мерного параллелепипеда V_G находился как результат произведения интервалов по всем фазовым координатам (Еськов В.М., 2006).

Полученный цифровой материал обрабатывали по методу Фишера-Стьюдента (Лакин Г.Ф., 1980). При этом определяли: M – среднее арифметическое, σ – среднее квадратическое отклонение, m – среднюю ошибку средней арифметической, t – нормированное отклонение (критерий Стьюдента). Различия сравниваемых величин считали достоверными при уровне значимости $P < 0,05$. Математически были рассчитаны параметры биоритма: *мезор* – среднесуточный уровень, *амплитуда* – отклонение от среднесуточного уровня, *акрофаза* – время наибольшего значения функции, *хронодезм* – размах колебаний. Впервые данные

понятия введены Ф. Хальбергом (1969) и подробно описаны в работе К.А. Багриновского и соавт. (1973).

Осуществлен сравнительный анализ циркадианных ритмов показателей сердечно-сосудистой системы у людей, проживающих на Севере и на юге Тюменской области, полученные при этом данные циркадианного ритма ЧСС у людей, проживающих в г. Тюмени (осенний сезон) полностью согласуются с результатами ряда исследователей (Латенков В.П., Губин Г.Д., 1987). Акрофазы ЧСС у жителей Тюмени регистрируются в вечерние часы, а у жителей Сургута сдвигаются на 12 часов. Амплитуды у мужчин и женщин в Тюмени достоверно выше, чем у лиц, проживающих в Сургуте (рис. 36). У коренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа (мужчины) акрофазы отмечаются в 16 часов, со снижением амплитуды в старческом возрасте (Денежкина В.Л., 2005).



Примечание: * – различия статистически достоверны относительно лиц, проживающих в Тюмени.

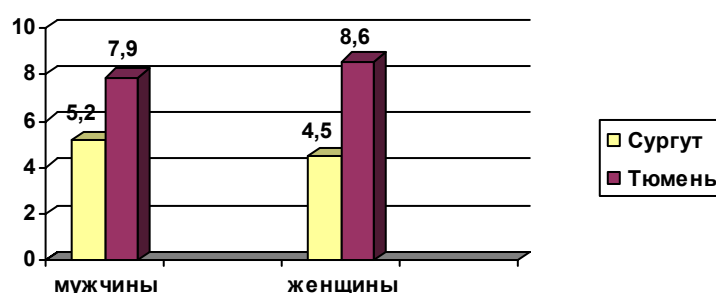
Рис. 36. Характеристика амплитуд ЧСС у людей, проживающих на Севере и юге Тюменской области.

Мезоры САД и ДАД у женщин на юге достоверно ниже, чем у женщин, проживающих на Севере. Это хорошо согласуется с имеющимися литературными данными (Алиева О.А., 2006).

Т.В. Новоселова (2005) приводит цифры САД ($121,9 \pm 0,9$ мм. рт. ст.) и ДАД ($79,3 \pm 0,96$ мм. рт. ст.) у мужчин с напряжением механизмов адаптации и соответственно $111 \pm 1,32$ и $69,4 \pm 0,53$ с удовлетворительной адаптацией.

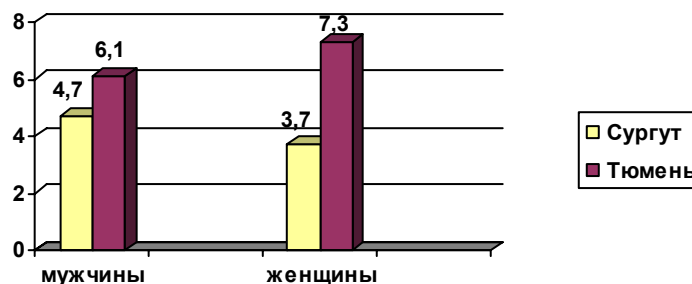
Характерная для здорового организма строгая согласованность различных процессов во времени, поддерживается благодаря взаимному сопряжению периферических осцилляторов, контролю за ними центральных пейсмекеров (супрахиазматические ядра, эпифиз) и внешних датчиков времени, основными из которых являются свет, температура, электромагнитные и гравитационные поля (Губин Д.Г., Губин Г.Д., 2000).

В наших исследованиях (рис. 37) амплитуда ритма показателей: САД, ДАД, ПД, СДД достоверно снижалась у жителей г. Сургута, относительно значений, зарегистрированных у жителей г. Тюмени.



Примечание: * – различия статистически достоверны относительно значений у лиц, проживающих в Тюмени.

Рис. 37. Характеристика амплитуд САД у жителей, проживающих на Севере и юге Тюменской области.



Примечание: * – различия статистически достоверны относительно значений у лиц, проживающих в Тюмени.

Рис. 38. Характеристика амплитуд ДАД у жителей, проживающих на Севере и юге Тюменской области.

Мезоры СО, МОК у жителей юга Тюменской области имеют тенденцию к повышению, относительно значений у северян (у мужчин), а у женщин эти различия статистически достоверны.

Таким образом, анализируя параметры циркадианных ритмов ЧСС, САД, ДАД, ПД, СО, МОК можно отметить их более высокие амплитуды у жителей юга Тюменской области. Более высокие значения СО и МО и более низкие значения САД и ДАД у людей, проживающих в Тюмени, чем у лиц, проживающих на севере, могут свидетельствовать о напряжении механизмов адаптации у коренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа.

Это можно объяснить экологическим состоянием Ханты-Мансийского автономного округа (Катюхина В.Н., 2002). Основными факторами формирования климата ХМАО являются преобладающий перенос воздушных масс с Запада на Восток и влияние Евразийского континента. Континентальность климата выражается в большой повторяемости антициклональной погоды. Взаимодействие климатообразующих факторов придает циркуляции атмосферы своеобразные черты – быструю смену циклонов и антициклонов и очень резкую изменчивость погоды,

поэтому территория округа характеризуется значительной межсуточной динамикой температур.

Данные по общей продолжительности сердечного цикла (R–R) у людей 2-х регионов подтверждают результаты определения ЧСС.

Акрофазы величины интервала Q–T (продолжительность электрической систолы) регистрируются у мужчин в Сургуте в 16 часов, а у мужчин в Тюмени в 8 часов; у женщин в 8 и 12 часов соответственно.

Амплитуды ритмов показателей R–R и Q–T имеют тенденцию к снижению у мужчин, проживающих на Севере, а у женщин это снижение статистически достоверно ($P < 0,05$). Данные по значениям ВИК представлены на табл. 85.

Таблица 85

Значения вегетативного индекса Кердо у людей, проживающих в г. Сургуте и г.Тюмени

Город/пол	Значения ВИК в %
г. Сургут мужчины	–9
г. Тюмень мужчины	+4
г. Сургут женщины	–7
г. Тюмень женщины	–5

Как видно из табл. 85, у женщин 2-х регионов зрелого возраста преобладает парасимпатическая система.

У мужчин, проживающих в г. Сургуте, преобладает парасимпатическая система (–9), а у мужчин из Тюмени – симпатическая нервная система (+4).

Анализ показателей внешнего дыхания у людей, проживающих в г. Сургуте и г. Тюмени

Полученные нами данные по ЧД свидетельствуют, что *акрофазы* как на Севере, так и на юге Тюменской области регистрируются в основном в 20 часов. В.Л. Денежкина (2005), кото-

рая изучала ЧД у коренных жителей ХМАО, установила максимальное значение этого показателя у лиц зрелого возраста также в 20 часов.

Г.Н. Окунева и соавт. (1976) зарегистрировали у здоровых людей 18–19 лет максимальное потребление кислорода и минутного объема в 18 часов, а частоты дыхания – в 16 часов.

В.Н. Катюхин и соавт. (2002) отмечают, что функциональные параметры внешнего дыхания у жителей Севера отражают морфологическую перестройку легких. Обычным считается повышение бронхиального сопротивления на 15 % по сравнению с жителями средней полосы страны, что сопровождается увеличением частоты и минутного объема дыхания. Холод является не единственным, хотя, возможно, ведущим фактором негативного влияния северного климата на бронхопульмональную систему.

Однако, в нашей работе не выявлены различия в *мезорах* ЧД у мужчин, проживающих в разных районах Тюменской области. Возможно, это связано с тем, что исследования, как в Сургуте, так и в Тюмени проводились в осенний, а не в зимний сезон года, когда не было низких температур. Дефицит витаминов в осенний период у северян еще не должен отмечаться.

Данные по значениям ЖЕЛ у жителей Севера и юга Тюменской области представлены на табл. 86.

Как видно из табл. 86, *акрофазы* ЖЕЛ у людей зрелого возраста 2-х регионов регистрируются в основном в дневные часы (12 часов), а у женщин из Сургута происходит сдвиг на более ранние часы суток (8 часов). В.Л. Денежкина (2005) установила максимальные значения ЖЕЛ у коренных жителей ХМАО (у мужчин) зрелого возраста в 8 часов, а у женщин – в 12 часов.

Мезоры ЖЕЛ в г. Тюмени у мужчин достоверно выше, чем в г. Сургуте. Г.Н. Шестакова (2004) также приводит значения ЖЕЛ у хантов (3,08 л) и у пришлого населения (4,28 л) возрастной группы 40–59 лет. Различия статистически достоверны. Автор объясняет выявленные изменения различными конституциональными типами.

Таблица 86

**Характеристика циркадианной организации ЖЕЛ у лиц,
проживающих на Севере и юге Тюменской области**

Объект/город	Мезор $M \pm m$ мл.	Амплитуда $M \pm m$	Акрофаза в часах	П женщины
Мужчины				
Сургут	3793+135 *	221+28 *	12	40
Тюмень	4300+126	349+30	12	30
Женщины				
Сургут	3129+112	106+14 *	8	30
Тюмень	2934+67	268+33	12	20

Примечание: * различия статистически достоверны относительно лиц, проживающих в г. Тюмени ($P < 0,05$).

По результатам наших исследований (рис. 39), амплитуды ЖЕЛ у мужчин и женщин выше у жителей юга Тюменской области, чем у жителей Севера области. Данное снижение амплитуд по показателю внешнего дыхания у лиц Северного района является неблагоприятным признаком, характеризующим снижение у них адаптационных и функциональных резервов.

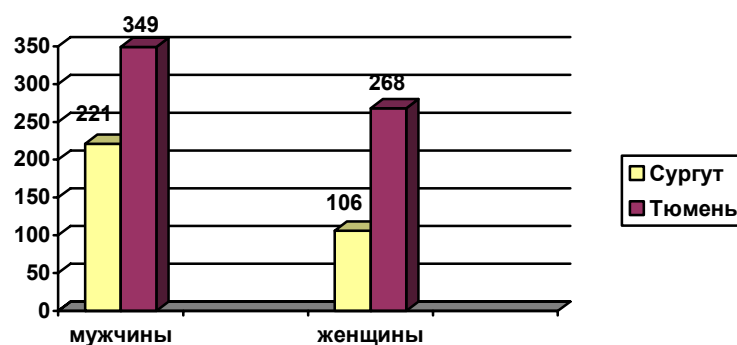


Рис. 39. Характеристика амплитуд ЖЕЛ у жителей, проживающих на Севере и юге Тюменской области.

Характеристика циркадианных ритмов показателей системы крови у людей, проживающих в г. Сургуте и г. Тюмени.

Показатели системы крови являются чрезвычайно информативными и не случайно они используются в качестве тестов для оценки биологического возраста у человека (Дуров А.М., 1999).

Акрофазы количества эритроцитов отмечаются у мужчин, проживающих в Сургуте в 8 часов, а в Тюмени – в 16 часов. *Акрофазы* у женщин регистрируются в 12 и 8 часов, соответственно.

По *мезорам* у мужчин достоверных различий не обнаружено, а у женщин *мезор* количества эритроцитов достоверно выше у жительниц г. Тюмени, чем у жительниц г. Сургута (табл. 87).

Представленные нами данные по *мезорам* и *акрофазам* согласуются с результатами, полученными А.М. Дуровым (1967), который изучал показатели системы крови 5 раз в сутки: 7, 11, 15, 19, 23 у мужчин 5-и возрастных групп во все сезоны года в г. Тюмени. В данном исследовании показано, что *амплитуды* были достоверно выше в зрелом возрасте по сравнению со старческим. Известно, что в старческом возрасте уменьшаются адаптационные и функциональные возможности организма. Таким образом, *амплитуда* отражает этот уровень. Чем выше значения *амплитуд*, тем выше уровень функциональных резервов.

В нашей работе *амплитуды* циркадианного ритма количества эритроцитов, как у мужчин, так и у женщин статистически достоверно выше у жителей юга Тюменской области (табл. 88).

По количеству лейкоцитов также отмечается тенденция к снижению *амплитуд* у мужчин и женщин, проживающих на Севере, относительно значений у жителей юга Тюменской области, но эти различия статистически недостоверны.

Полученные данные свидетельствуют, что *мезоры* и *амплитуды* концентрации гемоглобина у жителей г. Тюмени достоверно выше, чем у жителей г. Сургута. Абсолютные значения по данному параметру, согласуются со значениями, показанные в работе (Дуров А.М., 1999) для жителей Тюмени. К сожалению, мы не встретили работ по исследованию циркадианных ритмов

показателей системы крови у жителей Северных районов Тюменской области.

Таблица 87

Характеристика циркадианной организации количества эритроцитов в 1мкл. у лиц, проживающих на Севере и юге Тюменской области

Обькт/город	Мезор $M \pm m$ 12х10	Амплитуда $M \pm m$	Акрофаза в часах	П женщины
Мужчины				
Сургут	4,57±0,09	0,37±0,05 *	8	40
Тюмень	4,42±0,11	0,54±0,05	16	30
Женщины				
Сургут	4,36±0,08 *	0,40±0,05*	12	30
Тюмень	4,70±0,10	0,54±0,06	8	20

Примечание: * различия статистически достоверны относительно лиц, проживающих в г. Тюмени ($P < 0,05$).

Значения *мезоров*, *амплитуд* и *акрофаз* относительного содержания лимфоцитов и нейтрофилов по зрелому возрасту для жителей юга Тюменской области согласуются с литературными данными (Дуров А.М., 1999).

Таким образом, по показателям системы крови прослеживается тенденция к снижению *амплитуд* у жителей Севера, относительно значений у жителей юга Тюменской области, что является неблагоприятным признаком, свидетельствующим о снижении уровня адаптационных возможностей организма.

Сравнительный системный анализ параметров квазиаттракторов вектора состояния функций организма женщин и мужчин севера и юга тюменской области

Методами системного анализа выявлены различия параметров *аттракторов* состояния сероочно-сосудистой системы и периферической крови у мужчин и женщин, проживающих в средней полосе России (г. Тюмень) и жителей Югры (г. Сургут).

Установлено, что в утренние часы (время измерения 8:00) объемы *квазиаттракторов* (параметры КРС) и расстояние между стохастическим и геометрическим центрами для мужчин и женщин, проживающих в северных широтах уменьшены. Так, для мужчин, проживающих в Сургуте, объем *квазиаттрактора* составляет $4,2e+017$, а показатель асимметрии $rX = 406,01$; для жителей Тюмени $-1,64e+018$ и $rX=437,96$ соответственно.

Таблица 88

Параметры квазиаттракторов состояния серодечно-сосудистой системы (Сургут – мужчины здоровые)

Время измерения 8:00	Время измерения 12:00
IntervalX1=43.00 AsymmetryX1=0.008	IntervalX1=46.00 AsymmetryX1=0.09
IntervalX2=50.00 AsymmetryX2=0.06	IntervalX2=50.00 AsymmetryX2=0.07
IntervalX3=30.00 AsymmetryX3=0.02	IntervalX3=30.00 AsymmetryX3=0.05
IntervalX4=35.00 AsymmetryX4=0.18	IntervalX4=35.00 AsymmetryX4=0.21
IntervalX5=35.00 AsymmetryX5=0.01	IntervalX5=42.00 AsymmetryX5=0.03
IntervalX6=36.00 AsymmetryX6=0.10	IntervalX6=0.00 AsymmetryX6=0.09
IntervalX7=3723.00 AsymmetryX7=0.10	IntervalX7=3940.00 AsymmetryX7=0.08
IntervalX8=610.00 AsymmetryX8=0.08	IntervalX8=614.00 AsymmetryX8=0.01
IntervalX9=112.00 AsymmetryX9=0.02	IntervalX9=19.00 AsymmetryX9=0.08
General asymmetry value $rX = 367.01$	General asymmetry value $rX = 317.13$
General V value : $7.24e+017$	General V value : $1.46e+018$
Время измерения 16:00	Время измерения 20:00
IntervalX1=26.00 AsymmetryX1=0.08	IntervalX1=46.00 AsymmetryX1=0.05
IntervalX2=45.00 AsymmetryX2=0.01	IntervalX2=60.00 AsymmetryX2=0.12
IntervalX3=30.00 AsymmetryX3=0.03	IntervalX3=50.00 AsymmetryX3=0.13
IntervalX4=40.00 AsymmetryX4=0.11	IntervalX4=40.00 AsymmetryX4=0.14
IntervalX5=34.00 AsymmetryX5=0.04	IntervalX5=54.00 AsymmetryX5=0.12
IntervalX6=46.00 AsymmetryX6=0.01	IntervalX6=40.00 AsymmetryX6=0.10
IntervalX7=3277.00 AsymmetryX7=0.05	IntervalX7=4340.00 AsymmetryX7=0.14
IntervalX8=354.00 AsymmetryX8=0.06	IntervalX8=630.00 AsymmetryX8=0.03
IntervalX9=160.00 AsymmetryX9=0.05	IntervalX9=94.00 AsymmetryX9=0.03
General asymmetry value $rX=156.29$	General asymmetry value $rX=588.19$
General V value: $4.08e+017$	General V value: $3.06e+018$

Параметры квазиаттракторов состояния сердечно-сосудистой системы (Тюмень – мужчины здоровые)

Время измерения 8:00	Время измерения 12:00
IntervalX1=42.00 AsymmetryX1=0.05	IntervalX1=46.00 AsymmetryX1=0.006
IntervalX2=35.00 AsymmetryX2=0.01	IntervalX2=40.00 AsymmetryX2=0.01
IntervalX3=45.00 AsymmetryX3=0.03	IntervalX3=35.00 AsymmetryX3=0.02
IntervalX4=50.00 AsymmetryX4=0.16	IntervalX4=35.00 AsymmetryX4=0.15
IntervalX5=35.00 AsymmetryX5=0.04	IntervalX5=35.00 AsymmetryX5=0.007
IntervalX6=49.00 AsymmetryX6=0.06	IntervalX6=28.00 AsymmetryX6=0.001
IntervalX7=4645.00 AsymmetryX7=0.09	IntervalX7=4060.00 AsymmetryX7=0.16
IntervalX8=520.00 AsymmetryX8=0.15	IntervalX8=560.00 AsymmetryX8=0.08
IntervalX9=120.00 AsymmetryX9=0.01	IntervalX9=160.00 AsymmetryX9=0.12
General asymmetry value rX = 437,96 General V value : 1.64e+018	General asymmetry value rX = 660,86 General V value : 8,04e+017
Время измерения 16:00	Время измерения 20:00
IntervalX1=48.00 AsymmetryX1=0.02	IntervalX1=44.00 AsymmetryX1=0.008
IntervalX2=30.00 AsymmetryX2=0.03	IntervalX2=45.00 AsymmetryX2=0.09
IntervalX3=35.00 AsymmetryX3=0.04	IntervalX3=40.00 AsymmetryX3=0.008
IntervalX4=35.00 AsymmetryX4=0.07	IntervalX4=45.00 AsymmetryX4=0.05
IntervalX5=32.00 AsymmetryX5=0.001	IntervalX5=32.00 AsymmetryX5=0.02
IntervalX6=42.00 AsymmetryX6=0.11	IntervalX6=42.00 AsymmetryX6=0.018
IntervalX7=3894.00 AsymmetryX7=0.06	IntervalX7=3977.00 AsymmetryX7=0.11
IntervalX8= 560.00 AsymmetryX8=0.15	IntervalX8=820.00 AsymmetryX8=0.06
IntervalX9=200.00 AsymmetryX9=0.007	IntervalX9=440.00 AsymmetryX9=0.33
General asymmetry value rX=260,66 General V value: 1,03e+018	General asymmetry value rX=450,04 General V value: 6,87e+018

Квазиаттракторы состояния периферической крови в группе мужчин Сургута характеризовались следующими показателями: 2,5e+006, rX = 3,40. В группе мужчин Тюмени объем *квазиаттрактора* незначительно меньше – 0,97e+006, а показатель асимметрии почти в 2 раза больше и составляет rX = 8,49. Установлено, что параметры *квазиаттракторов* движения вектора показателей крови наиболее велики у женщин г. Сургута в 12 ч. (1,92+107), у женщин г. Тюмени также в 12 ч., но ниже (1,33+107). Параметры *квазиаттракторов* движения вектора кардио-респираторной системы наиболее выражены у мужчин г.

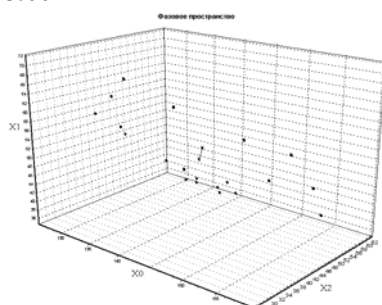
Тюмени в 20 ч. (6,87+1018), у мужчин г. Сургута в 20 ч. (1,78+1018). Параметры *квазиаттракторов* движения вектора показателей крови у мужчин г. Сургута наиболее выражены в 20ч. (2,8+106), а у мужчин г. Тюмени они ниже, чем у жителей Югры в 20 ч. (1,47+106). В течение суток наблюдались циклические изменения этих параметров.

Таблица 90

Результаты идентификации параметров квазиаттракторов движения вектора состояния организма женщин г. Тюмени в разное время суток (X0 - количество эритроцитов, X1 – количество лейкоцитов, X2 – концентрация гемоглобина г/л, X3 - % лимфоцитов, X4 - % нейтрофилов).

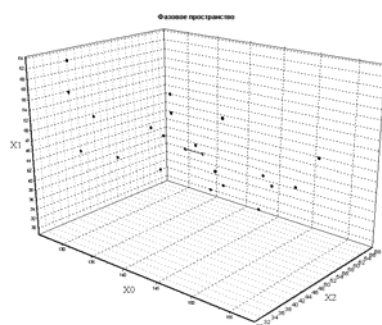
Тюмень 8:00 по крови Количество измерений N=20 Размерность фазового пространства=5 IntervalX0=2.3 AsymmetryX0=0,0402 IntervalX1=3.8 AsymmetryX1=0,0105 IntervalX2=34 AsymmetryX2=0,0221 IntervalX3=37 AsymmetryX3=0,0811 IntervalX4=37 AsymmetryX4=0,0122 General asymmetry value rX=3,13 General V value vX=4,06*10 ⁵	Тюмень 12:00 по крови Количество измерений N=20 Размерность фазового пространства=5 IntervalX0=38,5 AsymmetryX0=0,4205 IntervalX1=4,8 AsymmetryX1=0,101 IntervalX2=38 AsymmetryX2=0,0684 IntervalX3=42 AsymmetryX3=0,1036 IntervalX4=45 AsymmetryX4=0,0944 General asymmetry value rX=17,49 General V value vX=1,33*10 ⁷
Тюмень 16:00 по крови Количество измерений N=20 Размерность фазового пространства=5 IntervalX0=2,3 AsymmetryX0=0,1696 IntervalX1=4,7 AsymmetryX1=0,0149 IntervalX2=32 AsymmetryX2=0,0875 IntervalX3=35 AsymmetryX3=0,0043 IntervalX4=38 AsymmetryX4=0,0105 General asymmetry value rX=2,86 General V value vX=4,6*10 ⁵	Тюмень 20:00 по крови Количество измерений N=20 Размерность фазового пространства=5 IntervalX0=2,3 AsymmetryX0=0,1652 IntervalX1=3,7 AsymmetryX1=0,1257 IntervalX2=42 AsymmetryX2=0,0393 IntervalX3=40 AsymmetryX3=0,04 IntervalX4=47 AsymmetryX4=0,0606 General asymmetry value rX=3,71 General V value vX=6,72*10 ⁵

8:00



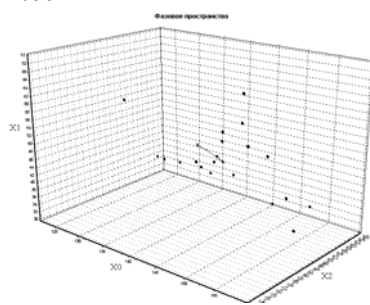
V = 46546

16:00



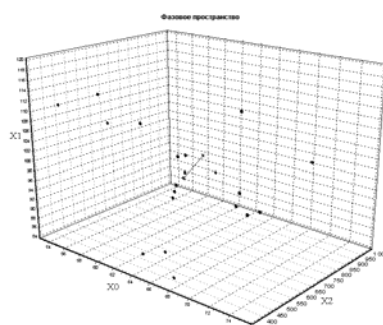
V = 42560

12:00



V = 71820

20:00



V = 78960

Рис. 40. Положение аттракторов движения вектора организма женщин г. Тюмени в разное время суток (X0 – концентрация гемоглобина, X1 – % лимфоцитов, X2 – % нейтрофилов).

Оценка биологического возраста у жителей Ханты-Мансийского автономного округа и жителей юга Тюменской области.

Были суммированы данные, полученные по определению *биологического возраста* (БВ) у людей, проживающих в г. Сургуте и в г. Тюмени и в табл. 88, БВ был выражен в процентах, поскольку количество обследованных на Севере и на юге Тюменской области было различным.

Соотношение биологического и паспортного возрастов у мужчин и женщин, проживающих в г. Сургуте и г. Тюмени в %

	г. Тюмень			г. Сургут		
	БВ>ПВ	БВ=ПВ	БВ<ПВ	БВ>ПВ	БВ=ПВ	БВ<ПВ
Мужчины	50	33	17	70	20	10
Женщины	50	30	20	80	17	3

Как видно из данной таблицы – у мужчин и женщин, проживающих в Тюмени, по БВ ситуация примерно одинакова. У половины обследованных лиц БВ больше *паспортного возраста* (ПВ) или хронологического. Примерно у 30 % мужчин и женщин БВ равен ПВ и у 20 % БВ меньше ПВ. Данные по БВ на Севере имеют существенные отличия от южного района. 70 % мужчин и 80 % женщин имеют более высокие значения БВ, чем ПВ. Примерно у 20 % эти возраста совпадают, и наблюдается совсем небольшой круг лиц (10 % и 3 %), у которых БВ меньше ПВ.

В.Л. Денежкина (2005) также оценивала БВ у коренных жителей ХМАО (ханты, манси, зыряне) по такому же (хронобиологическому) методу. Для зрелого 2 возраста ей были получены следующие результаты: у 20 % мужчин БВ>ПВ, у 47 % БВ=ПВ, и у 33 % БВ<ПВ; у 7 % женщин БВ>ПВ, у 73 % БВ=ПВ, и у 20 % БВ<ПВ. Однако, не стоит забывать о том, что коренные жители ХМАО, хоть и живут в Суровых климатических условиях окружающей среды, но эта среда является для них родной и привычной в отличие от пришлого населения, которые приехали в данную местность.

Полученные результаты изучения БВ у лиц, приехавших и проживающих на Севере, были нами ожидаемы, поскольку по большинству изученных показателей у этих людей амплитуды ритмов были достоверно ниже, чем у лиц, находящихся на юге области. Данный способ определения БВ в основном базируется на величине *амплитуд*. Чем больше *амплитуды* ритмов, тем

больше уровень функциональных и адаптационных возможностей организма и тем соответственно меньше БВ.

Поэтому, оценивая циркадианную организацию показателей КРС и БВ, можно заключить, что уровень адаптационных возможностей у жителей юга Тюменской области выше, чем у пришлого населения Ханты-Мансийского автономного округа. Это проявляется в более высоких *амплитудах* циркадианных ритмов и более низких значениях биологического возраста.

1.3. Заключение

Выявлены определенные отличия в циркадианной организации показателей КРС у людей, проживающих на севере и юге Тюменской области. У мужчин и женщин, длительное время (около 15 лет) находящихся на севере регистрируются более высокие значения мезоров (среднесуточных значений): ЧСС, САД, ДАД, ПД, СДД ($P < 0,05$) и более низкие значения СО, МОК, ЖЕЛ, чем у жителей юга Тюменской области ($P < 0,05$).

Циркадианные (околосуточные) ритмы показателей КРС у жителей юга Тюменской области более хорошо выражены, чем у жителей Ханты-Мансийского автономного округа. Это проявляется в более высоких значениях *амплитуд* и в стабильных *акрофазах* изученных физиологических показателей. Так амплитуды ритмов ряда физиологических показателей (ЧСС, САД, ДАД, ПД, СДД, R-R, Q-T, ЖЕЛ) у жителей г. Тюмени достоверно выше, чем у жителей г. Сургута.

Расчет ВИК показал, что у женщин зрелого возраста 2-х регионов Тюменской области преобладает парасимпатическая система. У мужчин, проживающих в г. Сургуте, преобладает парасимпатическая система, а у мужчин на г. Тюмени – симпатическая нервная система.

По большинству показателей системы крови четко прослеживается закономерность – снижение *амплитуд* циркадианных ритмов у жителей севера Тюменской области относительно юга. *Мезоры* ряда показателей: количества эритроцитов, концентрации гемоглобина, относительного содержания лимфоцитов также достоверно выше у жителей г. Тюмени.

Отмечаются значительное несовпадение *акрофаз* (времени наибольшего значения показателей) у жителей севера и юга Тюменской области одного возрастного периода (68 %), что связано с различным географическим положением г. Сургута и г. Тюмени и соответственно с различным световым режимом.

Методами системного анализа установлено, что параметры *квазиаттракторов* движения вектора показателей крови наиболее велики у женщин г. Сургута в 12 ч. (1,92+107), у женщин г. Тюмени также в 12 ч., но ниже (1,33+107). Параметры *квазиаттракторов* движения вектора КРС наиболее выражены у мужчин г. Тюмени в 20 ч. (6,87+1018), у мужчин г. Сургута в 20 ч. (1,78 +1018). Параметры *квазиаттракторов* движения вектора показателей крови у мужчин г. Сургута наиболее выражены в 20 ч. (2,8+106), а у мужчин г. Тюмени они ниже, чем у жителей Югры в 20 ч. (1,47+106).

У 70 % мужчин и 80 % женщин, проживающих на Севере более 10 лет, БВ превышал паспортный возраст. У жителей юга Тюменской области эта цифра составляла 50 % как у мужчин, так и у женщин. Процент лиц, у которых БВ был меньше паспортного также примерно в 2 раза выше у жителей г. Тюмени.

Более низкие значения *амплитуд* большинства изученных показателей, более высокие значения биологического возраста, смещение *акрофаз* у жителей Ханты–Мансийского автономного округа свидетельствуют о снижении у них адаптационных и функциональных возможностей по сравнению с лицами, проживающими на юге Тюменской области.

2. Системный анализ хаотической динамики факторов, формирующих среду обитания урбанизированной территории

2.1. Введение

Современный этап развития естествознания сопровождается кардинальным пересмотром основных понятий, которые необходимы для описания закономерностей развивающегося органического мира. Сейчас стало очевидным, что для сохранения

целостной, не противоречивой картины мира, нужно признать наличие в природе как разрушительного, так и созидательного принципа: материя способна самоорганизовываться и самоусложняться. На волне этих проблем возникла *синергетика* (теория самоорганизации) современная теория эволюции больших, сверхсложных систем. В настоящее время она успешно развивается по нескольким направлениям: неравновесная термодинамика (Пригожин И., 1979), *синергетика* (Хакен Г., 1985), и др. Причем, одна из главных заслуг И. Пригожина заключается в его отходе от детерминистских представлений и переход к *хаосу* и самоорганизации в изучении БДС.

Ведущей проблемой *синергетики* является проблема организации структур из *хаоса*, что связано с разработкой новых методов идентификации параметров порядка и русел в рамках системного анализа и синтеза. Не вызывает сомнений и тот факт, что проблема идентификации параметров *аттракторов* БДС и диагностики различий между динамикой стохастического поведения БДС и хаотической динамикой этих же БДС – одна из базовых проблем теории *хаоса*. В последнее время в работах многих российских ученых говорится о целесообразности использования методов *теории хаоса и синергетики* (ТХС) в описании не только технических или природных систем, но также в описании различных БДС на молекулярном, клеточном, субклеточном, органном уровне и уровне систем органов, ФСО человека и популяционном уровне в терминах компартментов и кластеров, русел и *параметров порядка*, областей *джокеров* и самих *джокеров* (Малинецкий Г.Г., Курдюмов С.П., Капица С.П., Князева Е.Н., 1992-2006; Еськов В.М., Филатова О.Е., Фудин Н.А., Хадарцев А.А., 1994-2007). Все чаще в литературе появляются данные о необходимости разработки новых научных методов оценки динамики поведения биосистем, поскольку классические (статистические в частности) подходы становятся уже неадекватными в таких областях как экология, биология, биофизика и не могут в полной мере оценить и описать сложную динамику экосистем в условиях экофакторов среды обитания, их тонкие отличия, дать количественную оценку базовым свойствам – (синергизм и хаос) (Еськов В.М., Намиот В.А., 2006).

Как известно, любые БДС испытывают постоянные возмущающие воздействия со стороны внешних факторов среды. В общем случае для БДС возможны четыре основных режима функционирования: стационарный режим, периодический режим, различные переходные режимы и хаотический режим. Разработка новых подходов и методов при оценке состояний биологических систем, находящихся в этих режимах функционирования, становится актуальной задачей и современной экологии.

Развитие синергетики и теории неравновесных систем связано с новым пониманием влияния экофакторов среды на динамику показателей ФСО человека. Особенно это касается населения, проживающего в условиях северных территорий РФ, поскольку динамика экофакторов урбанизированных экосистем Севера часто носит ярко выраженный хаотический режим. Сейчас становится все более очевидным, что, например, показатели метеопараметров (температура – T , давление – P и влажность – R воздуха) неубедительно представлять в рамках традиционного стохастического подхода, т.е. описывать их методами теории вероятности и математической статистики. Показывается, что динамика значений параметров порядка БДС (например, ФСО) может носить хаотичный характер именно из-за хаотического характера действия перечисленных выше метеофакторов среды обитания (P , T , R). Поэтому, создание методов и эффективных программ ЭВМ для идентификации параметров порядка БДС является актуальной и необходимой задачей.

В настоящей работе исследуется характер динамики метеорологических и экологических факторов урбанизированной территории на примере г. Сургута и Сургутского района Ханты–Мансийского автономного округа – Югры в свете ТХС, что может являться новым подходом в области количественной оценки базовых свойств (синергизм и *хаос*) урбанизированных экосистем.

2.2. Основные результаты исследований и их обсуждение

На территории г. Сургута и г.п. Федоровский Сургутского района в аспекте исследования характера и степени влияния ме-

метеорологических и экологических факторов на среду обитания и жизнедеятельность человека, проживающего на Севере. Информационной основой этого послужили аналитические материалы по наблюдению за состоянием окружающей природной среды, полученные за период 1991-2004 гг. и разрешенные к использованию в научных целях Сургутским Кадастровым Центром «Природа». Материалом для исследования послужили:

- данные фактических наблюдений метеорологических и экологических параметров окружающей природной среды на территории г. Сургута, полученные в рамках единой сети наблюдений Росгидромета для целей мониторинга состояния и загрязнения окружающей природной среды за 1991-2004 гг;
- данные количества обращений за скорой медицинской помощью жителей г.п. Федоровский Сургутского района (с населением 18400 человек) по поводу артериальной гипертензии в аспекте исследования метеотропных реакций человека, проживающего на Севере РФ на фоне динамики погодных условий в период 2004-2005 гг.

Методы обработки материалов включали несколько этапов:

1. Предварительно проведено усреднение исходных данных (основных метеорологических параметров: суточных трехкратных замеров температуры, относительной влажности и давления атмосферного воздуха) за 1991-2004 гг. и показателей трех загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (суточных трехкратных замеров фенола, формальдегида и оксидов азота) по г. Сургуту за 1995-2004 гг. путем вычисления среднесуточного значения каждого параметра.

2. Последующая обработка массивов данных произведена с использованием разработанного метода и новой компьютерной программы идентификации параметров хаотических *аттракторов* экологических и метеорологических факторов в многомерном ФПС. Этот метод позволил дать обоснование и критерии оценки различий между стохастической и хаотической динамикой поведения параметров экосреды.

3. С позиций существующих традиционных методов нами выполнен анализ динамики показателей экологических факторов и метеорологических параметров среды. Проведен анализ

многолетних данных мониторинга за состоянием атмосферного воздуха г. Сургута. Исследование показателей экологических факторов окружающей среды, а именно оценка уровня загрязнения окружающего атмосферного воздуха, произведена с позиций традиционного санитарно-гигиенического подхода.

4. Для оценки метеофакторов с точки зрения их биологического действия на организм человека и на ряд связанных с ними процессов, нами проведен анализ погодной динамики за 1991-2004 гг. с позиций традиционных методов типизации климатических условий и их контрастов. Способы оценки тяжести климатических факторов (с позиций типологии погодных условий в регионе ХМАО–Югра) включали дифференциацию зимних условий температурно-ветровых сочетаний – оценку их жесткости с расчетом комплексных показателей для характеристики суровости климатических условий северной территории и последующим ранжированием погодных условий по частоте повторяемости ($N\%$) разных типов погод. Проведено вычисление *комплексного показателя изменчивости* (КПИ) погодных условий методом сравнения величины межсуточной изменчивости фактора (в нашем случае P – атмосферное давление, T , в градусах Кельвина (К) – температура и R , % – относительная влажность) с его средневзвешенным значением анализируемого ряда и затем также проведено ранжирование показателя КПИ по частоте повторяемости ($N\%$) разных типов погод (Русак С.Н., 2008).

Факторы внешней среды представлены множеством различных абиотических показателей – метеорологическими параметрами, данными по состоянию атмосферного воздуха, степени загрязнения водных и почвенных объектов и т.д.

Для характеристики динамических параметров экосреды рассматриваемой территории мы использовали метеопараметры, которые достаточно полно дают оценку ее климатоэкологического состояния и экологические показатели – загрязняющие вещества, которые вносят наиболее существенный вклад в общий уровень загрязнения окружающего атмосферного воздуха данной территории. Именно эти параметры и экологические показатели внешней среды определенным образом характеризуют любую территорию в рамках экологического подхода и именно

они могут задавать *параметры порядка* экосреды и влиять на динамику ВСОЧ.

Для этих целей были рассмотрены *три основных метеорологических показателя*: температура $T^{\circ}\text{К}$ (в градусах Кельвина), влажность R (относительная влажность, %), давление атмосферного воздуха P (мм рт ст), и три экологических показателя внешней среды – концентрация загрязняющих веществ атмосферного воздуха (диоксида азота, фенола и формальдегида в нормированных единицах – долях ПДК сс).

Поведение природных хаотических систем протекает в рамках *аттракторов* состояний. Именно в таких *аттракторах* находятся показатели экофакторов – температуры, давления, влажности, загрязняющих веществ атмосферного воздуха. Поэтому рассмотрение хаотической динамики метеопараметров и экофакторов произведено в рамках ФПС. Каждое состояние характеризуется параметрами вектора состояния $X=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, что составляет реальное многомерное ФПС (например, для метеопараметров или показателей экологических факторов среды), в котором каждый месяц года образует *аттрактор* состояний. На фазовой плоскости такое движение X попадает внутрь некоторого прямоугольника, в 3-мерном ФПС – параллелепипеда, а в m -мерном фазовом пространстве (в сочетании с экофакторами) – m -мерного параллелепипеда. Такой подход в описании параметров среды позволил определить размеры *аттракторов* состояний (границы прямоугольника со сторонами $(P_{\min}, P_{\max})$, $(R_{\min}, R_{\max})$, $(T_{\min}, T_{\max})$ $(C_{\min}, C_{\max})$ на фазовой плоскости, или в m -мерном фазовом пространстве (m -мерный параллелепипед). Данная m -мерная геометрическая фигура имеет координаты центра $x_0^T = (x_1^T, x_2^T, \dots, x_m^T)^T$, т.н. «статистический» центр, где m – размерность фазового пространства, каждая координата которого вычисляется по формуле:

$$x_{i0}^T = \frac{(x_{i|\min}^T + x_{i|\max}^T)}{2}$$

Если D_i – ширина фазовой области в проекции на i -ую координату, т.е.

$D_i = (x_{i(max)} - x_{i(min)})$, то объем параллелепипеда $Vg = \prod_{i=1}^m D_i$, где

$x_{i(min)}$ – координата крайней точки, совпадающая с нижней (левой) границей фазовой области; а $x_{i(max)}$ – координата крайней точки, совпадающая с верхней (правой) границей фазовой области. В случае полной симметричности фазовой области (т.е. по всем фазовым координатам) ее геометрический и статистический центры будут совпадать, в другом случае разница между ними будет ненулевая, и ее модуль может быть найден следующим образом:

$$r = \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{si} - x_{ci})^2},$$

где x_{si} – координаты стохастического центра, а x_{ci} – координаты хаотического центра в ФПС. Данная величина является показателем асимметрии расположения центральной точки *аттрактора* (определяется по средневзвешенному значению), т.е. геометрического центра *аттрактора* и стохастического центра симметрии m -мерного параллелепипеда. Этот показатель рассматривался нами как критерий оценки различий между стохастическими и хаотическими процессами в многомерном ФПС.

Разработанная программа позволила получить траектории движения вектора состояния системы во всех фазовых плоскостях и в m -мерном ФПС, а также в режиме суперпозиции (наложения траекторий и границ), визуализировать последовательное, непрерывное изменение фазовых переменных во времени или отдельно выбранные периоды; построить гистограммы скоростей изменения вектора состояния системы (экосреды в нашем случае) по интервалам суток, когда временные перепады не изменяют своих знаков; наблюдать динамику движения центра масс всех точек вектора состояния (*аттрактора*) как в фазовом, так и в m -мерном пространстве по месяцам и годам; производить количественное исследование корреляции ее параметров. В целом, метод исследований заканчивался формированием таблиц по результатам идентификации параметров *аттракторов* характеристик экосреды; построением гистограмм изменения

суточных и межсуточных колебаний всех переменных и фазовых портретов движения вектора состояний системы.

Кроме того, данный метод позволил проводить идентификацию *параметров порядка* биосистем, т.е. выявлять наиболее значимые признаки путем сравнения двух кластеров данных.

Разработанный подход предполагал сравнение различных кластеров, представляющих БДС (в данном случае, метеопараметры, экосреды). Методология основана на идентификации объема *аттрактора* в ФПС первоначально для одного кластера и далее для другого. Затем поэтапно (поочередно) исключаются из расчета отдельные компоненты вектора состояния БДС с одновременным анализом параметров *аттракторов* и сравнением существенных или несущественных изменений в параметрах аттрактора после такого исключения. В результате получаем $R=(R_0, \dots, R_m)$ значений, т.е. вектор размерности $m+1$, по которым можно определить уменьшилась или увеличилась относительная величина *аттракторов* V при изменении размерности фазового пространства. При уменьшении размеров V *аттракторов*, анализируются параметры системы, и на основе их почти неизменности делается заключение о существенной (если параметры существенно меняются) или несущественной (параметры почти неизменны) значимости конкретного, каждого x_i компонента $X=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$.

Кроме того, в рамках традиционных подходов и методов математической статистики был проведен анализ динамики погодных условий г.п. Федоровский в период 2004–2005 гг. с расчетом *индексов изменчивости погоды* (ИИП) (Русанов В.И., 1973, 1993) по данным температуры атмосферного воздуха ($K_{(t)}$), атмосферного давления ($K_{(P)}$) для каждого месяца, а также корреляционный анализ между показателями индексов изменчивости температуры воздуха ($K_{(t)}$), атмосферного давления ($K_{(P)}$) и количеством обращений в скорую медицинскую помощь ($N_{(AG)}$) по поводу артериальной гипертензии в качестве примера.

В рамках ТХС, с использованием разработанной программы, нами был выполнен анализ динамики поведения ВСОЧ (частота случаев обращения жителей по поводу артериальной гипертензии) на примере г.п. Федоровский для m -мерного ФПС на фоне

динамики погодных условий с целью выявления оценки различий динамики поведения вектора состояния экосреды и обращаемости населения в 3–мерном ФПС. В качестве системы рассматривался *аттрактор* 3–мерного фазового пространства – параллелепипед, внутри которого движется вектор поведения параметров метеосреды и показатель частоты случаев обращения населения г.п. Федоровский по поводу артериальной гипертензии.

Проблема изучения закономерностей изменения климата была и остается одной из важнейших и трудноразрешимых. Актуальность вопроса влияния климато-метеорологических факторов и их изменений на организм человека находит свое отражение в работах многих авторов вот уже на протяжении последних четырех десятилетий (Данишевский Г.М., 1968; Казначеев В.П., 1983; Хаснулин В.И., 1995-1996). Некоторые авторы среди экстремальных экологических факторов Севера выделяют основные и лимитирующие.

Подробно изучено состояние, возникающее в процессе адаптации человека к экстремальным климато-географическим факторам Севера, названное синдромом полярного напряжения (Казначеев В.П., 1983; Хаснулин В.И., 2000), доказано влияние на организм человека изменений отдельных метеорологических параметров: температуры воздуха, атмосферного давления, влажности, скорости ветра, парциального давления кислорода в атмосферном воздухе (Овчарова В.Ф., 1988).

Все чаще обсуждается вопрос о том, что проживание человека в дискомфортных или экстремальных условиях приводит к более быстрому истощению адаптационных резервов организма, что проявляется в преждевременном старении, осложненном течении многих хронических заболеваний и омоложении показателей смертности (Хаснулин В.И., 2002).

Подходы к районированию территорий по комфортности проживания нашли свое отражение в ряде работ (Прохоров Б.Б., 1989; Хаснулин В.И., 2002). В аспекте формирования единой шкалы районирования Севера по степени дискомфорта проживания человека в последние годы ряд авторов (Рощевский М.П., 2004; Хаснулин В.И., Собакин А.К., 2005) рассматривают при-

родно-климатические факторы как составляющие медико-физиологической оценки деления территорий.

Важность и интерес к изучению закономерностей изменения погоды и климата связывают с той огромной ролью, которую они играют в функционировании не только человеческого общества, но и всего живого и неживого мира. Конечный физиологический эффект воздействия климатических факторов зависит от взаимодействия всех видов реакций организма, который определяется как его состоянием, так и особенностями действующих факторов. Среди климатических факторов одно из первых мест по степени воздействия на организм человека, и прежде всего, *сердечно-сосудистую систему* (ССС), занимают непериодические, резкие сезонные, внутри и межсуточные перепады атмосферного давления и температуры воздуха.

В современной трактовке естествознания оценке метеорологических факторов с точки зрения их биологического действия на организм человека и на ряд связанных с ними процессов уделяется большое и пристальное внимание. Возросшее за последние несколько десятилетий внимание к проблемам изменения климата, безусловно, стимулировало развитие как чисто научных, так и прикладных разработок. Однако остаются дискуссионными вопросы, которые связаны с методологией выполнения оценки изменения параметров. В частности, продолжаются дискуссии по методам оценки параметров экосреды с позиций ТХС и традиционных подходов в рамках теории вероятности и математической статистики. Динамика естественных явлений часто носит флуктуационный характер, и единственной моделью их до недавнего времени считали случайные, вероятностные процессы. Предполагалось, что исследуемый процесс есть решение системы стохастических уравнений, которые содержат источник случайности, так называемый белый шум. И решения эти, как результат фильтрации этого шума, тем более хаотичны и непредсказуемы, чем выше его дисперсия. Однако уже давно наблюдались эффекты возникновения причудливых, неповторяющихся колебаний в автономных системах, не имеющих внешних возбудителей (например, в некоторых электронных приборах с обратными связями, в нелинейных оптических и ме-

ханических системах). Многие авторы развивают подобные теоретические исследования – используя такие понятия, как «аттрактор», «бифуркация», «джокер», «русла». Это позволяет обнаружить порядок в хаосе и дать новое направление в прогнозировании развития отдельных стран и человечества в целом.

В этой связи, разработка новых методов на основе теории сложных систем идентификации параметров *аттракторов* хаотического поведения экофакторов в многомерном ФПС представляет несомненный интерес для теоретической и прикладной экологии и является актуальной проблемой естествознания в целом. Особую роль в подобных исследованиях играет учет метеорологических и химико-экологических факторов среды, которые могут существенно изменить состояние всех ФСО человека на Севере РФ.

Ханты-Мансийский автономный округ относится к числу северных регионов РФ, а Север часто определяют как природную экстремальную зону, предъявляющую повышенные требования к приспособительным возможностям организма. К жестким климатическим условиям Севера относят продолжительную и суровую зиму, короткое холодное лето, резкое нарушение обычной для умеренного климата фотопериодичности, тяжелый аэродинамический режим, факторы электромагнитной природы и др. (Агаджанян Н.А., Торшин В.И., 1994). При характеристике экстремальных территорий чаще всего в литературе ссылаются на определение А.П. Авцына, который рассматривал их как зоны чрезвычайные, в смысле возможного неблагоприятного влияния на человеческий организм. Эти зоны характеризуют как территории, пребывание в которых может угрожать здоровью и выживанию человека. Кроме того, высокий уровень загрязнения объектов окружающей среды (например, атмосферного воздуха) таких территорий вызывает ухудшение экологической обстановки, что весьма негативно сказывается на качестве среды обитания человека.

В рамках ТХС, с использованием разработанного нами метода и программного продукта, был выполнен расчет параметров аттракторов метеосостояний и экофакторов, проведен анализ динамики поведения вектора состояния экосреды в m – мерном (3-мерном) пространстве состояний, на основе которого

сделано обоснование и разработаны критерии оценки различий между стохастической и хаотической динамиками поведения параметров экофакторов среды обитания на примере г. Сургута.

В работе приводятся результаты количественной оценки динамики (в рамках ТХС) и характера распределений показателей метеопараметров (1991-2004 гг.) и экофакторов внешней среды (1995-2004 гг.) по разным месяцам года для г. Сургута, а также результаты анализа динамики поведения ВСОЧ (число случаев обращения по поводу артериальной гипертензии) человека для m -мерного ФПС на примере г.п. Федоровский (2004-2005).

Обработка массивов исходных данных параметров экосреды с использованием предлагаемого метода, а именно, идентификации параметров *аттракторов* экологических и метеорологических факторов в m -мерном ФПС позволила интерпретировать эти результаты в разных аспектах; с одной стороны – в виде некоторых количественных показателей, с другой стороны – в виде графических иллюстраций (временной динамики переменных и их гистограмм в m -мерном фазовом пространстве).

В результате анализа метеопараметров факторов внешней среды были получены величины суммарных *аттракторов* (I) и значения показателей асимметрии (rX) параметров среды для каждого месяца года и сезона в целом в динамике 1991–2004 гг.; определены координаты центра *аттракторов* трехмерного ФПС, что позволило построить траектории вектора состояния экосреды в 3-мерном пространстве состояний данных. Получены графические портреты динамики и амплитуды фазовых переменных, рассчитаны гистограммы распределений плотности попадания координат вектора состояния метеофакторов среды в условно выбранные интервалы времени. После апробирования на многочисленных данных по состоянию метеофакторов и экофакторов среды Югры (на примере г. Сургута) нами было установлено, что чем больше расстояние между хаотическим (геометрическим) и стохастическим (среднестатистическим) центрами в m -мерном ФПС, тем ярче выражена мера хаотичности в динамике поведения вектора состояния экофакторов.

Кроме того, в рамках традиционных подходов в оценке типизации климатических условий и их контрастов нами проведе-

на оценка жесткости зимнего сезона (Осокин И.М., 1992), рассчитаны *комплексные показатели изменчивости* (КПИ) погодных условий для всех сезонов года (Матюхин В.А., 1971) и определены *индексы изменчивости погодных условий* (ИИП) (Русанов В.И., 1973, 1993) в аспекте биоклиматического воздействия на организм человека; также проведен анализ динамики показателей экологических факторов (загрязняющие вещества в атмосферном воздухе) с позиций санитарно-гигиенического подхода, а именно, оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Сургута за десятилетний период.

В табл. 92 представлены обобщенные результаты расчета параметров *аттракторов* метеосостояний в 3-мерном пространстве состояния, характеризующие динамику поведения каждого из этих параметров с использованием вышеуказанной программы для всех сезонов года за 1991-2004 гг. Анализ параметров метеосреды показал, что общий показатель асимметрии (rX), количественно характеризующий меру разброса значений фактического распределения рассматриваемых величин, имеет существенные различия в разные сезоны года, а также в динамике лет рассматриваемого периода. Так в январе данный показатель колеблется в пределах: $rX=1,61\div 7,62$; в апреле $rX=1,40\div 10,38$; в июле $rX=1,40\div 6,98$; а в октябре этот показатель имеет диапазон колебаний $rX=0,69\div 8,41$. Величина объема суммарных *аттракторов* метеопараметров среды в разные сезоны года за период 1991-2004 гг. (табл. 92) также значительно варьирует. Данный показатель в январе изменяется в пределах: $V=0,40 \cdot 10^4\div 3,39 \cdot 10^4$; в апреле $V=0,82 \cdot 10^4\div 3,50 \cdot 10^4$; в июле $V=0,24 \cdot 10^4\div 1,46 \cdot 10^4$; а в октябре этот показатель имеет диапазон колебаний $V=0,67 \cdot 10^4\div 2,73 \cdot 10^4$.

На рис. 41 приведена графическая иллюстрация изменения динамики показателя асимметрии ($\overline{rX}$ среднее многолетнее значение) и показателей объемов суммарных размеров *аттракторов* ФПС ($\overline{V}$, среднее многолетнее значение) метеопараметров среды для разных месяцев в период 1991-2004 гг.

Таблица 92

**Значения показателя асимметрии (rX) метеопараметров и
параметры суммарных размеров аттракторов фазового
пространства состояний (V) в разные сезоны года в условиях
ХМАО-Югры в трехмерном фазовом пространстве ($N = 3$)**

Год	Месяц года							
	январь		апрель		июль		октябрь	
	rX	$V \cdot 10^4$	rX	$V \cdot 10^4$	rX	$V \cdot 10^4$	rX	$V \cdot 10^4$
1991	2,11	0,88	2,81	2,87	3,69	1,46	7,49	2,63
1992	3,38	2,14	2,11	0,88	3,82	1,01	7,29	2,63
1993	2,42	1,13	4,67	3,39	1,98	0,58	3,84	1,88
1994	2,78	0,84	2,28	2,13	6,98	1,38	3,27	1,95
1995	7,62	1,40	4,62	2,65	6,49	1,41	2,87	1,53
1996	4,75	1,20	3,29	1,84	2,39	0,82	4,87	0,67
1997	2,68	0,40	2,89	0,82	1,92	0,91	6,30	1,34
1998	5,02	1,02	10,12	1,50	4,56	0,50	2,14	0,74
1999	3,79	1,92	3,55	1,88	6,32	0,69	6,71	1,06
2000	5,64	2,40	2,90	1,76	1,40	0,70	8,41	1,56
2001	2,92	2,23	10,38	3,50	3,81	1,17	5,87	2,73
2002	1,61	1,81	3,69	2,40	2,21	1,28	7,72	1,81
2003	7,07	3,39	3,30	1,30	3,04	0,59	2,52	1,68
2004	1,62	0,69	1,40	1,86	1,75	0,24	0,69	1,48
σ	1,90	0,90	2,77	0,83	1,87	0,38	2,46	0,65
drX	0,99	0,47	1,45	0,44	0,98	0,20	1,29	0,34
$(\overline{rX}, \overline{V}) \pm m$	3,82 $\pm 0,50$	1,53 $\pm 0,22$	4,14 $\pm 0,74$	2,05 $\pm 0,22$	3,60 $\pm 0,50$	0,90 $\pm 0,10$	4,97 $\pm 0,66$	1,69 $\pm 0,17$

Примечание: rX -расстояние между точкой стохастического и хаотического центра; V -объем фазового пространства; N – количество фазовых переменных – (температура (T), атмосферное давление (P), влажность (R) атмосферного воздуха); σ – среднее отклонение среднего арифметического значения ($\overline{rX}$, $\overline{V}$); drX – доверительный интервал ($\beta=0,95$) при $n=14$; m – стандартная ошибка;

Данные, представленные в табл. 92 и на рис. 41, убедительно демонстрируют различия в зимне-весенние и осенне-летние месяцы с позиций ТХС. Наибольшие значения показателя асимметрии ($\overline{rX}$) отмечаются в холодный и переходный сезоны года. В летние же месяцы этот показатель значительно снижается. Наибольшие значения показателя объема (V) суммарных ат-

тракторов ФПС также отмечаются в холодный и переходный сезоны года, причем также летом этот показатель значительно снижается.

В рамках разработанного нами метода стало возможным получение фазовых портретов *аттракторов* в 3-мерном пространстве состояний метеопараметров, т.к. именно в *аттракторах* находятся показатели температуры (T), давления (P) и влажности (R) воздуха. На рис. 42 (а) показан характерный пример портрета 3-мерного фазового пространства – в виде параллелепипеда (T, P, R) для одного (апрель 2001 г.) месяца (характеризуется высоким значением объема *аттрактора* (V) и высоким значением показателя асимметрии (rX), а на рис. 42 (б) – портрет суммарного *аттрактора* января 1991-2004 гг.

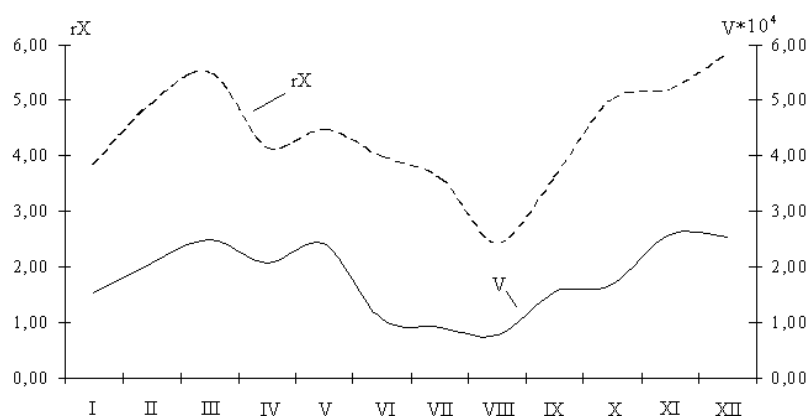


Рис. 41. Динамика усредненного показателя асимметрии ($\overline{rX}$ среднее-многолетнее значение) и значений объемов суммарных аттракторов фазового пространства ($\overline{V}$ среднее-многолетнее значение) метеопараметров среды для разных месяцев года в период 1991-2004 гг.

На графике (рис. 41) явно прослеживается тесная взаимосвязь показателей асимметрии (rX) и объемов суммарных *аттракторов* (V) фазового пространства. Количественные характеристики данной взаимосвязи, именно, расчетные показатели

коэффициентов корреляции для разных месяцев года в период 1991-2004 гг. показали, что наиболее высокие значения коэффициентов корреляции (r – Пирсона) отмечены в холодные ($r=0,49\div0,86$) и теплые месяцы года ($r=0,31\div0,59$), в переходные же месяцы этот показатель несколько снижается ($r=0,05\div0,37$). Кроме того, графическая интерпретация данных позволила визуально представить последовательное, непрерывное изменение любой переменной, рассчитать гистограммы их распределений в заданный отрезок времени. Анализ графической динамики variability межуточных изменений метеопараметров показал наличие больших градиентов (положительных и отрицательных), особенно для зимне-весеннего и осеннего сезонов. Так например, для января максимальная межуточная амплитуда температуры в отдельные дни составляла 23–25° С (январь 2001, 2003), октябрь – 13–15° С (1991-1994, 1998, 2000, 2003), март – 18°С (2004) и июль – 12° С (2004).

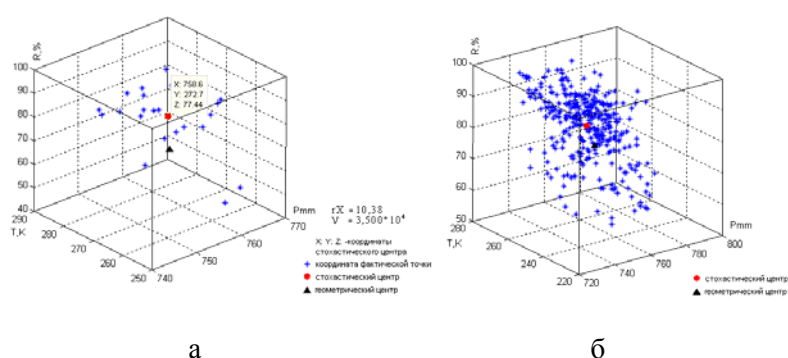


Рис. 42. Суммарные аттракторы фазового пространства T, P, R для месяца апреля 2001г (а) и января за 1991-2004 гг. (б); где $T^{\circ}\text{K}$ – температура, P мм рт. ст. – атмосферное давление, $R\%$ – относительная влажность, rX – расстояние между точкой стохастического и геометрического (хаотического) центра; V – объем фазового пространства.

Построение *аттракторов* параметров экосреды изложенным выше методом с определением координат его стохастического центра позволило наблюдать траекторию движения вектора данных систем (по сезонам года) в динамике 1991-2004 гг.

Из рис. 42 видно, что геометрия *аттракторов* носит фрактальный (самоподобный) характер. Хаотичность режима проявляется в том, что точка состояния системы случайным образом перескакивает из одной области фазового пространства в какую-либо другую. Внутри объема *аттрактора* движение изображительной точки хаотично. Упорядоченность же хаоса сказывается в том, что фазовые траектории не распределились по всему ФПС, а сгруппировались в определенной его области.

Существенно, что вариант расчета методом сравнения двух кластеров данных (метеопараметры экосреды в разных временных режимах – осенью, зимой, весной, летом), позволил выявить значимость определенных признаков при определении объемов этих же *аттракторов*. Процедура поэтапного (поочередного) исключения из расчета отдельных компонент вектора состояния экосистемы с одновременным анализом параметров *аттракторов* и сравнением существенных или несущественных изменений в них после такого исключения позволила выявить те признаки, которые значительно влияют на показатели расчетных параметров. В результате такого подхода при различных сочетаниях обработки кластеров данных параметров экосреды (метеопараметры) нами были получены расчетные характеристики показателей относительной асимметрии (в виде матриц) при различных вариантах сравнения двух кластеров метеоданных в динамике 1991-2004 гг. для разных сезонов года, которые позволили рассчитать коэффициенты корреляции. Данный показатель имеет существенные различия в разные сезоны года, а также в динамике лет рассматриваемого периода. Так, например, в январе данный показатель изменяется в диапазоне: $r=0,05\div0,72$; в апреле $r=0,05\div0,65$; в июле $r=-0,40\div0,54$; а в октябре – $r=0,07\div0,45$.

Анализируя результаты попарных вычислений корреляционных связей, можно отметить, что на данном временном интервале режим изменения метеопараметров носит, скорее всего, хаотический характер, что проявляется в большом разбросе значений показателя коэффициента относительной асимметричности. Направленность корреляционной взаимосвязи имеет как положительный, так и отрицательный характер для различных

сценариев сравнительной оценки метеофакторов среды. Отмечены высокие значения показателя корреляции ($r=0,56\div0,67$) зимнего сезона для 1992-2000 гг. и 2004 гг.; для весеннего сезона ряда лет (1992г., 1994г., 1997–2000 гг., 2004 гг.) этот показатель колеблется в пределах также достаточно высоких значений ($r=0,58\div0,65$); а летний ($r=-0,24\div0,54$) и осенний ($r=0,06\div0,47$) периоды года имеют невысокие значения корреляции.

Оценка метеопараметров среды *с позиций традиционных методов* типизации погодных условий основывалась на использовании оценочно-балльных характеристик – определении жесткости зимнего сезона (Осокин И.М., 1992 г); вычислении КПИ погодных условий (Матюхин В.А., 1971); контрастности погодных условий (индекс изменчивости погодных условий (Русанов В.И., 1973, 1993), а также приемов математической статистики. В результате обработки данных нами были получены значения баллов жесткости (зимнего сезона) в динамике за 1991–2004 гг. Далее, по характеристике балла жесткости зимнего сезона центрального месяца (января) произвели ранжирование погодных условий (7 градаций погодных условий) в зависимости от частоты повторяемости ($N\%$) типов погод для анализируемого периода.

Расчеты показали, что средняя повторяемость мало суровых типов погод составляет 12 %, умеренно суровых и суровых – по 34 %, очень суровых типов погоды составляет 14 %, жестко суровых типов 13 %, и, наконец, крайне суровый тип погоды повторяется в 7 % случаях для центрального месяца (январь) зимнего сезона. В целом, доля повторяемости «суровых – крайне суровых» типов погодных условий зимнего сезона составила 68 %, что является весьма высоким показателем, а значения рассчитанных баллов жесткости погодных условий зимнего сезона указывают на преобладание суровых типов погоды. Анализ графической динамики балла жесткости погодных условий (межсезонные значения) зимнего сезона (по характеристике января) для периода 1991–2004 гг. наглядно продемонстрировал как значительные колебания (амплитуды) балла жесткости (1997 и 1999 гг.), так и достаточно высокие значения данного показателя для ряда лет (1996, 1997, 1999 гг.).

Также был рассчитан КПИ погодных условий для всех сезонов года (Матюхин В.А., 1971) методом сравнения межсуточной изменчивости анализируемого фактора (атмосферное давление, температура и относительная влажность воздуха) со среднемесячным значением этого фактора в динамике 1991-2004 гг. В результате была определена повторяемость погодных условий ($N\%$) в зависимости от величины КПИ в динамике 1991-2004 гг. и проведена типизация погодных условий. Как показали расчеты, удельный вес очень изменчивых погодных условий высокий ($N\% > 50$) и находится в диапазоне достаточно больших значений: $62 \pm 2\%$ для атмосферного давления (P), $65 \pm 3\%$ для температуры (T , К) и $63 \pm 3\%$ для относительной влажности атмосферного воздуха (R , %) в зимний период; весной – $61 \pm 3\%$ (P), $64 \pm 2\%$ (T , К), $61 \pm 2\%$ (R , %); для летнего периода – $67 \pm 3\%$ (P), $67 \pm 3\%$ (T , К), $64 \pm 2\%$ (R , %), соответственно осенью – $64 \pm 2\%$ (P), $62 \pm 2\%$ (T , К), $62 \pm 2\%$ (R , %).

Таким образом, полученные данные обработки метеопараметров среды с позиций двух подходов (идентификации параметров *аттракторов* и традиционных методов типизации погодных условий) продемонстрировали сходные результаты. А именно, оба метода проиллюстрировали высокую контрастность погодных условий.

С позиций традиционных методов типизации погодных условий – высокую долю изменчивости погодных условий ($N\% > 50$), высокие значения балла жесткости и высокую долю повторяемости (68 %) суровых типов погод зимнего сезона, а также значительную амплитуду межсуточной изменчивости метеопараметров. Однако, традиционный подход, на наш взгляд, не в полной мере отражает характера изменения этих процессов.

Результаты, полученные с использованием метода идентификации параметров *аттракторов* экосистемы (с позиций ТХС), позволили выявить существенные признаки, которые значительно изменяют параметры системы.

Анализ полученных результатов (методом идентификации параметров *аттракторов*) выявил существенную значимость для координаты фазового пространства – относительной влажности воздуха (R , %) – при определении параметров *аттракто-*

ров метеосреды для весеннего и летнего сезонов, для зимнего же периода существенная значимость установлена для температуры (T , К). Для осеннего сезона года установлена в равной степени значимость как относительной влажности воздуха (R , %), так и атмосферного давления (P мм рт. ст.). На рис. 43 приведена графическая иллюстрация полученных результатов расчетных характеристик с позиций оценки двух подходов – традиционных методов типизации погодных условий (балл жесткости) и метода идентификации параметров аттракторов (объем суммарного аттрактора).

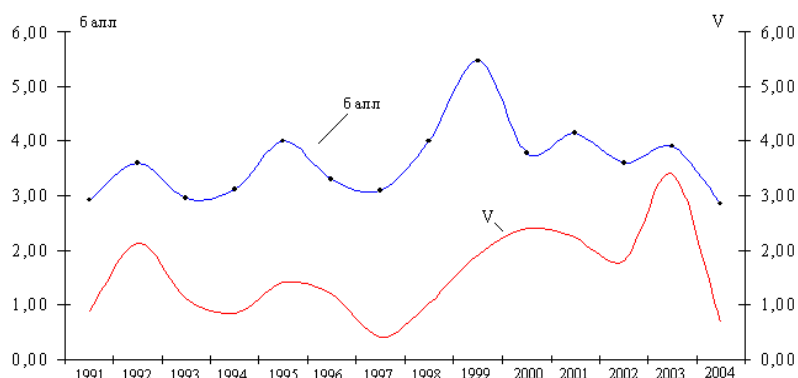


Рис. 43. Динамика значений балла жесткости и объема суммарных аттракторов фазового пространства (V) параметров среды (метеопараметров) для зимнего сезона (январь) в период 1991-2004 гг.

Полученные значения расчетных характеристик с точки зрения двух подходов в оценке метеопараметров среды, как следует из рис. 43, демонстрируют сходную направленность (r -Пирсона=0,53).

Таблица 93

Значения показателя асимметрии (rX) и параметры суммарных размеров аттракторов фазового пространства состояний (V) динамики экофакторов в разные сезоны года в условиях

ХМАО-Югры в трехмерном фазовом пространстве ($N = 3$)

ГОД	Месяц года							
	январь		апрель		июль		октябрь	
	rX	V	rX	V	rX	V	rX	V
1995	0,64	12,08	0,37	8,48	0,47	14,35	0,86	26,50
1996	0,32	3,84	1,33	9,10	0,16	4,80	0,39	7,61
1997	0,86	16,46	1,87	18,78	0,89	6,84	2,54	41,86
1998	0,52	3,61	0,28	5,07	0,09	2,50	0,95	5,78
1999	0,49	4,65	0,26	3,15	0,15	4,40	0,29	6,17
2000	1,00	4,11	0,40	4,00	0,97	5,39	0,50	4,87
2001	0,16	0,62	0,39	3,28	0,73	2,26	0,21	3,44
2002	0,24	4,96	0,10	3,99	0,15	0,76	0,04	0,78
2003	0,15	1,33	0,17	4,91	1,38	7,48	0,28	6,39
2004	0,03	0,89	0,22	6,93	0,33	8,73	0,31	5,57
σ	0,32	5,10	0,58	4,71	0,44	3,91	0,72	12,89
drX	0,20	3,16	0,36	2,92	0,27	2,42	0,45	7,99
$(\overline{rX}, \overline{V})$	0,44	5,26	0,54	6,77	0,53	5,75	0,64	11,80
$\pm m$	$\pm 0,10$	$\pm 1,61$	$\pm 0,18$	$\pm 1,49$	$\pm 0,14$	$\pm 1,24$	$\pm 0,19$	$\pm 3,41$

Анализ данных многолетних наблюдений за уровнем содержания вредных примесей в атмосферном воздухе (в нашем случае экофакторы) г. Сургута показывает, что наиболее существенный вклад в общий уровень загрязнения атмосферы вносят такие вещества, как оксиды азота, формальдегид, 3,4 бенз(а)пирен и фенол. Аналогично, результаты обработки показателей экологических факторов (оксиды азота, формальдегид, фенол в атмосферном воздухе) методом идентификации параметров *аттракторов*, в целом, также проиллюстрировали положительные зависимости между двумя признаками – показателями асимметрии (rX) и параметрами объемов (V) суммарных размеров *аттракторов* для всех сезонов года в динамике 1995-2004 гг. (табл. 93). Рассчитанные значения коэффициентов корреляции (r – Пирсона) показателя асимметрии (rX) с величинами объемов суммарных *аттракторов* ФПС (V) экофакторов среды для разных месяцев года в период 1995-2004 гг. в целом продемонстрировали устойчивые положительные зависимости (январь $r = +0,66$; апрель $r = +0,88$;

июль $r = +0,26$; октябрь $r = +0,91$). На рис. 44 и 45 приведена графическая иллюстрация зависимости показателей асимметрии (rX) с величинами объемов суммарных аттракторов фазового пространства для данных признаков; сплошной линией показана динамика показателей асимметрии (rX), а пунктирной – объемов суммарных аттракторов ФПС для показателей экофакторов.

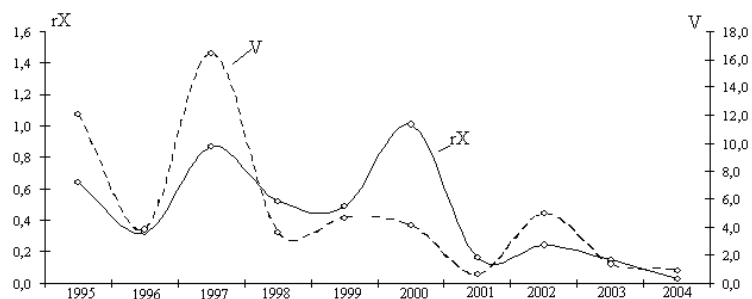


Рис. 44. Динамика значений показателей асимметрии (rX) и объемов суммарных аттракторов фазового пространства (V) параметров среды ЗВ для зимнего сезона (январь) в период 1995-2004 гг.

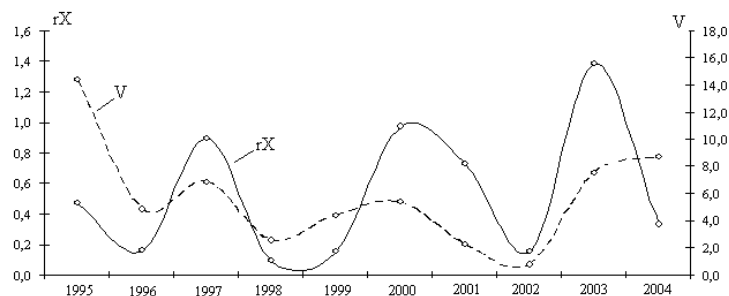


Рис. 45. Динамика значений показателей асимметрии (rX) и объемов суммарных аттракторов фазового пространства (V) параметров среды ЗВ для летнего сезона (июль) в период 1995-2004 гг.

Кроме того, вариант расчета методом сравнения двух кластеров данных (показатели экофакторов в разных временных режимах – осенью, зимой, весной, летом), позволил выявить значимость определенных признаков при определении объемов

этих же *аттракторов*. При различных сочетаниях обработки кластеров данных параметров (показатели экофакторов) нами были получены расчетные характеристики показателей относительной асимметрии (в виде матриц) при различных комбинациях сравнения двух кластеров экофакторов в динамике 1995-2004 гг. для разных сезонов года, которые позволили рассчитать коэффициенты корреляции. Этот показатель имел существенные различия в разные сезоны года, а также в динамике лет рассматриваемого периода. Так, например, в январе данный показатель изменялся в диапазоне: $r=-0,40\div 0,40$; в апреле $r=0,13\div 0,71$; в июле $r=-0,47\div 0,36$; а в октябре – $r=0,35\div 0,77$. Отмечены высокие значения показателя корреляции ($r=0,70\div 0,77$) осеннего сезона для 1995, 2000–2001 гг.; для весеннего сезона ряда лет (1998–2000 гг.) этот показатель колеблется в пределах также достаточно высоких значений ($r=0,68\div 0,72$) а летний ($r=-0,47\div 0,47$) и зимний ($r=-0,43\div 0,44$) периоды года имеют невысокие значения корреляции. Значительная вариабельность и отрицательная направленность показателя корреляции свидетельствует о хаотичности процессов на данных интервалах времени, что проявляется в большом разбросе значений показателя коэффициента относительной асимметрии. Анализ полученных результатов (методом идентификации параметров аттракторов) выявил существенную значимость для координаты фазового пространства экофактора – концентрации формальдегида (Сфа) при определении параметров аттракторов для всех сезонов года.

В аспекте *традиционных методов* проведена оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха (с санитарно-гигиенических позиций) и приведена многолетняя динамика содержания данных загрязняющих веществ в нормированных величинах (доли ПДК сс – концентрация предельно-допустимая, среднесуточное значение). Анализ содержания *диоксида азота* за 1995-2004 гг. показывает зависимость его содержания в атмосферном воздухе от среднегодовой температуры атмосферного воздуха и режима работы предприятий теплоэнергетики.

Превышение уровня содержания *диоксида азота* значений ПДК сс незначительно и это значение колеблется в пределах нормы – 1 ПДК сс. Однако прослеживается незначительная се-

зонная динамика фонового загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота. Содержание диоксида азота выше в зимний периоды (автотранспорт в зимнем режиме эксплуатации, работа котельных и зимний режим эксплуатации ГРЭС). Среднегодовая концентрация *формальдегида* также имеет положительную тенденцию к снижению. Анализ содержания формальдегида по годам указывает на его стабильное снижение к 2004 году. Однако уровень содержания формальдегида превышает значение ПДК_{сс} и остается достаточно высоким – в интервале 3-4 ПДК_{сс}. Прослеживается сезонная динамика фонового загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом. Содержание формальдегида выше в летний период (увеличение количества автотранспорта на автодорогах в весенний и летний периоды года). Среднегодовой уровень его содержания в атмосферном воздухе в течение года имеет значительную вариацию (колебания от среднегодового уровня до 20 %). Среднегодовая концентрация *фенола* незначительно превышает ПДК_{сс} для данного вещества в течение ряда наблюдаемых лет. Сезонность динамика фонового загрязнения атмосферного воздуха фенолом практически не прослеживается. Среднегодовой уровень его содержания в атмосферном воздухе в течение года имеет незначительную вариацию (колебания от среднегодового уровня до 5–7 %). Прослеживается положительная тенденция снижения уровня содержания фенола в атмосферном воздухе к 2004 г.

Таким образом, полученные данные обработки показателей экофакторов среды с позиций двух подходов (идентификации параметров *аттракторов* и традиционных методов) также продемонстрировали сходные результаты. А именно, оба метода проиллюстрировали:

- с точки зрения санитарно-гигиенического подхода – высокий удельный вес концентрации формальдегида в общем уровне загрязнения атмосферного воздуха г. Сургута;
- метод идентификации параметров *аттракторов* – высокую долю значимости концентрации формальдегида (как координаты фазового пространства) – 91 % в летний период, 64 % – в зимний, что согласуется с традиционным подходом как сезонности изменения содержания этого вещества, так и значительного вклада этого ЗВ в общий уровень загрязнения атмосферного воздуха.

На примере г.п. Федоровский, в аспекте исследования характера и степени влияния метеорологических факторов на среду обитания и жизнедеятельность человека, проживающего на Севере, проведен анализ влияния метеорологических факторов на возникновение метеотропных реакций жителей (обращаемость жителей за неотложной помощью по поводу артериальной гипертензии – 1254 случая) в период 2004–2005 гг.

С одной стороны, в рамках традиционных подходов и методов математической статистики, исследована степень зависимости между показателями ухудшения самочувствия населения и днями со значительными флуктуациями метеопараметров, т.е. изменчивостью внутрисуточных перепадов температуры воздуха и атмосферного давления. Были рассчитаны ИИП (Русанов В.И., 1973, 1993) по данным температуры атмосферного воздуха ($K_{(t)}$) и атмосферного давления ($K_{(P)}$) для каждого месяца, а также проведен корреляционный анализ между показателями индексов изменчивости температуры воздуха ($K_{(t)}$), атмосферного давления ($K_{(P)}$) и количеством обращений в скорую медицинскую помощь $N_{(AG)}$ по поводу артериальной гипертензии.

Анализ показал, что большее количество обращений жителей г.п. Федоровский за медицинской помощью по поводу артериальной гипертензии наблюдалось в холодные и переходные месяцы года, что соответствует высоким значениям рассчитанных ИИП по температуре ($K_{(t)}$) и атмосферному давлению ($K_{(P)}$), а также определены устойчивые корреляционные зависимости числа обращений жителей по поводу артериальной гипертензии ($N_{(AG)}$) с метеопараметрами среды. В табл. 94 приведены установленные коэффициенты корреляции частоты обращения в зависимости от рассчитанных индексов изменчивости погодных условий ($K_{(t)}$, $K_{(P)}$).

Большие значения индексов $K_{(t)}$ и $K_{(P)}$ отражают неблагоприятные для человека погодные условия и указывают на высокую вероятность ухудшения его самочувствия, а полученные значения коэффициентов корреляции $r_{(K_{(P)}, N_{(AG)})}$ и $r_{(K_{(t)}, N_{(AG)})}$ отражают устойчивую, высокую зависимость с погодными факторами. Существенно, что в определении влияния абиотического фактора (температура атмосферного воздуха и атмосферное

давление) на организм человека необходимо определять не только его величину (абсолютное значение), но и режим, в котором он воздействует на организм (особенно параметры изменчивости).

Таблица 94

Значения коэффициентов корреляции (r -Пирсона) числа обращений жителей ($N_{(AГ)}$) г.п. Федоровский за неотложной медицинской помощью с индексом изменчивости погодных условий по температуре ($r(K_{(T)})$) и атмосферному давлению ($r(K_{(P)})$) в период 2004-2005 гг.

2004 г.			2005 г.		
$N_{(AГ)}$	$r_{(K(T), N(AГ))}$	$r_{(K(P), N(AГ))}$	$N_{(AГ)}$	$r_{(K(T), N(AГ))}$	$r_{(K(P), N(AГ))}$
750	0,6	0,7	774	0,5	0,6

Примечание: $N_{(AГ)}$ – количество обращений жителей за медицинской помощью по поводу артериальной гипертензии; $r_{(K(T), N(AГ))}$ – коэффициент корреляции частоты обращений с индексом изменчивости погодных условий по температуре; $r_{(K(P), N(AГ))}$ – коэффициент корреляции частоты обращений с индексом изменчивости погодных условий по атмосферному давлению.

Методом анализа в рамках ТХС выявлены различия динамики поведения вектора состояния экосреды и обращаемости населения в 3–мерном ФПС. Такой подход в оценке влияния метеофакторов позволил определить размеры *аттракторов* состояний путем анализа параметров трехмерного параллелепипеда – его объема V , геометрического центра rx_i и хаотического центра (координаты x_c) всех его переменных (N , T , P) в 3–мерном ФПС, оценить меру стохастической и хаотической динамики метеотропных реакций человека на фоне влияния погодных факторов. В табл. 95 приведены результаты количественной обработки *параметров аттракторов* состояния системы для 2004 и 2005 гг.

Как следует из табл. 95, объемы 3-мерного ФПС для данной системы имеют достаточно высокие значения для месяцев с наибольшей обращаемостью населения по поводу артериальной гипертензии в течение 2004-2005 г.г. – для января ($V=4,350 \cdot 10^3$

$\div 6,864 \cdot 10^3$) и марта ($V=4,295 \cdot 10^3 \div 9,090 \cdot 10^3$); эти же показатели объемов параллелепипедов для осенне-летнего сезонов имеют более низкие значения – для июля ($V=0,672 \cdot 10^3 \div 1,105 \cdot 10^3$) и октября ($V=1,650 \cdot 10^3 \div 3,432 \cdot 10^3$), что согласуется с более низкими показателями обращаемости населения в данное время года.

Таблица 95

Параметры хаотических аттракторов и сравнение стохастических и хаотических распределений динамики метеопараметров и обращаемость населения для разных месяцев 2004-2005 гг. в 3-мерном фазовом пространстве ($N = 3$) на примере г.п. Федоровский.

2004			
	$N_{(AG)}$	rX	V
Январь	88	3,12	$4,350 \cdot 10^3$
Март	78	6,96	$9,090 \cdot 10^3$
Июль	27	2,18	$0,672 \cdot 10^3$
Октябрь	44	3,78	$3,432 \cdot 10^3$
2005			
Январь	80	3,63	$6,864 \cdot 10^3$
Март	79	3,56	$4,295 \cdot 10^3$
Июль	53	1,92	$1,105 \cdot 10^3$
Октябрь	53	1,63	$1,650 \cdot 10^3$

Примечание: rX – показатель асимметрии, т.е. расстояние между точкой стохастического и хаотического центра по каждой грани 3-мерного параллелепипеда; V – объем фазового пространства (параллелепипеда), N – количество фазовых переменных – температура (T), атмосферное давление (P), ($N_{(AG)}$) – число обращений населения по поводу артериальной гипертензии).

Общий показатель асимметрии (rX) также имеет различия в зимне-весенние и осенне-летние месяцы. В январе данный показатель колеблется в пределах: $rX=3,12 \div 3,63$; в марте $rX=3,56 \div 6,96$; в октябре $rX=1,63 \div 3,78$; а в июле этот показатель имеет диапазон значений $rX=1,92 \div 2,18$, что также согласуется с высокой обращаемостью населения по поводу артериальной гипер-

тензии в зимне-весенние месяцы и сравнительно низкой обращаемостью в летние периоды года.

2.3. Заключение

Разработанный метод и запатентованный программный продукт – («Идентификация параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве», свидетельство № 2006613212 от 13 сентября 2006 г. РОСПАТЕНТ) позволяет проводить объективную диагностику различий между динамикой стохастического поведения БДС и их хаотической динамикой.

Выполненная количественная оценка динамики параметров экосреды (метеопараметров и химических экофакторов) с позиций ТХС на примере северной урбанизированной территории (г. Сургут) показала, что на данном временном интервале режим их изменения носит хаотический характер, и это подтверждается большим разбросом значений показателя коэффициента асимметрии (метеопараметры – $rX_{1991-2004}=0,69\div 14,69$; экофакторы $rX_{1995-2004}=0,03\div 2,54$), значительными амплитудами колебаний данного показателя для всех сезонов года (метеопараметры – $\Delta rX_{\text{зима}}=7,36$; $\Delta rX_{\text{весна}}=8,60$; $\Delta rX_{\text{лето}}=5,17$; $\Delta rX_{\text{осень}}=8,20$; экофакторы – $\Delta rX_{\text{зима}}=0,83$; $\Delta rX_{\text{весна}}=1,77$; $\Delta rX_{\text{лето}}=1,29$; $\Delta rX_{\text{осень}}=2,50$), а также наличием больших, устойчивых во времени перепадов (скоростей) метеопараметров (dT/dt ; dP/dt ; dR/dt).

Величина показателей объемов суммарных *аттракторов* параметров экосреды имеет высокий порядок, характеризуется большим разбросом значений (метеопараметры – $V_{1991-2004}=0,195\cdot 10^4\div 5,335\cdot 10^4$; экофакторы – $V_{1995-2004}=0,62\div 41,86$) и значительными амплитудами колебаний для всех сезонов года ($\Delta V_{\text{зима}}=3,278\cdot 10^4$; $\Delta V_{\text{весна}}=3,121\cdot 10^4$; $\Delta V_{\text{лето}}=1,126\cdot 10^4$; $\Delta V_{\text{осень}}=2,581\cdot 10^4$; экофакторы – $\Delta V_{\text{зима}}=15,84$; $\Delta V_{\text{весна}}=15,63$; $\Delta V_{\text{лето}}=13,59$; $\Delta V_{\text{осень}}=41,86$), что характеризует высокие погодноклиматические и экологические контрасты данной территории.

Установлена прямая корреляционная связь (метеопараметры – $r=0,32\div 0,86$; экофакторы – $r=0,26\div 0,91$) между показателями коэффициентов асимметрии ($rX_{1991-2004}$) и объемами суммар-

ных *аттракторов* ($V_{1991-2004}$) для разных месяцев в многомерном ФПС.

Возникновение метеотропных реакций (изменение параметров ВСОЧ) частично обусловлено климато-экологическим влиянием. Полученные значения коэффициентов корреляции ИИП и обращаемости (N_{AG}) жителей г.п. Федоровский по поводу артериальной гипертензии отражают устойчивую, высокую зависимость с погодными факторами ($r=0,50\div0,70$).

Метеофакторы могут значительно изменять значения *параметров порядка* БДС, что отражается в различии полученных значений показателей коэффициентов асимметрии ($rX=3,12\div6,96$) и величинами объемов ФПС ($V=4,295\cdot10^3\div9,090\cdot10^3$) – для месяцев с наибольшей обращаемостью (зимне-весенний сезон) и этими же показателями в летний период – ($rX=1,92\div2,18$) ($V=0,672\cdot10^3\div1,105\cdot10^3$), что согласуется с более низкими показателями обращаемости населения в данное время года.

Использование метода и программного продукта идентификации *параметров порядка* биосистем для исследования и оценки влияния динамики экофакторов среды целесообразно использовать для выполнения ранжирования признаков, существенно влияющих на качество жизни населения.

Разработанный новый метод позволяет обосновать критерии количественной оценки различий между стохастической и хаотической динамикой поведения параметров экосреды.

3. Системный анализ в изучении динамики неинфекционных заболеваний на урбанизированном Севере

3.1. Введение

Организм человека является сложной системой с множеством уровней организации и управления. Слаженная работа различных ФСО, оптимальное управление со стороны ЦНС ими – обеспечивает гомеостаз, т.е. поддержание основных параметров организма в определенных жизненно необходимых пределах. Это происходит в условиях изменения параметров внешней среды или появления каких-либо непредсказуемых изменений в системе регуляции жизненных функций. Трудовая деятельность

– важный экзогенный фактор, определяющий структуру ритмов различных физиологических процессов. В зависимости от тяжести и напряженности труда, режимов трудовой деятельности возможны как синхронизация биологических ритмов, так и их нарушение, когда деятельность человека становится источником возмущения и развития десинхроноза, приводящего к дисбалансу ФСО и, в частности, КРС (Агаджанян, 1996-1999, Еськов 1997, 2004).

Особое значение в ритмологии и физиологии труда имеет влияние его на биоритмы физиологических функций. Настоящее исследование было проведено в группах машинистов локомотивов и их помощников, работа которых связана с обеспечением безопасности движения поездов. Сравнительное изучение организма этих работников с работниками охраны (ночная смена), физического труда на открытом воздухе и умственного труда при психических нагрузках позволяет более детально представлять состояние организма работников первой группы (железнодорожники), в которой регистрируются в основном заболевания, связанные с воздействием физических факторов и ненормированного рабочего дня. Например, уровень шума в кабинах отдельных тепловозов достигает 118-120 децибеллов. Дополнительным неблагоприятным фактором при работе на локомотивах является вибрация, параметры которой превышают предельно допустимые в 2-2,5 раза, а также выраженное нервно-эмоциональное напряжение и работа в ночные смены. Все эти специфические или неспецифические производственные факторы влияют на параметры *квазиаттракторов* движения ВСОЧ и требуют особого изучения с целью прогноза и коррекции параметров ФСО.

В кабинах машинистов в летний период без должной вентиляции температура достигает 40–48° С при резком снижении относительной влажности и низкой подвижности воздуха. Зимой температура воздуха в машине СМ-2 при наружной температуре –20° С составляет приблизительно 4° С. Поэтому на Западно-Сибирской железной дороге машинисты чаще всего страдают следующими профессиональными заболеваниями: *заболеваниями органов дыхания* – 57 %, *заболеваниями органов слуха* –

16 % , *вибрационной болезнью* – 15 %. Они характеризуются патологическими изменениями сосудов конечностей, нервно-мышечного и костно-суставного аппарата.

В этой связи изучение особенностей влияния факторов производства на ФСО и возникновение ранних патологических изменений представляет научный интерес как для физиологии трудовых процессов и профпатологии, так и для терапии в аспекте изучения особенностей ВСОЧ в ФПС.

3.2. Основные результаты исследований и их обсуждение

Обследования проводились в разных группах испытуемых: машинисты и помощники (73 человека), работники умственного и физического труда (всего 126 человек), которые не связаны с железнодорожным транспортом (71 человек), группа больных неинфекционными заболеваниями (85 пациентов), группы сравнения (160 человек), группы обследуемых, находящихся в разных широтных условиях (156 человек).

В комплексном лечении наблюдаемых больных использовались различные методы *восстановительной терапии*. В частности, при *артериальной гипертензии* применялись:

1. Магнитотерапия (аппарат «Алма», программа «АГ»).
2. Скипидарные ванны с «желтой эмульсией», обладающей гипотензивным действием.
3. Внутривенное введение озono-кислородной смеси.
4. Гипербарическая оксигенация.
5. Иглорефлексотерапия.
6. Аудио-визуальная вибротактильная музыкальная программа «Сенсориум», предназначенная для снятия психологического и эмоционального напряжения.
7. ЛФК (индивидуальные и групповые занятия).

При лечении *остеохондроза* использовались следующие методы:

1. Ультразвуковая терапия: фонофорез с карипазином.
2. Дозированное подводное вытяжение позвоночника.
3. Подводный гидромассаж.

4. Магнитотерапия (аппарат «Алма», программа «Остеохондроз»).
5. Иглорефлексотерапия.
6. Специальная методика ЛФК, направленная на купирование болевого синдрома, расслабление и укрепление мышц спины.
7. Лечебный массаж.

Использовали три основных метода идентификации параметров порядка любой БДС, базирующиеся на трех различных подходах:

- *детерминистский* – используется *метод минимальной реализации* (ММР);
- *стохастический* – используются элементы хаотической динамики (нейросетевые технологии, нейронные сети и нейро-ЭВМ);
- *метод анализа параметров аттракторов* путем сравнения параметров различных кластеров, представляющих БДС.

Изучение особенностей поведения ВСОЧ работников железнодорожного транспорта имеет две особенности: изучение различий в состояниях функций организма работников физического и умственного труда (физиологии труда) и изучение особенностей ВСОЧ, характерных именно для работников железной дороги.

В связи с расширением использования различных автоматизированных систем, управление которыми носит монотонный характер с минимальными физическими нагрузками, большое значение приобретает также изучение состояния организма, связанное с утомлением, ослаблением внимания и сонливостью, что составляет третий (и наиболее важный) аспект настоящей работы. Данные изменения влекут за собой возникновение опасного переходного состояния «бодрствование-сон» и, как следствие, повышенную вероятность возникновения аварийных ситуаций (особенно при работах в ночное время). Поэтому проблема диагностики, контроля и коррекции функционального состояния организма человека, работающего в особых условиях, длительного или повышенного внимания при депривации сна

или при нарушении нормального цикла «бодрствование-сон», является весьма актуальной проблемой хроноэкологии, физиологии труда и профпатологии.

При чрезвычайно высокой ответственности, которая возложена на локомотивщиков (машинистов и их помощников), наряду с высоким психоэмоциональным напряжением действуют еще и так называемые факторы обитаемости – шум, вибрация, избыточное или недостаточное световое излучение и т.д. Все это в совокупности ведет к повышению утомляемости, снижению внимания и времени реакции на опасность, а также повышенному риску развития профессиональных заболеваний.

В наших исследованиях изучались показатели ФСО в различных группах умственного и физического труда, а также в различных группах работников железнодорожного транспорта, в частности, у 73 локомотивщиков Сургутского отделения Свердловской железной дороги. Регистрация параметров производилась в динамике до и после рейса. Всего обследовано 37 машинистов и 36 помощников машинистов мужского пола. Средний возраст машинистов составлял $49,13 \pm 10,84$ лет, средний период проживания на Севере $22,24 \pm 3,30$ лет и стаж работы в данной профессии – $19,7 \pm 3,46$ лет. Средний возраст помощников машинистов составлял $29,53 \pm 2,45$ лет, период проживания на Севере $16,11 \pm 3,2$ лет, стаж работы в данной профессии – $4,70 \pm 1,40$ лет. Продолжительность рейса попадала в интервал от 7 до 15 часов, т.е. значительно варьировала (Полухин В.В., 2009).

Обследование производилось стандартными методами вариационной пульсометрии на аппаратно-программном комплексе «ЭЛОКС» с определением параметров активности СИМ и ПАР ВНС, ЧСС и ИНБ. У здоровых лиц ИНБ 80-140 (среднесуточные колебания от 68 до 150) при среднесуточном значении 120. *Симпатикотония* (преобладание СИМ) приводит к увеличению ИНБ, а усиление парасимпатического тонуса – к уменьшению его. Интервал изменения ИНБ при парасимпатической активности обычно колеблется от 0 до 100, а при симпатической – от 200 до 1000 и более.

Из табл. 96 и рис. 46 видно, что показатели активности СИМ перед рейсом и после достоверно выше у машинистов в

связи с более интенсивными эмоциональными и физическими нагрузками. Машинист локомотива не имеет права передавать управление машиной другим лицам и покидать состав в течение всего рейса.

Таблица 96

Результаты статистической обработки данных измерений показателей кардио-респираторной и вегетативной нервной систем машинистов и их помощников перед рейсом и после

	Машинисты		Помощники машинистов	
	Перед рейсом	После рейса	Перед рейсом	После рейса
	1	2	3	4
СИМ	12,16±3,03	6,7±1,7 P ₁ < 0,01	5,66±1,58 P ₃ < 0,001	3,83±1,16 P ₂ = 0,05 P ₄ < 0,01
ПАР	5,59±1,22	9,83±1,1 P ₁ < 0,001	11,25±2,05 P ₃ < 0,001	13,33±2,1 P ₂ > 0,05 P ₄ < 0,001
ЧСС	82,73±3,63	76,1±3,1 P ₁ < 0,001	79,66±3,89 P ₃ > 0,05	71,02±3,11 P ₂ < 0,001 P ₄ < 0,05
ИНБ	137,18±34,0	69,54±21,3 P ₁ < 0,01	67,13±19,09 P ₃ < 0,01	43,5±13,54 P ₂ < 0,05 P ₄ < 0,05

Примечания: P – степень достоверности изменения параметров; P₁ – между 1 и 2; P₂ – между 2 и 3; P₃ – между 1 и 3; P₄ – между 2 и 4

У машинистов перед рейсом показатели активности СИМ составляли 12,2±3,03 ед., а помощников машинистов – 5,6±1,59 ед. После рейса у машинистов и их помощников происходит достоверное снижение показателей активности симпатического компонента нервной системы и фазатон мозга переходит в более тоническое состояние.

Это связано с активацией процессов в организме, направленных на восстановление после тяжелой рабочей смены. После рейса как у машинистов, так и их помощников происходит дос-

товерное снижение ЧСС и повышение показателей активности ПАР. Максимальные значения показателя ИНБ установлены у машинистов перед рейсом. Высокая корреляция между ИНБ и параметрами СИМ указывает на стрессовое состояние машинистов перед рейсом.

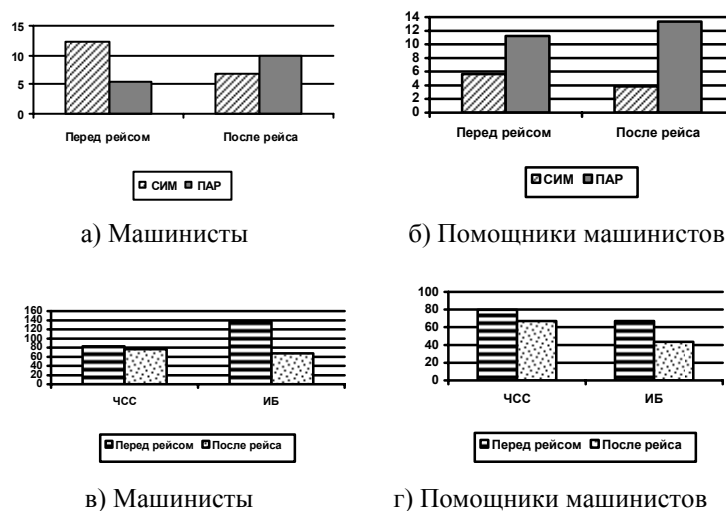


Рис. 46. Изменение параметров активности показателей кардиореспираторной и вегетативной нервной системы у машинистов и их помощников перед рейсом и после.

На основе оценки защитно-приспособительных механизмов организма выявляются не болезни, а степень адаптации организма к условиям окружающей среды и особенностям трудовой деятельности. Такие исследования дают возможность раннего выявления донозологических состояний, т.е. диагностики на этапе срыва адаптации и показывают необходимость проведения неспецифической профилактики.

Таким образом, перед рейсом у машинистов железной дороги отмечены более высокие значения параметров активности симпатической нервной системы по сравнению с их помощни-

ками. Это отражает повышенный уровень тревожности состояния данной категории испытуемых в момент исследования. После рейса как у машинистов, так и у их помощников происходит заметное снижение активности СИМ и увеличение показателей активности ПАР. Это связано с активацией процессов в организме, направленных на восстановление гомеостаза организма после тяжелой рабочей смены.

Анализ полученных данных с позиций системного синтеза и синергетики позволил установить различия в параметрах *квазиаттракторов* движения ВСОЧ в ФПС.

Еще более выражены изменения параметров *квазиаттракторов* у этих групп обследованных (машинисты и помощники). Для примера в табл. 97 и 98 представлены значения объемов квазиаттракторов для этих 2-х групп испытуемых. В частности, была произведена идентификация объемов *квазиаттракторов* движения ВСОЧ для машинистов и помощников в ФПС для одного кластера (перед рейсом) и для другого (после рейса), а затем поэтапного исключения из расчета отдельных компонент вектора состояния БДС с одновременным анализом параметров *квазиаттракторов* и сравнения существенных или несущественных изменений в этих параметрах после такого исключения. Мы идентифицировали у испытуемых 11 признаков КРС – координат ФПС. Определялись все интервалы ΔX по 11 координатам, показатели асимметрии $гX$ по каждой координате и по всем в общем, а также рассчитывался общий объем 11-мерного параллелепипеда (General V Value). В результате использования программы ЭВМ были получены табл. 97 и 98.

Из полученных таблиц можно увидеть, что общий объем параллелепипеда, ограничивающего *квазиаттрактор* поведения ВСОЧ машинистов перед рейсом, равен $7,011 \cdot 10^{22}$. Это на целый порядок меньше, чем после рейса ($V = 2,75 \cdot 10^{23}$). После рейса у машинистов происходит также увеличение общего показателя асимметрии ($гX$) примерно в семь раз. Такая же ситуация наблюдается с показателями *квазиаттракторов* движения ВСОЧ для помощников машинистов, но с другими численными результатами.

**Результаты идентификации параметров квазиаттракторов
поведения ВСОЧ для машинистов
(x_1 -СИМ x_2 – ПАР x_3 – ЧСС x_4 – SPO₂ x_5 – VLF мс2 x_6 – LF мс2 x_7 –
HF мс2 x_8 – Total мс2 x_9 – LF norm % x_{10} – HF norm % x_{11} – LF/HF)
после рейса и перед ним**

Перед рейсом	После рейса
Количество измерений второго массива N=37	Количество измерений N=37
Размерность фазового пространства=11	Размерность фазового пространства = 11
Interval2X0=48 Asymmetry2X0=0.2883	IntervalX0=15 AsymmetryX0=0.1685
Interval2X1=15 Asymmetry2X1=0.1270	IntervalX1=13 AsymmetryX1=0.0405
Interval2X2=60 Asymmetry2X2=0.0378	IntervalX2=44 AsymmetryX2=0.0670
Interval2X3=6 Asymmetry2X3=0.1306	IntervalX3=4 AsymmetryX3=0.0811
Interval2X4=416 Asymmetry2X4=0.2423	IntervalX4=356 AsymmetryX4=0.3552
Interval2X5=4 900 Asymmetry2X5=0.2357	IntervalX5=7 646 AsymmetryX5=0.2316
Interval2X6=2 422 Asymmetry2X6=0.1483	IntervalX6=18 937 AsymmetryX6=0.3290
Interval2X7=673 Asymmetry2X7=0.1707	IntervalX7=8 553 AsymmetryX7=0.3815
Interval2X8=51 Asymmetry2X8=0.0760	IntervalX8=38 AsymmetryX8=0.1017
Interval2X9=51 Asymmetry2X9=0.0760	IntervalX9=38 AsymmetryX9=0.1017
Interval2X10=31.3000Asymmetry2X10=0.3624	IntervalX10=12.5900 AsymmetryX10=0.2134
General asymmetry value Ry=1 219.4059	General asymmetry value Rx=7 254.3013
General V value Vy=7.01*10 ²²	General V value Vx = 2.75*10 ²³

Общий показатель асимметрии (r_X) для помощников машинистов после рейса (110 399.7) превышает в 40 раз таковой перед рейсом (2 642.2). У этой же группы испытуемых происходит увеличение параметров V параллелепипеда, внутри которого и наблюдается движение ВСОЧ, на целых два порядка (табл. 98). Такое количественное различие может характеризовать ярко выраженную меру хаотичности в динамике поведения ВСОЧ для работников железной дороги после рейса, причем для помощников данная мера хаотичности выражена сильнее.

Результаты идентификации параметров квазиаттракторов поведения ВСОЧ пом. машинистов (x_1 -СИМ x_2 – ПАР x_3 – ЧСС x_4 – SPO₂ x_5 – VLF мс2 x_6 – LF мс2 x_7 – HF мс2 x_8 – Total мс2 x_9 – LF norm % x_{10} – HF norm % x_{11} – LF/HF) перед рейсом и после

Пом. машинистов перед рейсом	Пом. машинистов после рейса
Количество измерений второго массива N=36	Количество измерений N = 36
Размерность фазового пространства=11	Размерность фазового пространства=11
Interval2X0= 19 Asymmetry2X0= 0.2485	IntervalX0= 16 AsymmetryX0= 0.2604
Interval2X1= 27 Asymmetry2X1= 0.1595	IntervalX1= 27 AsymmetryX1= 0.0432
Interval2X2= 47 Asymmetry2X2= 0.0248	IntervalX2= 43 AsymmetryX2= 0.1040
Interval2X3= 4 Asymmetry2X3= 0.0903	IntervalX3= 2 AsymmetryX3= 0.027
Interval2X4=242 Asymmetry2X4=0.2515	IntervalX4=210 AsymmetryX4= 0.3024
Interval2X5=7 933 Asymmetry2X5=0.2816	IntervalX5=46 345 AsymmetryX5=0.4136
Interval2X6=5 740 Asymmetry2X6=0.1635	IntervalX6=220 317 AsymmetryX6=0.4541
Interval2X7=3 721 Asymmetry2X7=0.2824	IntervalX7=92 969 AsymmetryX7=0.4577
Interval2X8= 57 Asymmetry2X8= 0.1910	IntervalX8= 46 AsymmetryX8= 0.1540
Interval2X9= 57 Asymmetry2X9= 0.1910	IntervalX9= 46 AsymmetryX9= 0.1540
Interval2X10=11.7000 Asymmetry2X10=0.2282	IntervalX10=5.9400 AsymmetryX10=0.1034
General asymmetry value Ry=2 642.2049	General asymmetry value Rx=110 399.6890
General V value Vy = 1.5*10 ²³	General V value Vx = 9.31*10 ²⁵

При анализе медицинских карт предрейсовых осмотров выявлено, что среди машинистов предпенсионного возраста встречаются индивиды с превосходным физическим и психофизиологическим статусом, резко выделяющим их из общей популяции. В тоже время, среди помощников машинистов практически отсутствуют лица с достаточно хорошим здоровьем для такой тяжелой работы. На наш взгляд, данный факт свидетельствует о том, что длительное время на железной дороге работают изначально физически здоровые мужчины. Кроме того, ежегодный медицинский, и в какой-то мере, естественный отбор «выбраковывают» лиц с пониженным жизненным потенциалом и адаптационными возможностями.

Поведение вектора состояния организма при проведении восстановительного физиотерапевтического лечения

Было обследовано 85 пациентов, получавших курс восстановительного физиотерапевтического лечения в отделении восстановительной медицины и реабилитации отделенческой больницы на ст. Сургут. Из них 43 пациента, страдающих *гипертонической болезнью I-II стадии*, составили основную, 1-ю группу (из них 22 больных мужского и 21 больная женского пола в возрасте 30-50 лет). В качестве контрольной, 2-й группы взяты 42 больных, страдающих *остеохондрозом* (из них 22 больных мужского и 20 больных женского пола также в возрасте 30-50 лет). Мониторинг происходил приблизительно в одинаковых условиях в течение 5 минут в положении сидя в относительно комфортных условиях.

Таблица 99

Показатели кардиореспираторной ФСО пациентов с артериальной гипертензией (1-я группа) до и после лечения

	СИМ	ПАР	ИНБ	SPO2	ЧСС
До лечения					
Среднее X_{cp}	9,9	8,28	109,78	97,33	78,12
Дисперсия выборки (D)	125,52	30,68	15167,42	1,08	151,01
Стандартное отклонение(σ)	11,20	5,54	123,16	1,04	12,29
ДИ с $P=0,95$ ($\pm$)	3,35	1,66	36,81	0,31	3,67
Стандартная ошибка (m)	1,71	0,84	18,78	0,16	1,87
После лечения					
Среднее X_{cp}	7,02	9,65	90,16	97,63	76,58
Дисперсия выборки (D)	56,55	29,33	16752,62	0,67	166,20
Стандартное отклонение (σ)	7,52	5,42	129,43	0,82	12,89
ДИ с $P=0,95$ ($\pm$)	2,25	1,62	38,69	0,24	3,85
Стандартная ошибка (m)	1,15	0,83	19,74	0,12	1,97

Примечание: здесь и далее СИМ – показатель активности симпатической вегетативной нервной системы (ВНС), ПАР – показатель активности парасимпатической ВНС, ЧСС – частота сердечных сокращений, ИНБ – показатель индекса Баевского (в у.е.), SPO₂ – процент содержания оксигемоглобина в крови.

Из полученных данных видно (табл. 99), что результаты статистической обработки данных измерений показателей кардиореспираторной ФСО пациентов 1-й группы до и после физиотерапевтического воздействия на организм различны.

Так, значение показателя активности симпатического отдела ВНС (СИМ) уменьшилось от 9,9 ед. до 7,02 ед. после физиотерапевтического воздействия по сравнению с исходным состоянием ФСО до воздействия. Подобная картина наблюдалась и у ИНБ: он уменьшается от 109,78 ед. до 90,16 ед. Частота сердечных сокращений так же уменьшилась в среднем от 78,12 уд./мин. до 76,58 уд./мин.

Для пациентов с *остеохондрозом* (табл. 98) эти изменения менее выражены. Из табл. 100 видно, что результаты статистической обработки данных показателей ФСО пациентов с *остеохондрозом* до и после физиотерапевтического воздействия на организм существенно не изменились. Так, активность СИМ до и после проведения физиотерапевтических процедур составила 7,09 ед. и 7,19 ед. соответственно. Активность ПАР соответственно уменьшилась от 10,62 ед. до 9,38 ед. ИБ и ЧСС изменились незначительно: первый от 78,48 ед. до 80,57 ед., второй от 75,64 уд./мин. до 76,26 уд./мин.

Исходя из результатов статистической обработки полученных данных у пациентов с *артериальной гипертензией* и *остеохондрозом* до и после физиотерапевтического воздействия следует исходное значение показателя активности СИМ (т.е. до физиотерапевтического воздействия) оказалось более высоким в 1-й группе (*артериальная гипертензия*) – 9,9 ед., по сравнению со 2-й группой (*остеохондроз*) – 7,09 ед. Показатель активности ПАР оказался выше во 2-й группе (10,62 ед.) по сравнению с 1-й группой (8,28 ед.).

Динамика показателей активности СИМ и ПАР после физиотерапевтического воздействия в исследуемых группах также оказалась различной: в 1-й группе наблюдалось увеличение данного показателя, во 2-й группе – снижение.

**Показатели кардиореспираторной ФСО пациентов с
остеохондрозом (2-я группа) до и после физиотерапевтического
лечения**

	СИМ	ПАР	ИНБ	SPO2	ЧСС
До лечения					
Среднее X_{cp}	7,09	10,62	78,48	97,95	75,64
Дисперсия выборки (D)	81,16	41,75	11649,77	1,51	199,55
Стандартное отклонение (σ)	9,01	6,46	107,93	1,23	14,13
ДИ с $P=0,95$ ($\pm$)	2,72	1,95	32,64	0,37	4,27
Стандартная ошибка (m)	1,39	0,99	10,65	0,19	2,18
После лечения					
Среднее X_{cp}	7,19	9,38	80,57	97,71	76,26
Дисперсия выборки (D)	58,49	34,29	10240,98	1,09	119,81
Стандартное отклонение (σ)	7,65	5,86	101,19	1,04	10,95
ДИ с $P=0,95$ ($\pm$)	2,31	1,77	30,61	0,32	3,31
Стандартная ошибка (m)	1,18	0,90	15,62	0,16	1,69

В группе пациентов с остеохондрозом (2-я группа) также наблюдались более низкие показатели ИНБ – 78,48 ед. и 80,57 ед. до и после физиотерапевтического воздействия соответственно, чем в группе пациентов с *артериальной гипертензией* ИНБ (109,78 ед. и 90,16 ед. до и после воздействия соответственно). У пациентов этих двух нозологических групп, имеющих различные исходные данные показателей КРС до физиотерапевтического воздействия, после него наблюдалась тенденция сближения исследуемых показателей, т.е. схожее проявление уровня компенсаторных возможностей после физиотерапевтического воздействия.

Для того чтобы выявить гендерные различия в двух исследуемых группах больных, было проведено ранжирование больных по половому признаку (табл. 101, 102).

Результаты статистической обработки показателей КРС пациентов женского пола с заболеванием артериальная гипертензия (группа 1.1.) показало слабо выраженные различия в показателях до и после физиотерапевтического воздействия. Происхо-

дило снижение как активности симпатического, так и парасимпатического отдела ВНС: СИМ уменьшился от 7,9 ед. до 6,8 ед., активность ПАР – от 8,5 ед. до 7,8 ед. ИНБ снизился от 87,8 ед. до 81,1 ед. Также происходило незначительное увеличение частоты сердечных сокращений – от 72,4 ударов/мин. до 77,6 ударов/мин.

Таблица 101

Показатели кардиореспираторной ФСО у женщин 1-й группы до и после физиотерапевтического лечения

	СИМ	ПАР	ИБ	SPO2	ЧСС
до					
Среднее $X_{\text{ср}}$	7,9	8,5	87,8	97,4	72,4
Дисперсия выборки (D)	50,32	19,83	5809,29	1,82	30,49
Стандартное отклонение(σ)	7,09	4,45	76,22	1,35	5,52
ДИ с $P=0,95$ ($\pm$)	4,39	2,76	47,24	0,84	3,42
Стандартная ошибка (m)	2,24	1,41	24,10	0,43	1,75
после					
Среднее $X_{\text{ср}}$	6,8	7,8	81,1	97,5	77,6
Дисперсия выборки (D)	28,62	22,4	3729,88	0,28	106,27
Стандартное отклонение(σ)	5,35	4,73	61,07	0,53	10,31
ДИ с $P=0,95$ ($\pm$)	3,32	2,93	37,85	0,33	6,39
Стандартная ошибка (m)	1,69	1,49	19,31	0,17	3,26

Результаты статистической обработки показателей КРС пациентов мужского пола (группа 1.2) выявили более существенные различия до и после физиотерапевтического воздействия. Так, активность СИМ уменьшилась от 10,52 ед. до 7,09 ед. Обратная тенденция наблюдалась у показателя ПАР: увеличение от 8,21 ед. до 10,21 ед, ИНБ уменьшился от 116,42 ед. до 92,91 ед.; аналогичная ситуация наблюдалась с частотой сердечных сокращений – уменьшение от 79,85 уд./мин. до 76,27 уд./мин.

Исходя из данных различий исследуемых показателей ФСО у женщин и мужчин до и после физиотерапевтического воздействия, можно утверждать, что компенсаторные возможности

организмов больных группы 1.1. и группы 1.2. находятся на разных уровнях.

Таблица 102

Показатели кардиореспираторной ФСО у мужчин 1-й группы до и после физиотерапевтического лечения

	СИМ	ПАР	ИНБ	SPO2	ЧСС
до					
Среднее X_{cp}	10,52	8,21	116,42	97,30	79,85
Дисперсия выборки (D)	148,95	34,67	18076,88	0,91	176,32
Стандартное отклонение(σ)	12,20	5,89	134,45	0,95	13,28
ДИ с $P=0,95$ ($\pm$)	4,16	2,01	45,87	0,32	4,53
Стандартная ошибка (m)	2,12	1,03	23,40	0,17	2,31
после					
Среднее X_{cp}	7,09	10,21	92,91	97,67	76,27
Дисперсия выборки (D)	66,15	30,79	20905,34	0,79	187,83
Стандартное отклонение(σ)	8,13	5,55	144,59	0,89	13,71
ДИ с $P=0,95$ ($\pm$)	2,77	1,89	49,33	0,30	4,68
Стандартная ошибка (m)	1,42	0,97	25,17	0,15	2,39

В результате использования запатентованной программы «Identity» были получены данные, представляющие размеры каждого из интервалов Δx_i для соответствующих параметров порядка x_i и показатели асимметрии (Asymmetry), для каждой координаты x_i . Итоговые значения (по всем координатам) показателя асимметрии (rX) и общий объем многомерного параллелепипеда V (General V value) дают общее представление о параметрах. В рамках разрабатываемого подхода уже сейчас становится возможным производить дифференцирование уровня значимости диагностических признаков. Такая процедура реализуется на базе ЭВМ путем исключения поочередного x_i и расчета для каждого подпространства (размерность $m-1$) соответствующих общих значений rX , V и ряда других параметров, характеризующих стохастические и хаотические законы поведения параметров ВСОЧ в саногенезе и патогенезе. Результаты данного исследования представлены в табл. 103 и на рис. 47-50.

Результаты обработки данных аттракторов двух исследуемых групп больных до и после физиотерапевтического воздействия

Группа	До воздействия	После воздействия
Группа 1 Артериальная гипертензия	General asymmetry value $rX = 153.97$ General V value: 180 426 400.00	General asymmetry value $rX = 231.14$ General V value: 76 151 460.00
Группа 2 Остеохондроз	General asymmetry value $rX = 243.28$ General V value: 330 480 000.00	General asymmetry value $rX = 214.41$ General V value: 103 048 176.00

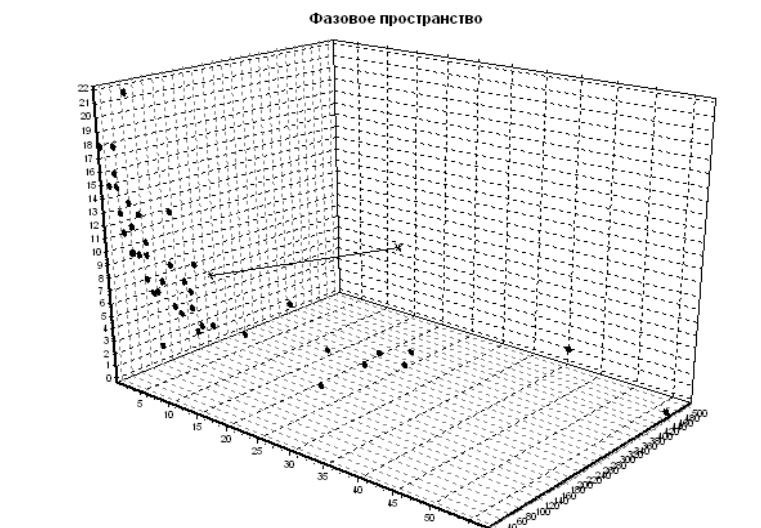


Рис. 47. Положение квазиаттрактора ВСОЧ в 3-х мерном фазовом пространстве состояний (СИМ, ПАР, ИНБ) пациентов 1-й группы (артериальная гипертензия) до проведения физиотерапевтического воздействия. Здесь общий показатель асимметрии $rX=153.97$, объем 3-х мерного параллелепипеда General V value: 180 426 400.00.

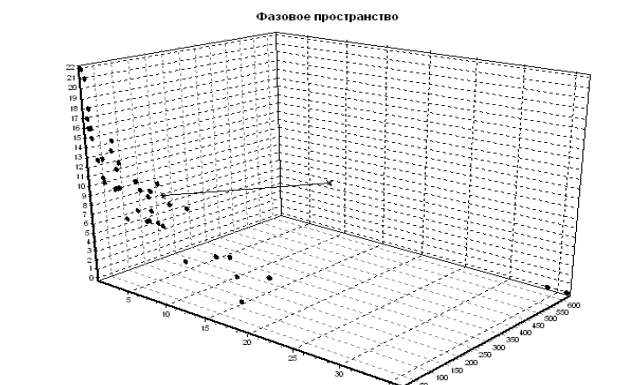


Рис. 48. Положение квазиаттрактора ВСОЧ в 3-х мерном фазовом пространстве состояний (СИМ, ПАР, ИНБ) пациентов 1-й группы (артериальная гипертензия) после проведения физиотерапевтического воздействия. Здесь общий показатель асимметрии $\gamma X=231.14$, объем 3-х мерного параллелепипеда General V value: 76 151 460.00.

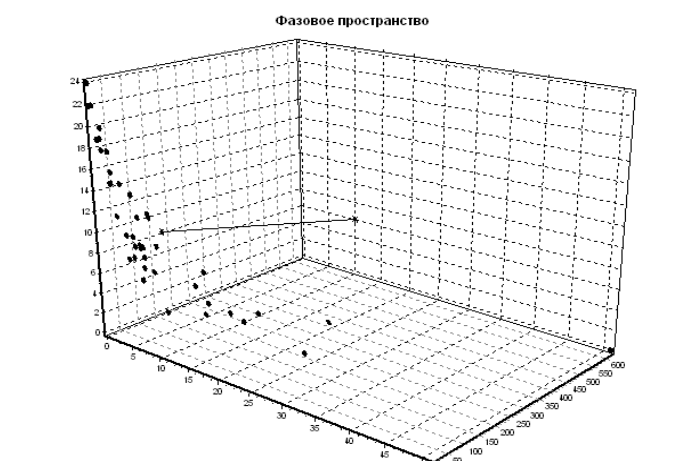


Рис. 49. Положение квазиаттрактора ВСОЧ в 3-х мерном фазовом пространстве состояний (СИМ, ПАР, ИНБ) пациентов 2-й группы (остеохондроз) до проведения физиотерапевтического воздействия. Здесь общий показатель асимметрии $\gamma X=243.28$, объем 3-х мерного параллелепипеда General V value: 330 480 000.00.

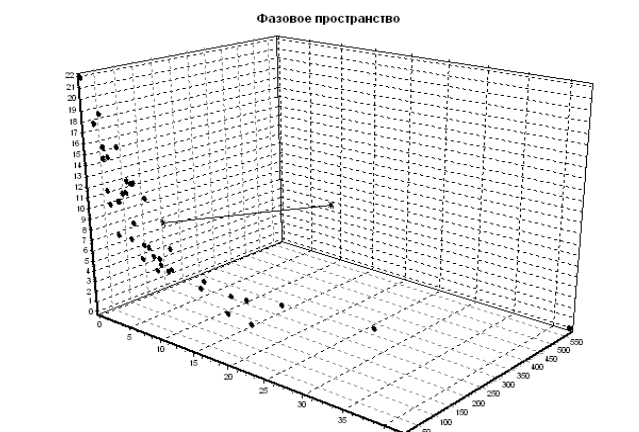


Рис. 50. Положение квазиаттрактора ВСОЧ в 3-х мерном фазовом пространстве состояний (СИМ, ПАР, ИНБ) пациентов 2-й группы (остеохондроз) после проведения физиотерапевтического воздействия.). Здесь общий показатель асимметрии $rX=214.41$, объем 3-х мерного параллелепипеда General V value: 103 048 176.00.

На рис. 47-50 представлен 3-х мерный параллелепипед, в котором располагается некоторое количество точек, в данном случае это координаты по трем измерениям (СИМ, ПАР, ИНБ). Графически возможно показать только трехмерное фазовое пространство. Однако программа внутри себя строит m -мерный параллелепипед, внутри которого и располагаются все заданные параметры. Программа строила параллелепипед с $m=5$ (СИМ, ПАР, ИНБ, ЧСС, SpO_2) по крайним точкам определяла объем параллелепипеда (General V value), и его геометрический центр. Как можно видеть из рисунка, множество точек сконцентрировано в определенной области параллелепипеда, и программа вычисляет центр этого множества точек, так называемый стохастический центр. Расстояние между геометрическим и стохастическим центром (rX), есть мера хаотичности системы, то есть чем больше расстояние (rX), тем больше система отклоняется от состояния равновесия. Как видно из представленных рисунков,

объемы параллелепипедов также отличаются: чем больше объем, тем менее стабильна биосистема.

Анализ представленных данных показал, что параметры асимметрии $гХ$ до физиотерапевтического воздействия в двух изучаемых нозологических группах различны. У пациентов 1-й группы $гХ_1=153.97$, в то время как среди больных 2-й группы $гХ_2=231.14$. На основании этого можно утверждать, что уровень компенсаторных возможностей пациентов с разными заболеваниями (в данном случае: *артериальная гипертензия* и *остеохондроз*) до проведения физиотерапевтического воздействия является различным.

Объемы V параллелепипедов в исследуемых группах также отличаются между собой: General V value₁: 180 426 400.00, General V value₂: 330 480 000.00 соответственно. Это может говорить о том, что стабильность биосистемы в двух группах различна.

После физиотерапевтического воздействия в группе пациентов с *артериальной гипертензией* происходит увеличение показателя асимметрии $гХ_1$ от 153.97 до 231.14. В группе пациентов с *остеохондрозом*, напротив, происходит уменьшение показателя асимметрии $гХ_2$ от 243.28 до 214.41. Следовательно, отклонение системы от состояния равновесия в 1-й группе оказалось более значительным по сравнению с больными 2-й группы.

Что касается объемов параллелепипедов, то в обеих нозологических группах выявлено их уменьшение: в 1-й группе General V value₁ уменьшился от 180 426 400.00 до 76 151 460.00, а во 2-й группе – от 330 480 000.00 до 103 048 176.00. Таким образом, динамика изменения фазового пространства в сторону уменьшения свидетельствует о положительном лечебном эффекте физиотерапевтического лечения.

Данные *квазиаттракторов* исследуемых групп больных в зависимости от половой принадлежности представлены в табл. 104-105.

Из табл. 104 хорошо видно, что показатели асимметрии $гХ$ до и после физиотерапевтического воздействия у мужчин и у женщин 1-й группы различны: в группе 1.1 показатель $гХ$ уменьшился приблизительно в 3 раза, т.е. составил 61.92 и 22.11

до и после воздействия соответственно; в группе 1.2, напротив, показатель rX увеличился почти в 1,5 раза – от 164.36 до 228.38.

Таблица 104

Результаты обработки данных квазиаттракторов пациентов 1-й группы (артериальная гипертензия) до и после физиотерапевтического воздействия (ранжирование по половому признаку)

Группа	До воздействия	После воздействия
Группа 1.1		
Артериальная гипертензия (женщины)	General asymmetry value rX =61.92 General V value : 6 364 800.00	General asymmetry value rX =22.11 General V value : 1 135 350.00
Группа 1.2		
Артериальная гипертензия (мужчины)	General asymmetry value rX = 164.36 General V value : 84 924 840.00	General asymmetry value rX = 228.38 General V value : 76 151 460.00

Таблица 105

Результаты обработки данных квазиаттракторов пациентов 2-й группы (остеохондроз) до и после физиотерапевтического воздействия (ранжирование по половому признаку)

Группа	До воздействия	После воздействия
Группа 2.1		
Остеохондроз (женщины)	General asymmetry value rX =39.05 General V value : 5 016 000.00	General asymmetry value rX =43.57 General V value : 4 029 816.00
Группа 2.2		
Остеохондроз (мужчины)	General asymmetry value rX=204.14 General V value : 298 350 000.00	General asymmetry value rX = 180.42 General V value : 77 811 888.00

Объемы 3-х мерных параллелепипедов General V value в обеих группах (1.1. и 1.2.) уменьшились. Фазовое пространство *квазиаттрактора* у женщин General Vvalue уменьшилось почти в 5,5 раза – от 6 364 800.00 до 1 135 350.00, у мужчин сдвиги были значительно менее выраженными – от 84 924 840.00 до 76 151 460.00.

Из табл. 105 видно, что расстояния показателя асимметрии гХ до и после физиотерапевтического воздействия у мужчин и у женщин 2-й группы различны: в группе 2.1. показатель гХ увеличился от 39.05 до 43.57 после физиотерапевтического воздействия; в группе 2.2., напротив, показатель гХ уменьшился от 204.14 до 180.42.

Объемы 3-х мерных параллелепипедов General V value в обеих группах (2.1. и 2.2.) уменьшились. Фазовое пространство *квазиаттрактора* у женщин с *остеохондрозом* General V value_{2.1.} уменьшилось от 5 016 000.00 до 4 029 816.00; у мужчин General V value_{2.2.} уменьшился почти в 4 раза: от 298 350 000.00 до 77 811 888.00.

Таким образом, компенсаторно-адаптационные возможности организма у женщин и у мужчин оказались существенно различными.

Программа «Identity», помимо исследования поведения *квазиаттракторов* в 5-мерном фазовом пространстве (изменения объемов General V value и показателей асимметрии General asymmetry value гХ), позволяет также рассматривать поведение данных ФПС с помощью измерения расстояния между центрами *квазиаттракторов* путем исключения отдельных признаков (Z). Этот метод путем упрощения параметров позволяет определить значимость признаков, т.е. выявить *параметры порядка* (рис. 51). Чем меньше расстояние между *квазиаттракторами*, тем менее хаотично, более упорядоченно ведет себя изучаемая система.

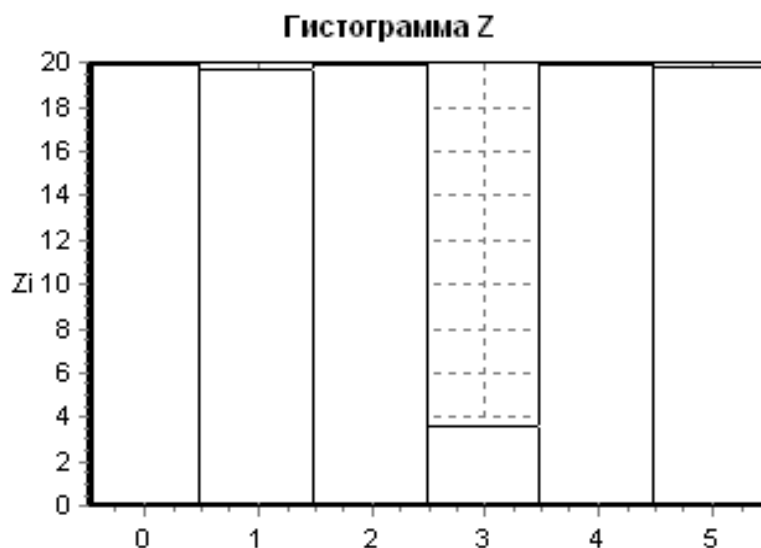


Рис. 51. Расстояние между геометрическими центрами квазиаттракторов двух фазовых пространств. Здесь 0-значимость без исключения какого-либо показателя, 1-значимость показателя СИМ, 2-значимость показателя ПАР, 3-значимость показателя ИБ, 4-значимость показателя SPO_2 , -значимость показателя ЧСС.

Анализ показал, что во всех исследуемых группах *параметром порядка*, который оказывает существенное влияние на расстояние между *квазиаттракторами*, является так называемый индекс тревожности, или ИНБ (табл. 106-107).

Из представленных таблиц видно, что при исключении ИНБ, расстояние между геометрическими центрами двух *квазиаттракторов* существенно уменьшается, что определяет этот признак как параметр порядка.

Таким образом, при изучении нейровегетативного кластера в клинике ИНБ является *параметром порядка*, определяющим состояние КРС и ВНС.

Таблица 106

**Сравнение результатов измерения параметров вектора состояния
организма человека пациентов 1-й группы**

		Расстояние между центрами квазиаттракторов					
		Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Артериальная гипертензия		19.9246	19.7148	19.8773	3.5561	19.9223	19.8654
По половому признаку	женщины	8.5814	8.5106	8.5528	5.3619	8.5808	6.8264
	мужчины	6.3531	6.1983	6.0689	2.8118	6.3496	6.1623
По возрасту	Моложе 40 лет	27.8731	27.8137	27.8729	2.8474	27.8725	27.7876
	От 40 до 50 лет	4.8908	4.8073	4.8405	1.3528	4.8867	4.8405
	Старше 50 лет	22.9752	22.5658	22.8486	5.4553	22.9676	22.8670

Таблица 107

**Сравнение результатов измерения параметров вектора состояния
организма человека пациентов 2-й группы**

		Расстояние между центрами квазиаттракторов					
		Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Остеохондроз		2.5243	2.5225	2.1998	1.4078	2.5130	2.4472
По половому признаку	женщины	5.8283	5.8196	5.6373	1.8706	5.7974	5.7553
	мужчины	3.0987	3.0898	2.9704	0.9755	3.0847	3.0937
По возрасту	Моложе 40 лет	4.5363	4.4527	4.3747	3.8070	4.5048	2.9257
	От 40 до 50 лет	13.2835	13.1785	13.2793	4.0008	13.2906	12.7832
	Старше 50 лет	31.5438	31.4574	31.3900	5.8320	31.5421	31.2448

Динамика параметров кардио-респираторной системы у лиц, занятых умственным и физическим трудом

Изучено состояние функций организма работников умственного и физического труда, а также работа в ночную и дневную смены (без существенного физического напряжения) для сравнения с состоянием функций у работников железнодорожного транспорта, которые кроме изменения суточной ритмики (ночные смены) еще подвергались действиям вибрации, шума, психического напряжения (в связи с движением).

Известно, что центральным регулятором ФСО является ГАМК-допаминаргическая система на базе ЦНС, обеспечивающая интегрированное управление, условно называемая *фазатом мозга* (ФМ). Данный регулятор объединяет в рамках общей системы управления нейромоторный, нейротрансмиттерный и вегетативный системоконплексы. Работа этих комплексов, как показывают исследования, взаимосвязана и коррелирует с общим состоянием всех функций организма. Дисбаланс нейромоторных и нейромедиаторных систем приводит не только к снижению работоспособности, но и к вегетативным дисфункциям (в наших исследованиях – это изменения в соотношениях между показателями СИМ и ПАР). Особо это проявляется в условиях нарушения ритмики и при стрессах, что характерно для работников железнодорожного транспорта.

Изучались показатели ФСО у сотрудников ООО «Газпром трансгаз Сургут» без жалоб на состояние здоровья. Исследование работников производилось методом вариационной пульсометрии с определением ряда показателей функционального состояния ВНС. Это – параметры активности отделов ВНС (СИМ и ПАР), ЧСС, ИНБ, мера разброса всех кардиоинтервалов (SDNN), спектральные характеристики сердечного ритма (VLF, HF, LF, Total, LF%, HF%, LF/HF).

Изучались две группы данных по обследованию показателей ФСО. Это группа с *преобладанием умственного труда* (характеризуемая малоподвижным образом деятельности с упором на восприятие и переработку информации, работающие в офисе) и *физического труда* (выражаемая в частой и продолжительной

мышечной нагрузке – рабочие промышленных цехов). Исследования этих двух групп проводились в два сезона года: в летний период (июль – август) 2007 года и в зимний период (январь – февраль) 2008 года. Это разбиение по сезонам составило два кластера обследований (летний и зимний).

Выявлена динамика повышения показателя активности ПАР в летний период у работников *умственного труда* (1-я группа). Например, самые низкие значения активности СИМ регистрировались у первой группы и составляли $3,4 \pm 0,9$ у.е. Соответственно самые высокие значения активности СИМ наблюдались у второй группы $8,62 \pm 2,6$ у.е. (*физический труд*).

Такая ситуация с показателями активности ВНС связана с различными видами трудовой деятельности. Умственная работа связана с длительным нервно-эмоциональным напряжением, что вызывает смещения ФМ в глубочайшую парасимпатонию. Несмотря на более молодой возраст первой группы испытуемых, показатели активности парасимпатического отдела ВНС регистрировались очень высокие ($13,5 \pm 2,1$ у.е.). Возможно, это связано с тем что, работники данной группы своё детство провели на данной территории. С параметрами ИНБ наблюдается следующая картина: у 1 группы – $37,5 \pm 9,2$ у.е., а у 2-й группы значительно выше – $113,8 \pm 44,3$ у.е.

Результаты обработки данных в рамках ТХС, представленные в табл. 108, представляющей размеры каждого из интервалов Δx_i для соответствующих *параметров порядка* x_i и показатели асимметрии (Asy-try) для каждой координаты x_i . Представлены итоговые значения (по всем координатам) показателя асимметрии (rX) и общего объёма многомерного параллелепипеда V (General V value), которые в итоге дают представление о параметрах ВСОЧ. Отметим, что размерность ФПС во всех случаях одинакова ($m=13$). Это означает, что число признаков, в которых определялся вектор состояния организма для этих двух групп показателей КРС, довольно велико. Однако точнее следует говорить о подпространстве (т.е. у нас наше $m=k$), т.к. реальное пространство признаков гораздо больше.

**Результаты идентификации параметров квазиаттрактора
поведения ВСОЧ сотрудников ООО «Газпром трансгаз Сургут»
за зимний период (1 гр. – работники умственного труда,
2 гр. – работники физического труда)**

1 группа	2 группа
Количество измерений N=24 Размерность фазового пространства m=13 IntervalX1=9 AsymmetryX1=0.1204 IntervalX2=20 AsymmetryX2=0.0750 IntervalX3=52 AsymmetryX3=0.0104 IntervalX4=93 AsymmetryX4=0.1075 IntervalX5=4 AsymmetryX5=0.0208 IntervalX6=34968 AsymmetryX6=0.3556 IntervalX7=21593 AsymmetryX7=0.3234 IntervalX8=5882 AsymmetryX8=0.2149 IntervalX9=60547 AsymmetryX9=0.3298 IntervalX10=58 AsymmetryX10=0.1674 IntervalX11=58 AsymmetryX11=0.1674 IntervalX12=6.28 AsymmetryX12=0.0964 IntervalX13=105 AsymmetryX13=0.2198 General asymmetry value Rx = 24 570.9816 General V value : $2.08 \cdot 10^{30}$	Количество измерений N = 29, Размерность фазового пространства = 13 IntervalX1= 29 AsymmetryX1= 0.24 IntervalX2= 16 AsymmetryX2= 0.0000 IntervalX3= 49 AsymmetryX3= 0.0517 IntervalX4= 508 AsymmetryX4= 0.3134 IntervalX5= 4 AsymmetryX5= 0.1466 IntervalX6= 10 369 AsymmetryX6= 0.3447 IntervalX7= 8 854 AsymmetryX7= 0.3051 IntervalX8= 3 563 AsymmetryX8= 0.3155 IntervalX9= 19 197 AsymmetryX9= 0.2996 IntervalX10= 32 AsymmetryX10= 0.0420 IntervalX11= 32 AsymmetryX11= 0.0420 IntervalX12= 12.23 AsymmetryX12= 0.3007 IntervalX13= 103 AsymmetryX13= 0.2476 General asymmetry value Rx = 7 379.16 General V value = $3.74 \cdot 10^{29}$

Общее число измерений координат ФПС равняется тринадцати. В первой группе обследуемых общий показатель асимметрии (rX – расстояние между геометрическим центром и статистической дисперсией) $rX = 24570.9816$, а во второй группе $rX=7\,379.16$. Это свидетельствует о возникновении разбросов в стохастических и хаотических параметров *квазиаттракторов*. Полученные общие данные являются количественной характеристикой происходящих дезадаптивных процессов в функциях ВНС у испытуемых первой группы (рис. 52, 53) сравнительно со 2-й группой. Нами установлено существенное различие в параметрах *квазиаттракторов* работников умственного и физического труда в условиях работы на предприятии «Газпром трансгаз Сургут», и машинистов и помощников машинистов железнодорожного транспорта.

Наибольшее напряжение мы имеем у машинистов, далее идут помощники машинистов и работники физического труда «Газпром трансгаз Сургут». Наибольшие объемы *квазиаттракторов* у работников умственного труда.

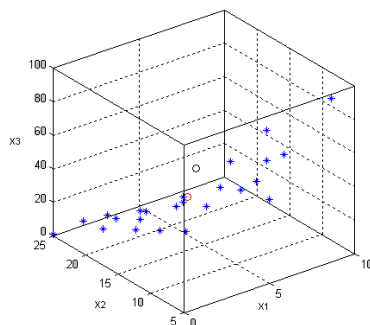


Рис. 52. Положение квазиаттракторов ВСОЧ в трехмерном фазовом пространстве состояния 1-ой группы работников.

Здесь: под символами ($X_1 \dots X_n$) понимаются следующие показатели:
 X_1 – СИМ; X_2 – ПАР; X_3 – ИНБ. General asymmetry value $rX = 24570.9816$, General V value: $2.08 \cdot 10^{30}$.

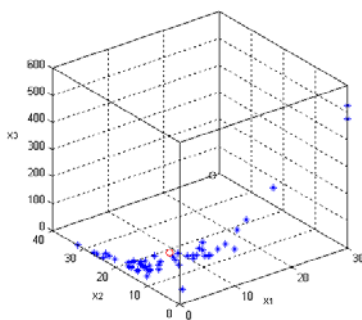


Рис. 53. Положение квазиаттракторов ВСОЧ в трехмерном фазовом пространстве состояния 2-ой группы работников.

Здесь: под символами ($X_1 \dots X_n$) понимаются следующие показатели:
 X_1 – СИМ; X_2 – ПАР; X_3 – ИБ. General asymmetry value $rX = 7\,379.16$, General V value: $3.74 \cdot 10^{29}$.

3.3. Заключение

Сравнение современных методов системного анализа и синтеза на базе выполненных исследований состояния функций работников железнодорожного транспорта в условиях реабилитации показало наибольшую эффективность метода идентификации параметров *квазиаттракторов* ВСОЧ в ФПС.

У машинистов отмечены более высокие значения параметров активности симпатической нервной системы по сравнению с их помощниками, что количественно представляет повышенный уровень тревожности, напряжение механизмов адаптации среди данной категории обследованных лиц.

Сравнительный анализ динамики параметров *квазиаттракторов* у локомотивщиков до и после рейса показал существенное возрастание, как общего объема фазового пространства, так и общего показателя асимметрии, что характеризует рост хаотичности в динамике поведения ВСОЧ машинистов и помощников машинистов в процессе их трудовой деятельности, являясь существенным фактором риска развития хронических неинфекционных заболеваний.

Сравнительный анализ состояния ФМ в зависимости от характера трудовой деятельности выявил среди работников умственного труда смещение в глубокую парасимпатотонию; среди работников физического труда, наоборот, отмечались самые высокие показатели активности симпатической нервной системы. Значительное увеличение общего показателя асимметрии параметров фазового пространства среди работников умственного труда свидетельствует о растущей хаотичности параметров *квазиаттракторов*, отражая снижение адаптивных возможностей организма.

Имеются существенные различия в динамике поведения объемов *квазиаттракторов* ВСОЧ после проведения физиотерапевтических мероприятий, а именно: у лиц женского пола с *артериальной гипертензией* V_G уменьшается существенно (в 5 раз), а у мужчин незначительно; при *остеохондрозе* более выраженные изменения V_G наблюдаются у мужчин.

Системный (покластерный) синтез параметров ВСОЧ позволил установить параметры порядка наиболее значимых диагностических признаков, среди которых на первом месте стоит ИНБ для исследуемых двух нозологических форм (остеохондроз и артериальная гипертензия).

Экстремальность климато-экологических факторов урбанизированного Севера, а также целого ряда неблагоприятных производственных факторов (шум, вибрация, длительное нервно-эмоциональное напряжение, работа в ночную смену и др.) предъявляют повышенные требования к состоянию здоровья работников железнодорожного транспорта на территории ХМАО-Югры. Данное обстоятельство требует повсеместного внедрения мониторинга состояния здоровья угрожаемых контингентов в многомерном ФПС.

Высокая степень риска влияния производственных факторов на здоровье работников железнодорожного транспорта в экологических условиях урбанизированного Севера диктует необходимость проведения регулярных периодических профилактических оздоровительных мероприятий в специально созданных реабилитационных центрах.

4. Системный анализ параметров сердечно-сосудистой системы учащихся

4.1. Введение

Проблема сохранения здоровья человека на Севере тесно связана с проблемой адаптации к экстремальным климатогеографическим воздействиям Тюменского Севера. Воздействие комплекса экстремальных факторов внешней среды на организм человека приводит к напряжению механизмов регуляции гомеостаза и, как следствие, проявляется в снижениях возможностей и защитных реакций (Меерсон Ф.З., 1986; Агбалян Е.В., 2004; Агаджанян Н.А. и соавт., 2006; Буганов А.А., 2008).

Современная медицина имеет дело преимущественно с отрицательными последствиями научно-технического прогресса. Она получает в качестве пациентов людей, которые не смогли адапти-

роваться к условиям окружающей среды. Решая с различной степенью эффективности задачи восстановления здоровья, медицина не может стать звеном обратной связи в системе человек-среда. Поэтому, вероятным решением этой важной проблемы является использование методов профилактического обследования в распознавании функциональных состояний организма в зоне, пограничной между нормой и патологией. Применение профилактического метода в практике массовых обследований населения показало его эффективность по оценке уровня здоровья отдельных групп населения (Богданов А.Н., 2001; Соколов А.Г., 2002; Карпин В.А., 2003; Козупица Г.С. и соавт., 2000, 2007).

Многолетние исследования свидетельствуют о том, что многовековое проживание различных популяций в привычных условиях среды обитания определило не только их внешний облик и культуральные черты, но и физиологические особенности жизнедеятельности организма (Агаджанян Н.А., 1981-2006).

Древнейшая эволюция человеческого вида сопровождалась постоянными миграциями, в том числе в самые суровые климатогеографические регионы Земли, поэтому свойства лабильности, мобилизации и переключения различных адаптивных реакций стали для человека биологической нормой.

Фундаментальными исследованиями (Казначеев В.П., 1980-1986) показано негативное влияние на человека, проживающего на Севере ряда факторов: нарушение суточной периодики с развитием десинхроноза; воздействие низких температур атмосферного воздуха в сочетании с высокой скоростью ветра; гипокинезия, обусловленная неблагоприятными метеорологическими факторами; несбалансированность питания; гиповитаминозы; миграционный стресс; антропогенное загрязнение внешней среды.

В настоящее время происходит становление новой популяции человека в условиях Среднего Приобья. Детский контингент данного региона представлен, в основном, потомками прошлого населения (аборигенами первого поколения). Трансконтинентальные и трансширотные перемещения отрицательно сказываются на состоянии организма. Смена экологически привычных ареалов обитания, как правило, предъявляет

повышенные требования к адаптивным возможностям организма мигрантов, вызывает существенную перестройку жизненно важных систем, а при неблагоприятных условиях создает предпосылки для развития патологических процессов (Лучанинова В.Н., 1994; Мызников И.Л., 1995; Агаджанян Н.А. и соавт., 1998; Зуевский В.П., 2000), что неизбежно отражается на состоянии здоровья последующего поколения.

Центральным звеном, зачастую определяющим функциональное состояние организма человека на Севере, является сердце. Электрокардиографические исследования, проведенные у детей и подростков, позволяют выявить основные возрастные закономерности развития биоэлектрической активности миокарда (Макаров Л.М., 2002; Осколкова М.К., 2004; Рублева Л.В., 2005), а вариационная пульсометрия – оценить модулирующее влияние автономной нервной системы на сердечный ритм (Догадкина С.Б., 2004; Сапожникова Е.Н., 2004; Кузнецова О.В., 2007; Крысюк О.Н., 2007; Srinivasan K. et al., 2002).

Исследования показали, что процесс адаптации к условиям Крайнего Севера сопровождается развитием морфофункциональных изменений в малом круге кровообращения, нередко формированием синдрома первичной северной артериальной гипертензии малого круга кровообращения и развитием диастолической дисфункции (Попова М.А. и соавт., 2003).

Сердечно-сосудистая патология у жителей России за последние годы увеличилась и составила 146,9 больных на 1000 населения, причем среди подростков 15-17 лет распространенность выше, чем у детей 0-14 лет (Школьников М.А. и соавт., 2003). Возрастает число детей страдающих функциональными нарушениями сердечно-сосудистой системы, поэтому проблема ранней диагностики различных изменений в миокарде и профилактика этих состояний остается крайне актуальной (Леонтьева И.В., 2005). Кроме того, в России сердечно-сосудистые заболевания занимают первое место среди причин смерти населения, составляя 55 % от общей смертности (Оганов Р.Г. и соавт., 2000).

Правительство Российской Федерации считает вопрос сохранения, укрепления здоровья подрастающего поколения и формирования здорового образа жизни обучающихся, воспитан-

ников образовательных учреждений одной из важнейших государственных задач (Малькова Г.А., 2005). Социально-экономическое благополучие государства и его населения напрямую зависит от здоровья взрослого населения, а оно, в свою очередь, в значительной степени определяется здоровьем детей, так как дисфункции многих систем формируются в детстве (Логинов С.И. и соавт., 2000; Кучма В.Р. и соавт., 2008; Литовченко О.Г., 2009). Поэтому без анализа приживаемости укореняющихся мигрантов нельзя решить проблемы освоения новых территорий.

В этой связи представляется наиболее целесообразным изучение реакций лимитирующих систем детского организма на воздействие суровых климатических условий в период его роста и развития.

В научной литературе имеются многочисленные исследования, посвященные вопросам патологии сердечно-сосудистой системы производительного населения, в период кратковременного пребывания человека в условиях Сибирского Севера (Агаджанян Н.А. 1996; Гудков А.Б. и соавт., 2002), изучения биологических ритмов и состояния КРС жителей северных территорий (Карпин В.А. и соавт., 2002; Шестакова Г.Н., 2004; Ушаков В.Ф. и соавт., 2006), течения адаптационных процессов у учащихся и студентов (Солонин Ю.Г. и соавт., 2002; Гудков А.Б. и соавт., 2003; Ходас В.В., 2003; Бабейко Р.В., 2004; Лысакова Т.Н., 2005; Логинов С.И., 2008), морфофункциональных и психофизиологических характеристик детей северных территорий (Завертаная Е.И., 2002; Соколов А.Г., 2002; Вяткина Г.Я., 2004; Копосова Т.С. с соавт., 2008; Литовченко О.Г., 2009), изучению автономной нервной регуляции сердечного ритма у школьников (Пономарева Т.А., 2003; Шарапов А.Н., 2003; Догадкина С.Б., 2004; Сапожникова Е.Н. и соавт., 2004; Кузнецова О.В., 2007; Srinivasan K. et al., 2002). В то же время, имеющиеся в публикациях сведения о состоянии сердечно-сосудистой и вегетативной нервной систем у отдельных групп населения носят противоречивый характер и требуют дальнейшего анализа и уточнения. Более того, в подобных исследованиях крайне слабо представлен системный подход, медико-кибернетические методы, разрабатываемые последние двадцать лет (Еськов В.М. 1988-1996, Еськов В.М., Филатова О.Е., 1994-

2006; Хадарцев А.А., Еськов В.М., 2004-2006), которые могут существенно дополнить эколого-физиологические исследования параметров сердечно-сосудистой системы учащихся Среднего Приобья.

С позиций системного анализа сердечно-сосудистая система человека является подсистемой, выполняющей значимую и относительно самостоятельную роль в деятельности организма как базовой иерархической системы (Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., 1996-2008). Саногенные и преморбидные реакции сердечно-сосудистой системы могут быть наиболее полно представлены в рамках кибернетического подхода.

Таким образом, определение *параметров порядка* и минимальной размерности ФПС сердечно-сосудистой системы детского населения северного региона в зависимости от длительности проживания в специфичных условиях Среднего Приобья, этнической принадлежности и пола представляет собой актуальную проблему биомедицинской кибернетики, клинической медицины и здравоохранения в целом.

4.2. Основные результаты исследований и их обсуждение

Было проведено комплексное изучение морфо-физиологического состояния организма детей в возрасте 7-17 лет, 1 и 2 групп здоровья. В соответствии с принятой в практическом здравоохранении и педагогике классификацией, обследованные дети были разделены на три возрастные группы: младший школьный возраст – 7-10 лет, средний школьный возраст – 11-14 лет и старший школьный возраст – 15-17 лет (Аршавский А.И., 1982; Жадярова С.А., Лысова Н.Ф., 1997, Агаджанян Н.А. и др., 1998).

Всего в исследовании приняли участие 735 учащихся муниципальных образовательных учреждений Сургутского района ХМАО в период с 2002 по 2007 годы путем проведения многократных экспедиционных выездов. Из числа обследованных школьников было сформировано две большие группы, генетически между собою не связанные, но живущие в одинаковых климатических условиях: 413 школьников коренной национальности *ханты* (лесных), приезжающих на период учебного года в шко-

лы-интернаты и 322 школьника, родившихся в 1-2 поколении от выходцев из различных регионов России – уроженцы Среднего Приобья, постоянно проживающие в условиях сельской местности Сургутского района. В каждой этнической группе дополнительно выделены по шесть групп: две по половой принадлежности и в каждой три возрастных группы (табл. 109).

Таблица 109

Возрастной и количественный состав обследованных детей

Возраст	Этническая группа			
	ханты		уроженцы Среднего Приобья	
	мальчики	девочки	мальчики	девочки
Младший школьный (7-10 лет)	58	78	49	52
Средний школьный (11-14 лет)	91	104	59	59
Старший школьный (15-17 лет)	37	45	51	52

Измерение функциональных показателей проводилось в первой половине дня с учетом биоритмологических рекомендаций: в этот период изучаемые показатели наиболее стабильны в течение суток (Ныркова Л.Б. с соавт., 2001).

Коренное население эволюционно приспособлено к проживанию в суровых природно-климатических условиях северных регионов, поэтому является хорошей модельной популяцией для исследования механизмов адаптации (Казначеев В.П. и соавт., 1986; Захарова Л.Б. с соавт., 1988; Агаджанян Н.А. и соавт., 1997; Назарова И.Б., 1998; Новокрестова С.В., 2000; Важенин А.А., 2002; Соколов А.Г., 2002). Интерес к данной группе испытуемых связан с изучением эколого-физиологических особенностей адаптивных реакций и морфофункциональных особенностей коренного и пришлого населения Югры, а так же выявлением зависимости между длительностью проживания в гипоконфорт-

ных условиях Среднего Приобья и функциональным состоянием сердечно-сосудистой и ВНС в период 7-17 лет.

Для статистических расчетов возраст определяли путем сопоставления даты рождения с датой обследования. К 7-летним детям относили детей от 6 лет 6 месяцев до 7 лет 5 месяцев 29 дней (Арон Д.И. и соавт., 1965; Воронцов И.М., 1986).

Полученные показатели по морфофизиологическим характеристикам организма детей заносились в протоколы научных исследований и компьютерный банк данных. Исследования проводились в стабильные периоды обучения: ноябрь, декабрь, январь и февраль, на базах медицинских кабинетов общеобразовательных школ и школ-интернатов. Комплексная программа исследования включала изучение основных антропометрических, конституциональных показателей. Основное внимание уделялось исследованию функционального состояния и регуляции сердечно-сосудистой системы (рис.54).



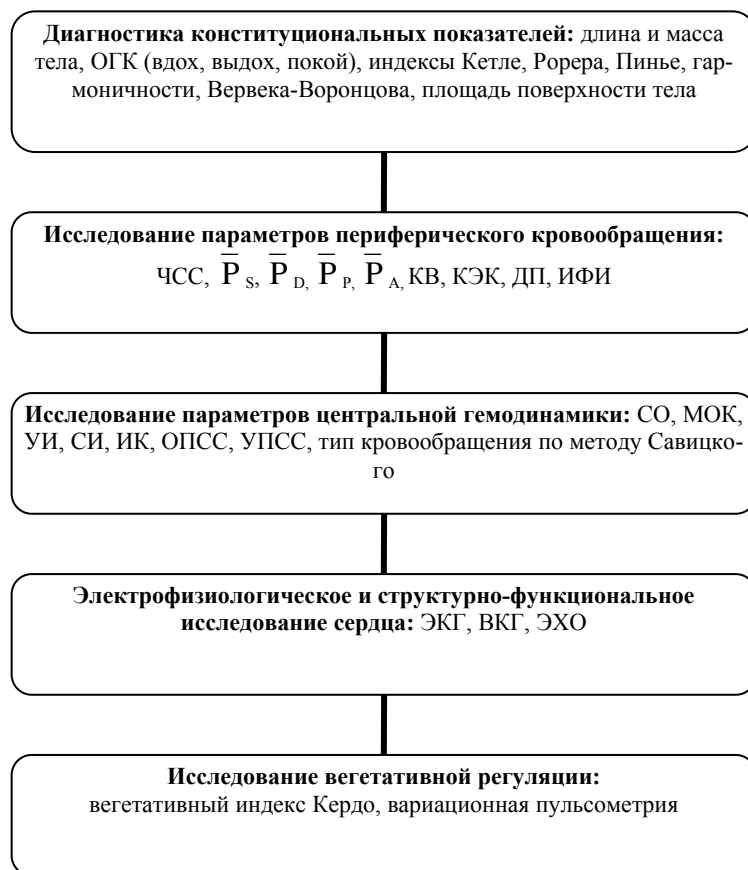


Рис. 54. Дизайн исследования.

В ходе комплексной оценки физического развития детей учитывали антропометрические показатели, которые отражают возрастные закономерности в развитии организма (Нифонтова О.Л., 2009).

Антропометрические измерения проводили на стандартном, строго выверенном оборудовании. Определение массы и длины тела проводили в утреннее время. Измерение длины тела прово-

дили в положении стоя медицинским ростомером (с точностью до 1 мм), так, чтобы пятки, ягодицы и плечи обследуемого касались измерительного столба, а голова располагалась так, чтобы линия, соединяющая козелок уха и глаз, была горизонтальной. Подвижная планка ростомера пускалась до соприкосновения с верхушечной точкой головы (Чоговадзе А.В. и соавт., 1977). Масса тела определялась медицинскими весами с точностью до 50 г. Форма одежды – трусы.

Окружность грудной клетки измерялась сантиметровой лентой. Измерение проводилось в покое, на вдохе и выдохе. Сантиметровую ленту накладывали сзади под углом лопаток, а спереди у мальчиков по нижнему краю околососковых кружков, у девочек – над грудными железами (Букавнева Н.С. и соавт., 2007).

Программа нашего исследования позволила рассчитать весоростовые индексы, площадь поверхности тела, индексы пропорциональности и определить тип телосложения.

Весоростовой индекс *Кетле* рассчитывали по формуле:

$$\text{ИК} = \text{М} : \text{L} \cdot 1000,$$

где ИК – индекс Кетле, г/см;

М – масса тела, кг;

L – длина тела, см.

У юношей старше 15 лет средний показатель индекса – 370-400 г/см, у девушек – 325-375 г/см. Для мальчиков 15 лет – 325 г/см, для девочек того же возраста – 318 г/см (Воронцов И.М., 1986).

Весоростовой индекс *Рорера* позволил оценить удельную плотность тела и рассчитывался по формуле:

$$\text{ИР} = \text{М} : \text{L}^3 \cdot 100,$$

где ИР – индекс Рорера, ед.

Индекс гармоничности (ИГ) соматического развития построен на взаимосвязи размерных признаков. *Коэффициент гетерохронности* (К) отражает разницу между длиной и массой тела и характеризует определенную направленность развития (пикноидную или астеноидную):

$$K_r = (L - M)L : 100 \cdot 2 \text{ОГК},$$

$$\text{ИГ} = (L - M)L : K_r \cdot 2 \text{ОГК},$$

где К – коэффициент гетерохронности, ед.;

ИГ – индекс гармоничности морфологического развития, ед.;

ОГК – окружность грудной клетки, см.

Показатели индекса снижаются с увеличением массы тела и окружности грудной клетки и повышается с увеличением длины тела. Чем больше отклонение индекса от числа 100, тем значительнее нарушение гармоничности.

Площадь поверхности тела рассчитывали по формуле Du Bois (1916):

$$S = 167,2 \sqrt{ML} \cdot 10^{-4},$$

где S – площадь поверхности тела, м².

Крепость телосложения оценивали по индексу Пинье (ИП) в усл. ед. и включающему в себя три тотальных размера тела:

$$\text{ИП} = L - (M + \text{ОГК}_{\text{макс. выдохе}}),$$

Чем меньше разность, тем лучше показатель (при отсутствии ожирения). Разность меньше 10 оценивается как крепкое телосложение, от 10 до 20 – как хорошее, от 21 до 25 – как среднее, от 26 до 35 – как слабое, более 36 – очень слабое.

Для характеристики телосложения ребенка использовали модификацию индекса Вервека-Воронцова – индекс стении (Ис) в усл. ед. (Воронцов И.М., 1985):

$$\text{Ис} = \frac{L}{2M + \text{ОГК}},$$

Достоинством Ис является его малая зависимость от возраста. Он особенно полезен в динамическом контроле за физическим развитием ребенка и позволяет выявить направленность ростовых процессов. Величина индекса от 0,75 и ниже свидетельствует о выраженной брахиморфии, поэтому поперечный рост преобладает над продольным. Величина от 0,75 до 0,85 – об умеренной брахиморфии. Брахиморфизм характеризуется

короткими конечностями и широким туловищем. Величина от 0,85 до 1,25 свидетельствует о мезоморфном типе телосложения. Это средний вариант размеров тела. Величина индекса от 1,25 до 1,35 свидетельствует о долихоморфии, а от 1,35 и выше – о выраженной долихоморфии и преобладании роста. Долихоморфизм характеризуется длинными конечностями и узким туловищем.

Измерение *артериального давления* (АД) проводилось в покое, в положении ребенка сидя с помощью автоматического тонометра «Omron» (Япония) по методу Н.С. Короткова. Перед определением АД каждый ребенок спокойно сидел не менее 5 минут. Размер используемой манжеты – 13х26 см. При измерении манжету накачивали до давления 160 мм рт.ст. Давление измерялось с точностью до 1 мм рт.ст.

Определение ЧСС производилось дважды. Первый раз – параллельно с измерением артериального давления при помощи тонометра «AnD» серия UA-774 (Япония) (погрешность измерения – 5 % показаний в области от 40 до 200 уд/мин). Так как индикатор пульса электронного тонометра не предназначен для контроля частоты сердечного ритма, проводили повторную регистрацию параметра с помощью кардиоанализатора «Анкар-131». Кардиоанализатор обеспечил измерение ЧСС в диапазоне от 30 до 240 уд/мин с погрешностью ± 2 уд/мин, а также графическое отображение интервалограммы, пульсограммы, гистограммы ЧСС и RR-интервалов. Среднее значение ЧСС определялось по формуле:

$$\text{ЧСС} = \frac{60000}{RR_{\text{ср}}},$$

$$RR_{\text{ср}} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N RR_j,$$

где N – число учтенных кардиоциклов;

RR_j – длительность j-го кардиоцикла, мс.

На основании регистрируемых показателей артериального давления рассчитывали *пульсовое давление*, определяемое как разность между величиной систолического и диастолического

давления (Дегтярев В.П. и соавт., 1988):

$$\bar{P}_P = \bar{P}_S - \bar{P}_D,$$

где $\bar{P}_P$ – пульсовое давление, мм рт.ст.;

$\bar{P}_S$ – систолическое давление, мм рт.т.;

$\bar{P}_D$ – диастолическое давление, мм рт.ст.

Нормативным показателем *пульсового давления* являются значения – 35-55 мм рт.ст. (Макаров В.А., 2001).

Среднее артериальное давление рассчитывали способом Вецлера и Богера (Макаров В.А., 2001):

$$\bar{P}_A = 0,427 \bar{P}_P + \bar{P}_D,$$

где $\bar{P}_A$ – *среднее артериальное давление*, мм рт.ст.

Величину коэффициента выносливости, характеризующую степень тренированности сердечно-сосудистой системы, определяли по формуле А. Квааса (Гуминский А.А. и соавт., 1990):

$$KB = ЧСС : \bar{P}_P,$$

где KB – *коэффициент выносливости*, усл.ед.;

ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин.

Увеличение KB свидетельствует об ослаблении возможностей системы кровообращения, а снижение – на увеличение функциональных возможностей.

Коэффициент экономичности кровообращения (КЭК) в усл.ед. определяли по формуле:

$$КЭК = (\bar{P}_S - \bar{P}_D) \cdot ЧСС,$$

Двойное произведение (ДП) в усл.ед., являющееся объективным отражением регуляторных процессов в сердце, рассчитывали по формуле (Доскин В.А. и соавт., 1997):

$$ДП = ЧСС \cdot \bar{P}_S : 100,$$

Адаптационные компенсаторно-приспособительные механизмы, лежащие в основе поддержания оптимального функционального состояния системы кровообращения определяли путем расчета *индекса функциональных изменений (ИФИ)* в баллах сердечно-

сосудистой системы. Эта формула обеспечивает точность распознавания функциональных состояний по сравнению с экспертной оценкой на 71,8-83,6 % (Антропова М.В., 2000; Баевский Р.М., 2000):

$$\text{ИФИ} = 0,011 \text{ЧСС} + 0,014 \bar{P}_s + 0,008 \bar{P}_D + 0,014V + 0,009M - 0,009L - 0,27,$$

V – возраст, лет.

Для отнесения обследованных к различным классам функциональных состояний была использована следующая шкала: удовлетворительная адаптация сердечно-сосудистой системы не превышала 2,1 балла (функциональные возможности достаточные), напряжение механизмов адаптации – 2,11-3,2 балла (состояние функционального напряжения), неудовлетворительная адаптация – 3,21-4,3 балла (функциональные возможности снижены), срыв адаптации – не менее 4,31 балла (резкое снижение функциональных возможностей).

Для оценки состояния системы кровообращения использовали расчет *минутного объема крови* (МОК) в мл непрямым способом с использованием относительных показателей и следующей схемы расчета по Старру:

$$\text{МОК} = \text{СО} \cdot \text{ЧСС},$$

для детей до 15 лет

$$\text{СО} = (40 + 0,5 \bar{P}_p) - 0,6 \bar{P}_D + 3,2V$$

для детей 15 лет и старше

$$\text{СО} = (101 + 0,5 \bar{P}_p) - 0,6 \bar{P}_D - 0,6V$$

где СО – *систолический объем*, мл;

У здоровых МОК равен 4,4 л. При усилении симпатического тонуса МОК повышается, а при усилении парасимпатического – понижается (Вейн А.М. и соавт., 1981; Ванюшин Ю.С., 1998; Laughlin M., 1999).

С целью нивелирования возможного влияния индивидуальных антропометрических различий на величину СО и МОК, рассчитывали *ударный индекс* (УИ) в мл/м² и *сердечный индекс* (СИ) в л/мин м² (Ткаченко Б.И., 1996; Куртев С.Г. и соавт., 1997):

$$\begin{aligned} \text{УИ} &= \text{СО} : \text{S} \\ \text{СИ} &= \text{МОК} : \text{S}, \end{aligned}$$

Нормативным показателем УИ являются значения – 30-40 мл/м² (Макаров В.А., 2001). СИ в среднем у взрослого человека составляет 2,20±0,30 л/мин м². У детей 2 лет СИ равен 3,60±0,20 л/мин м², с возрастом показатель уменьшается и в 14-16 лет составляет 2,64±0,13 л/мин м² (Доскин В.А. и соавт., 1997).

Индекс кровообращения (ИКр) в мл/кг мин характеризует эффективность работы сердца как основного и единственного геодинамического насоса. Его рассчитывали по формуле:

$$\text{ИКр} = \text{МОК} : \text{M},$$

Показатель ИКр повышается от рождения ребенка к исходу первого года жизни, затем закономерно снижается со 140 мл/кг мин до 40 мл/кг мин к 80-летнему возрасту (Прокопьев Н.Я., 2002).

Регуляция МОК определяется сократительной способностью сердца и тонусом сосудов, то есть периферическим сопротивлением. Повышение энергетических трат, увеличение потребления кислорода вызывает пропорциональное нарастание МОК (Агаджанян Н.А. и соавт., 1998).

По величинам МОК и $\overline{P_A}$ определяли *общее периферическое сопротивление артериальных сосудов* (ОПСС) в дин·с/см⁻⁵, которое характеризует тонус артериального русла и проходимость артериол. Расчет проводили по формуле Пуазейля (Макаров В.А., 2001):

$$\text{ОПСС} = \frac{\overline{P_A} \cdot 1333 \cdot 60}{\text{МОК}},$$

где 1333 – переводной коэффициент; 60 – количество секунд в минуте.

Нормативные показатели: 1200-1500 дин·с/см⁻⁵, при гипертонической болезни и атеросклерозе показатель увеличивается (Макаров В.А., 2001), более широкую норму приводят Н.А. Агаджанян с соавт. (2005) – 900-2500 дин·с/см⁻⁵ и Н.Н. Савицкий (1974) – 1400 до 2500 дин·с/см⁻⁵.

Для расчета *удельного периферического сопротивления сосудов* (УПСС) в усл.ед, приводили величину ОПСС к площади поверхности тела:

$$\text{УПСС} = \text{ОПСС} : S,$$

Нормативные показатели: 35-45 усл.ед. (Агаджанян Н.А. и соавт., 2006).

По величине СИ, являющегося основным в характеристике кровообращения, выделяли три типа кровообращения (Савицкий Н.Н., 1974; Шхвацабая И.К. и соавт., 1981): гипо-, эу- и гиперкинетический. Различные типы кровообращения обладают своеобразием адаптационных возможностей и им свойственно разное течение патологических процессов.

Гипокинетический тип кровообращения (ГТК) характеризуется низким показателем СИ и относительно высокими показателями ОПСС и УПСС. СИ равен величине менее 2,75 л/мин/м². При этом типе гемодинамики сердечно-сосудистая система обладает большим динамическим диапазоном и деятельность сердца наиболее экономична.

При *гиперкинетическом типе кровообращения* (ГрТК) определяются самые высокие значения СИ, УИ, МОК и СО и низкие – ОПСС и УПСС. СИ равен величине более 3,5 л/мин/м². Сердце работает в наименее экономичном режиме и диапазон компенсаторных возможностей этого типа кровообращения ограничен. При этом типе гемодинамики имеет место высокая активность симпато-адреналовой системы.

При средних значениях всех этих показателей тип кровообращения называется *эукинетическим* (ЭТК), а СИ равен 2,75-3,5 л/мин/м².

Оценка основных функций миокарда

Информацию о возрастных морфологических особенностях получили при электрокардиографическом обследовании детей в состоянии покоя. Запись и анализ ЭКГ и КИГ производили в первой половине дня с помощью аппаратно-программного комплекса, состоящего из блока регистрации электрокардиограммы

кардиоанализатора «Анкар-131» и персонального компьютера с монитором цветного изображения. Кардиоанализатор предназначен для исследования сердечно-сосудистой системы человека с компьютерной обработкой сигналов, которая включает в себя временной анализ ритма, представительного кардиоцикла, оформление результатов в виде словесного заключения.

Ультразвуковое исследование сердца

Эхокардиографические показатели исследовали с помощью аппарата ультразвукового исследования GE «Vivid 7 Pro» (США) в М-, В- и доплеровском режиме с использованием ультразвуковых датчиков с частотой 3,5 мГц по стандартной методике с учетом рекомендаций Американского эхокардиографического общества (Sahn D.J. et. al., 1978; Schiller N.B. et al., 1989). В стандартизированное исследование включались представители всех половозрастных обследуемых групп.

Определяли линейные размеры *левого предсердия* (ЛП, мм), *правого предсердия* (ПП, мм), *правого желудочка* (ПЖ, мм), *конечный диастолический размер левого желудочка* (КДР, мм), *конечный систолический размер левого желудочка* (КСР, мм), *конечный диастолический объем левого желудочка* (КДО, мл), *конечный систолический объем левого желудочка* (КСО, мл). Расчет объемов полостей в период систолы и диастолы определялся методом дисков Simpson. Измеряли толщину миокарда *межжелудочковой перегородки* (МЖП, см) в диастолу и систолу, толщину *задней стенки* левого желудочка (ЗС, см) в диастолу и систолу.

Определяли показатели систолической функции левого желудочка: *ударный объем* (УО, мл), *фракцию выброса* (ФВ, %), которую рассчитывали как процентное соотношение УО и КДО, и *фракцию укорочения* (ФУ, %), как процентное соотношение разности диастолического и систолического размеров левого желудочка к диастолическому размеру левого желудочка.

Оценка вегетативной регуляции сердечного ритма

В настоящее время, одним из эффективных методов адекватной оценки параметров сердечной деятельности и изучения деятельности вегетативной нервной системы в России и за рубежом признан метод анализа *вариабельности сердечного ритма* (Ноздрачев А.Д. и соавт., 2001; Котельников С.А., 2002; Дмитриев Д.А. и соавт., 2008; Horsten M., 1999; Carney R.M., 2000; Menezes J.A.S., 2000; La Rovere M.T., 2003).

Для оценки исходного вегетативного тонуса в соответствующие периоды исследования определяли традиционные вегетативные показатели (ЧСС, АД), рассчитывали *вегетативный индекс Кердо* (ВИК) в усл.ед. и анализировали вариабельность сердечного ритма.

$$\text{ВИК} = \left(1 - \frac{\overline{P_D}}{\text{ЧСС}}\right) \cdot 100 ,$$

где 1 – коэффициент.

В обеспечении тонуса активно участвуют регуляторные аппараты, поддерживающие метаболическое равновесие, соотношение между симпатической и парасимпатической системами (Антропова М.В. и соавт., 2003; Carney R.M. et al., 2000; Menezes J.A.S. et al., 2000; Houtveen J.H. et al., 2002; Kupper N. et al., 2004). ВИК – показатель, отражающий внутрисистемные соотношения симпатических и парасимпатических влияний. При полном вегетативном равновесии сердечно-сосудистой системы ВИК равняется нулю. Если коэффициент положительный, то преобладает симпатическое влияние, если цифровое значение коэффициента со знаком «минус» – преобладает парасимпатическое влияние (Ступаков Г.П., 2001).

Электрокардиография позволила получить сведения о функциональном состоянии ВНС. Помимо описанных выше возможностей ЭКГ, как метода оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы, в ней еще содержится информация об изменении процессов управления этой системы (Schmidt G., Monfill G.E., 1995; Tonhajzerova I. et al., 2000). Наи-

более удобным и объективным методом исследования состояния ВНС является вариационная пульсометрия. Метод позволяет судить о характере защитно-приспособительных реакций, а также о функциональном состоянии организма в целом, оценить направленность вегетативного тонуса и характер симпатико-парасимпатических соотношений (Галлеев А.Р. и соавт., 2002; Поборский А.Н. и соавт., 2007; Sayers B.M., 1993; Reardon M. et al., 1996, Goto M. et al., 1997; Scharpley C.F. et al., 2000).

Наряду с использованием традиционного *детерминистско-стохастического подхода* (ДСП) производилась идентификация параметров *квазиаттракторов* в рамках ТХС, то есть метода идентификации параметров *квазиаттракторов* поведения ВСОЧ при различной продолжительности проживания на севере. Этот подход является абсолютно новым и чрезвычайно актуальным научным направлением (Еськов В.М., Хадарцев А.А., 2006). Обработку данных проводили с использованием программы «Идентификация параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве», предназначенной для исследования систем с хаотической организацией. Программа позволила представить и рассчитать в фазовом пространстве с выбранными фазовыми координатами параметры *аттрактора* состояния динамической системы (Еськов В.М. и соавт., 2006).

Координатами для исследования являлись результаты одно-временных измерений m параметров множеств однотипных индивидуальных антропометрических, гемодинамических показателей, данных электро- и эхокардиографии, и вариационной пульсометрии школьников ханты и уроженцев Среднего Приобья в различных половых и возрастных группах. Каждое такое состояние характеризуется вектором состояния:

$$X=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$$

Обследована репрезентативная по полу и возрасту выборка коренного хантыйского населения 7-17 лет Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Всего 413 человек (186 мальчиков и 227 девочек), что составило 36 % от числа всех Юганских *ханты* в возрасте от 0 до 18 лет, прожи-

вающих в обследованных поселениях.

Одним из важнейших критериев, отражающих состояние здоровья детей, является физическое развитие, а данные, полученные при антропометрических обследованиях однородных групп детей, могут служить основой для популяционного мониторинга (Северин А.Е. и соавт., 2005).

Антропометрические показатели тотальных размеров тела школьников *ханты* Среднего Приобья изучены по 13 показателям, а их средние значения представлены в табл. 110.

Анализ показателей физического развития проводили по возрастно-половым группам. Дети коренной национальности ханты, постоянно проживающие в климатических условиях Югры, с адаптивно-измененными и генетически закрепленными морфофункциональными параметрами развития имели неодинаковые показатели.

Сравнение показателей соматического развития школьников коренной национальности в зависимости от половой принадлежности позволило выявить достоверные различия по одному из основных антропометрических параметров – длине тела, что вполне закономерно. Нами установлено, что в старшем школьном возрасте длина тела мальчиков достоверно превышала длину тела девочек на 8,84 см ($p < 0,001$), в то время как в младшем школьном возрасте это превышение было минимально (< 1 см), а в 11-14 лет мальчики ниже девочек на 0,56 см. У девочек прирост длины тела к 11-14 годам составил 20,16 см, а к 15-17 – много меньше (9,92 см). У мальчиков величина этого прироста достаточно высока (18,80 см и 19,32 см, соответственно).

Анализ наиболее лабильного показателя, отражающего текущее состояние организма – массы тела показал, что он имеет сходную динамику развития. Так если в 7-10 лет различий по полу не наблюдалось, то в 11-14 лет девочки *ханты* достоверно крупнее мальчиков и по массе тела ($p < 0,05$), а к 15-17 годам масса тела мальчиков достоверно выше таковой у девочек ($p < 0,05$).

В наших исследованиях ОГК у детей *ханты* от 7-10 до 15-17 лет увеличивалась на 17-20 см. К 11-14 годам мальчики прибавили 7,63 см, а к 15-17 годам еще 9,33 см. Девочки – 12,2 см и 7,77 см соответственно.

**Показатели длины, массы тела и окружности грудной клетки
детей ханты Среднего Приобья ($\bar{X} \pm m\bar{x}$)**

Показатель	Мальчики	Девочки	Достоверность (p)
7-10 лет (мальчики – n=58; девочки – n=78)			
Возраст, лет	8,43±0,16	8,40±0,14	> 0,05
Длина тела, см	124,74±1,18	123,94±0,97	-
Масса тела, кг	26,16±0,66	25,89±0,67	-
ОГК покой, см	65,88±0,57	63,70±0,49	<0,01
ОГК вдох, см	69,52±1,08	66,41±0,51	<0,01
ОГК выдох, см	63,86±0,56	61,88±0,52	<0,01
11-14 лет (мальчики – n=91; девочки – n=104)			
Возраст, лет	12,42±0,11	12,32±0,11	> 0,05
Длина тела, см	143,54±1,04	144,10±0,83	-
Масса тела, кг	37,18±0,72	39,54±0,79	<0,05
ОГК покой, см	73,51±0,52	75,90±0,73	<0,01
ОГК вдох, см	76,93±0,53	78,99±0,72	<0,05
ОГК выдох, см	71,17±0,50	73,60±0,74	<0,05
15-17 лет (мальчики – n=37; девочки – n=45)			
Возраст, лет	16,00±0,15	15,98±0,15	> 0,05
Длина тела, см	162,86±1,39	154,02±0,84	<0,001
Масса тела, кг	51,99±1,24	48,78±0,81	<0,05
ОГК покой, см	82,84±0,82	83,67±0,76	-
ОГК вдох, см	87,28±0,85	87,24±0,77	-
ОГК выдох, см	80,51±0,85	81,60±0,73	-

Ис позволил выявить направленность ростовых процессов у обследуемых нами школьников, имея важное достоинство – малую зависимость от возраста. В наших исследованиях Ис показал общую для обоих полов, четкую тенденцию к уменьшению с увеличением возраста, что свидетельствовало о снижении темпа продольных ростовых процессов. Средние значения индекса имели достоверные половые различия в группах среднего школьного возраста ($p < 0,01$), причем у мальчиков ханты 11-14 и 15-17 лет интенсификация ростовых процессов, характерная в обычных условиях для пубертата была выражена слабее, чем у девочек ханты в изучаемом периоде индивидуального возрастного развития (табл. 111).

**Индексы физического развития и площадь поверхности тела детей
ханты Среднего Приобья ($M \pm m$)**

Показатель	Мальчики	Девочки	Достоверность (p)
7-10 лет (мальчики – n=58; девочки – n=78)			
Возраст, лет	8,43±0,16	8,40±0,14	> 0,05
Ис, усл.ед.	1,06±0,01	1,08±0,01	-
ИП, усл.ед.	34,72±0,66	36,17±0,73	-
ИК, г/см	208,30±3,38	207,48±4,26	-
ИР, усл.ед.	1,34±0,02	1,35±0,02	-
ИГ, усл.ед.	100,00±0,00	100,00±0,00	-
S, м ²	0,95±0,02	0,94±0,01	-
11-14 лет (мальчики – n=91; девочки – n=104)			
Возраст, лет	8,43±0,16	8,40±0,14	> 0,05
Ис, усл.ед.	0,98±0,01	0,94±0,01	<0,01
ИП, усл.ед.	35,19±0,72	30,97±0,97	<0,001
ИК, г/см	257,48±3,50	272,59±4,23	<0,01
ИР, усл.ед.	1,25±0,01	1,31±0,01	<0,01
ИГ, усл.ед.	100,00±0,00	100,00±0,00	-
S, м ²	1,22±0,02	1,26±0,02	-
15-17 лет (мальчики – n=37; девочки – n=45)			
Возраст, лет	16,00±0,15	15,98±0,15	> 0,05
Ис, усл.ед.	0,88±0,01	0,85±0,01	-
ИП, усл.ед.	30,36±1,44	23,65±1,46	<0,01
ИК, г/см	318,59±6,36	316,59±4,89	-
ИР, усл.ед.	1,21±0,03	1,34±0,03	<0,001
ИГ, усл.ед.	100,00±0,00	100,00±0,00	-
S, м ²	1,54±0,02	1,35±0,03	<0,001

Оценка крепости телосложения – ИП, по методу М.В. Черноруцкого (1938) определила, что средние показатели индекса у мальчиков выше во всех возрастных периодах, а в 11-14 и 15-17 лет это превышений носило достоверный характер ($p < 0,001$ и $p < 0,01$, соответственно). Крепкое телосложение во всех половозрастных группах имели всего 2,18 % детей. В группах мальчиков ханты 7-10 и 15-17 лет морфотипов с крепким телосложением не выявлено. Нами установлена небольшая доля детей с хорошим и средним телосложением – 8,47 % и 7,99 % соответственно. Сле-

дует отметить, что преобладающим явилось слабое и очень слабое телосложение – до 81,36 % всех школьников (табл. 112).

Наряду с этим было отмечено, что с увеличением возраста доля детей с хорошим и средним телосложением несколько повышалась, а количество детей со слабым и очень слабым телосложением уменьшалось на 26,28 % у мальчиков и на 51,71 % у девочек.

Таблица 112

**Оценка типа и крепости телосложения школьников ханты
Среднего Приобья по индексу Пинье**

Возраст, лет	Число наблюдений	Тип и крепость телосложения в %			
		Крепкое	Хорошее	Среднее	Слабое и очень слабое
7-10	Д (n=78)	1,28	-	2,56	96,15
	М (n=58)	-	-	3,45	96,55
11-14	Д (n=104)	3,85	9,62	12,5	74,04
	М (n=91)	-	1,10	8,79	90,11
15-17	Д (n=45)	6,67	40,00	8,89	44,44
	М (n=37)	2,70	16,22	10,81	70,27

Исследование результатов, полученных при анализе *индекса Кетле*, характеризующего плотность тела в разные возрастные периоды, показало большую вариативность показателя (табл. 111). Динамика значения индекса свидетельствовала об увеличении плотности тела от 7-10 до 15-17 лет. В ходе исследования было установлено, что наиболее интенсивно плотность тела у мальчиков повышалась к 15-17 годам. В среднем школьном возрасте активность этого процесса была достоверно выше у девочек ($p < 0,01$).

При оценке удельной плотности тела по *индексу Рорера* выявлены достоверные половые различия, усиливающиеся с возрастом, причем у девочек *ханты* ИР практически не изменялся, а у мальчиков имел четкую тенденцию к снижению – на 6,72 % к среднему школьному возрасту и еще на 2,98 % к старшему (рис. 55).

Анализ одного из важных признаков физического развития – площади поверхности тела, рассчитанной по формуле Du Bois выявил достоверные различия по полу лишь в группах старшего школьного возраста ($p < 0,001$).

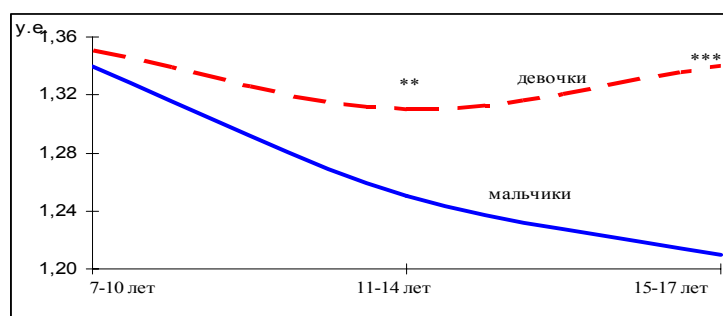


Рис. 55. Изменение удельной плотности тела школьников ханты по индексу Рорера, усл.ед.

Таким образом, проведенное антропометрическое исследование детей *ханты* школьного возраста позволило выявить ряд межгрупповых и возрастных различий, характеризующих направленность и динамику формирования мужского и женского соматического типа в условиях Среднего Приобья.

Функциональные показатели деятельности сердечно-сосудистой системы

Как известно, одной из важнейших задач экологической возрастной физиологии является изучение развития сердечно-сосудистой системы человека на всех этапах онтогенеза в различных эколого-географических условиях. Функциональные показатели наиболее интенсивно изменяются во время роста организма, то есть от рождения до полного физического созревания. Средние значения функциональных показателей сердечно-сосудистой системы детей ханты Среднего Приобья представлены в табл. 113.

Показатели периферического кровообращения и индекса функциональных изменений детей ханты Среднего Приобья
($\bar{X} \pm m\bar{x}$)

Показатель	Мальчики	Девочки	Достоверность (p)
7-10 лет (мальчики – n=58; девочки – n=78)			
Возраст, лет	8,43±0,16	8,40±0,14	> 0,05
ЧСС, уд/мин	86,71±1,86	92,33±1,63	<0,05
$\bar{P}_s$, мм рт. ст.	107,28±1,50	103,45±1,25	<0,05
$\bar{P}_D$, мм рт. ст.	68,53±1,48	64,29±1,08	<0,05
$\bar{P}_p$, мм рт. ст.	38,57±1,43	39,29±1,07	-
$\bar{P}_A$, мм рт.ст.	85,08±1,31	81,01±1,02	<0,05
ДП, усл.ед.	93,19±2,60	95,91±2,25	
ИФИ, баллы	1,96±0,04	1,94±0,03	
11-14 лет (мальчики – n=91; девочки – n=104)			
Возраст, лет	12,42±0,11	12,32±0,11	> 0,05
ЧСС, уд/мин	77,68±1,31	86,93±1,44	<0,001
$\bar{P}_s$, мм рт. ст.	108,96±1,15	108,21±1,17	-
$\bar{P}_D$, мм рт. ст.	65,74±1,01	66,57±0,97	-
$\bar{P}_p$, мм рт. ст.	43,18±0,99	41,64±0,90	-
$\bar{P}_A$, мм рт.ст.	84,19±0,95	84,35±0,96	-
ДП, усл.ед.	84,72±1,73	94,45±2,02	<0,05
ИФИ, баллы	1,85±0,03	1,97±0,03	<0,01
15-17 лет (мальчики – n=37; девочки – n=45)			
Возраст, лет	16,00±0,15	15,98±0,15	> 0,05
ЧСС, уд/мин	74,81±1,69	81,16±1,97	<0,05
$\bar{P}_s$, мм рт. ст.	116,38±1,39	112,58±1,80	-
$\bar{P}_D$, мм рт. ст.	70,16±1,23	69,02±1,22	-
$\bar{P}_p$, мм рт. ст.	46,22±1,69	43,78±1,40	-
$\bar{P}_A$, мм рт.ст.	89,90±0,99	87,62±1,33	-
ДП, усл.ед.	86,89±2,03	91,32±2,64	-
ИФИ, баллы	1,97±0,03	2,03±0,04	-

Сравнительная оценка показателей функций сердечно-сосудистой системы позволила выявить, что ЧСС, отражающая хронотропный механизм работы сердца, в обеих половых группах изменялась согласно общей закономерности снижения с

возрастом (Кмить Г.В. и соавт., 2003; Сазанова Т.В., 2004). Нашими исследованиями установлено, что за период с 7-10 до 11-14 лет ЧСС урежалась у девочек *ханты* на 5,40 уд/мин, а у мальчиков на 9,03 уд/мин. За период с 11-14 до 15-17 лет – на 5,77 уд/мин и 2,87 уд/мин соответственно. Во всех исследуемых возрастах (7-17 лет) у девочек *ханты* регистрировалась достоверно более высокая ЧСС.

Одним из интегральных показателей деятельности сердечно-сосудистой системы, отражающим инотропные свойства сердца, является величина артериального давления (Соловьева С.В. и соавт., 2005).

Во всех исследованиях, когда-либо проводившихся в детских и подростковых популяциях, отмечено, что уровень АД с возрастом повышается, однако скорость повышения варьирует в соответствующие возрастные периоды. В проведенных нами исследованиях, к началу пубертата, прирост $\bar{P}_S$ у мальчиков *ханты* оказался минимальным – 1,68 мм рт.ст., а у девочек *ханты* максимальным – 4,76 мм рт.ст. $\bar{P}_D$ увеличилось на 2-3 мм рт.ст. Девочки вступают в пубертатный период раньше, поэтому повышение $\bar{P}_S$ и $\bar{P}_D$ у них обычно предшествует таковому у мальчиков. На этот факт указывает в своих исследованиях А.Г. Соколов (2002). Результаты полученных нами данных показали, что за период с 11-14 до 15-17 лет $\bar{P}_S$ у девочек *ханты* возросло на 4,37 мм рт.ст. и у мальчиков – на 7,42 мм рт.ст. $\bar{P}_D$ увеличивалось у девочек и мальчиков *ханты* на 2,45 и 4,42 мм рт.ст., соответственно.

Следует отметить, что в связи с тем, что ДАД увеличивает-ся с возрастом в меньшей степени, чем систолическое, то соответственно растет их разность – *пульсовое давление* ($\bar{P}_P$). Такие изменения улучшают кровоснабжение различных органов тела. Согласно данным, полученных нами, между мальчиками и девочками *ханты* 7-17 лет различий в показателях *пульсового давления* не выявлено. В обеих половых группах с увеличением возраста отмечался плавный прирост $\bar{P}_P$.

Среднее артериальное давление ($\bar{P}_A$) является чрезвычайно важным параметром сердечно-сосудистой системы, так как оно является средним эффективным давлением, которое прогоняет

кровь через системные органы. В младшей группе девочек *ханты* $\bar{P}_A$ имело минимальное значение и равномерно прирастало к 15-17 годам. В группах мальчиков *ханты* минимальное значение параметра отмечено нами в среднем школьном возрасте. Достоверные половые различия величины $\bar{P}_A$ выявлены в возрасте 7-10 лет ($p < 0,05$).

Показатель *двойного произведения* (ДП) был выше у девочек *ханты* во всех возрастных группах, но достоверное превышение было зарегистрировано нами лишь в 11-14 лет ($p < 0,05$). С возрастом ДП у мальчиков *ханты* увеличивалось на 6,30 усл.ед. и соответствовало возрастным нормам; у девочек *ханты* – на 4,59 усл.ед. и незначительно превышало возрастные нормы во всех возрастных группах (Доскин В.А. и соавт., 1997).

Индекс функциональных изменений как комплексный, интегральный показатель отражает сложную структуру функциональных взаимосвязей, характеризующих уровень функционирования сердечно-сосудистой системы.

Следует отметить, что средние значения показателя ИФИ у школьников *ханты* 7-17 лет в обеих половых группах укладывались в параметры удовлетворительной адаптации, однако у девочек среднего школьного возраста показатель ИФИ был достоверно выше такового у мальчиков ($p < 0,01$). В ходе исследования было выявлено, что с увеличением возраста удельный вес детей *ханты* с удовлетворительным уровнем адаптации изменялся разнонаправлено: у девочек снижался на 5,73 %, а у мальчиков повышался на 9,41 % (табл. 114). Школьников *ханты* с неудовлетворительной адаптацией и ее срывом нами не было установлено.

Определение ряда гемодинамических параметров позволило вычислить *коэффициенты выносливости* (КВ) и *экономичности кровообращения* (КЭК) (табл. 115).

Полученные результаты свидетельствовали о закономерном уменьшении с возрастом КВ у школьников обеих половых групп. На фоне преобладающих значений величины КВ в группах девочек *ханты*, достоверные половые различия выявлены лишь в 11-14 лет ($p < 0,001$).

Таблица 114

**Оценка адаптационных возможностей школьников ханты 7-17 лет
по индексу функциональных изменений (%)**

Возраст, лет	Пол	N	Удовлетворит. адаптация	Напряжение механизмов адаптации	Неудовл. адаптация и ее срыв
7-10	Д	78	67,95	32,05	-
	М	58	68,97	31,03	-
11-14	Д	104	63,46	36,54	-
	М	91	86,81	13,19	-
15-17	Д	45	62,22	37,78	-
	М	37	78,38	21,62	-

Таблица 115

**Коэффициенты выносливости и экономичности кровообращения
детей ханты Среднего Приобья ($\bar{X} \pm m_x$)**

Показатель	Мальчики	Девочки	Достоверность (p)
7-10 лет (мальчики – n = 58; девочки – n = 78)			
Возраст, лет	8,43±0,16	8,40±0,14	> 0,05
КВ, усл.ед.	2,40±0,10	2,51±0,09	-
КЭК, усл.ед.	3387,00±159,68	3608,05±113,86	-
11-14 лет (мальчики – n = 91; девочки – n = 104)			
Возраст, лет	12,42±0,11	12,32±0,11	> 0,05
КВ, усл.ед.	1,90±0,06	2,21±0,07	<0,001
КЭК, усл.ед.	3349,71±90,72	3613,36±97,30	<0,05
15-17 лет (мальчики – n = 37; девочки – n = 45)			
Возраст, лет	16,00±0,15	15,98±0,15	> 0,05
КВ, усл.ед.	1,72±0,08	1,96±0,09	-
КЭК, усл.ед.	3433,76±132,30	3546,80±156,01	-

У школьников *ханты* в целом с возрастом увеличивались функциональные возможности системы кровообращения, однако у девочек этот процесс тормозился из-за некоторого ослабления возможностей сердечно-сосудистой системы.

Таким образом, оценка параметров периферического кровообращения показала, что у девочек ханты школьного возраста, с началом пубертатного скачка, закономерный процесс усиления функциональных возможностей периферического кровообращения начинается раньше такового у мальчиков. Этот процесс происходит на фоне общего ослабления деятельности сердечно-сосудистой системы.

Оценка параметров центральной гемодинамики

Наряду с показателями периферической гемодинамики, для интегральной оценки функционального состояния кровообращения, мы изучали параметры центральной гемодинамики. Средние значения этих показателей представлены в табл. 116.

Таблица 116

Функциональные показатели центральной гемодинамики школьников ханты Среднего Приобья ($\bar{X} \pm m_x$)

Показатель	Мальчики	Девочки	Достоверность (p)
7-10 лет (мальчики – n=58; девочки – n=78)			
Возраст, лет	8,43±0,16	8,40±0,14	> 0,05
СО, мл	45,23±1,41	47,87±1,15	-
МОК, мл/мин	3923,68±147,98	4387,41±104,83	<0,05
ОПСС, дин·с/см ⁻⁵	2001,91±172,00	1565,77±58,48	<0,05
УПСС, усл.ед.	21,23±1,82	16,96±0,72	<0,05
11-14 лет (мальчики – n=91; девочки – n=104)			
Возраст, лет	12,42±0,11	12,32±0,11	> 0,05
СО, мл	61,90±0,98	60,30±0,86	-
МОК, мл/мин	4793,20±101,34	5213,84±102,20	<0,05
ОПСС, дин·с/см ⁻⁵	1484,33±51,64	1346,66±31,72	<0,05
УПСС, усл.ед.	12,36±0,46	10,91±0,30	<0,01
15-17 лет (мальчики – n=37; девочки – n=45)			
Возраст, лет	16,00±0,15	15,98±0,15	> 0,05
СО, мл	72,21±1,47	71,49±1,07	-
МОК, мл/мин	5379,48±144,82	5817,09±179,69	-
ОПСС, дин·с/см ⁻⁵	1375,58±44,52	1261,34±47,73	-
УПСС, усл.ед.	9,01±0,31	8,74±0,33	-

Систолический объем крови в возрасте 7-10 лет в обеих половых группах оценивался минимальными значениями. За весь рассматриваемый период (7-17 лет) СО увеличился на 23,62 мл у девочек и 26,98 мл у мальчиков. К 15-17 годам СО в обеих половых группах достигал максимальных цифр.

В возрасте 7-10 лет МОК был минимальным в обеих половых группах. Достоверные половые различия выявлены у 7-10 и 11-14-летних школьников ($p < 0,05$), хотя величина МОК у девочек была больше, чем у мальчиков во всех возрастных группах, за счет более высоких значений ЧСС.

Важную роль в оценке гемодинамики занимает величина ОПСС, отражающая общее сопротивление кровотоку большого круга кровообращения в целом. Наши расчеты показали, что в период с 7-10 до 15-17 лет у школьников *ханты* ОПСС снижалось на 626,33-304,43 $\text{дин} \cdot \text{с} / \text{см}^5$, но находилось в пределах нормальных значений. Величина ОПСС у мальчиков превышала аналогичный параметр у девочек на 27,85 % в 7-10 лет ($p < 0,05$), на 10,22 % в 11-14 лет ($p < 0,05$) и на 9,06 % в 15-17 лет.

Величина УПСС у мальчиков *ханты* во всех возрастных группах была выше, чем у девочек. В 7-10 лет и в 11-14 лет это превышение было достоверным ($p < 0,05$ и $p < 0,01$, соответственно).

Принято считать, что уровень кровоснабжения организма зависит от структурно-функциональной организации сердечно-сосудистой системы в фило- и онтогенезе и, главным образом, от эффективности сердца, как основного гемодинамического насоса (Аринчин Н.И. и др., 1987). Одним из показателей, характеризующих эффективность сердца, является ИКр. Нами установлено, что наиболее высокие показатели во всех возрастно-половых группах были характерны для девочек, а в 7-10 и 15-17 лет эти отличия носили достоверный характер ($p < 0,05$ и $p < 0,05$ соответственно). С возрастом показатели индекса в обеих половых группах плавно уменьшались в среднем на 50-56 $\text{мл} / \text{кг} \cdot \text{мин}$ (табл. 117).

Для характеристики индивидуально-типологических особенностей организма, с целью нивелирования возможного влияния индивидуальных антропометрических различий на величину СО и МОК, рассчитывали УИ и СИ.

Индексы гемодинамики школьников ханты Среднего Приобья
 $(\bar{X} \pm m_x)$

Показатель	Мальчики	Девочки	Достоверность (p)
7-10 лет (мальчики – n=58; девочки – n=78)			
Возраст, лет	8,43±0,16	8,40±0,14	> 0,05
УИ, мл/м ²	47,91±1,59	51,20±1,19	-
СИ, л/мин м ²	4,18±0,17	4,72±0,13	<0,05
ИКр, мл/кг мин	155,22±7,06	176,24±5,80	<0,05
11-14 лет (мальчики – n=91; девочки – n=104)			
Возраст, лет	12,42±0,11	12,32±0,11	> 0,05
УИ, мл/м ²	51,27±0,91	48,52±0,83	<0,05
СИ, л/мин м ²	3,98±0,10	4,19±0,09	-
ИКр, мл/кг мин	132,72±3,65	136,03±3,44	-
15-17 лет (мальчики – n=37; девочки – n=45)			
Возраст, лет	16,00±0,15	15,98±0,15	> 0,05
УИ, мл/м ²	47,45±1,27	49,64±0,92	-
СИ, л/мин м ²	3,53±0,11	4,04±0,13	<0,01
ИКр, мл/кг мин	105,64±3,78	120,72±4,29	<0,05

Установлено, что достоверные половые отличия в величине УИ выявлены только в группах 11-14-летних школьников ($p < 0,05$). УИ напрямую зависит от площади поверхности тела. В наших исследованиях выявлено возрастное отставание площади поверхности тела в обеих половых группах, поэтому еще в 7-10 лет у школьников ханты УИ превышал нормальные параметры на 20-28 %. К 15-17-летнему возрасту это превышение несколько снижалось (19-24 %).

Аналогичная ситуация была характерна и для показателей СИ. Достоверные межполовые различия выявлены в группах младшего и старшего школьного возраста ($p < 0,05$ и $p < 0,01$, соответственно). В обеих половых группах отмечена явная тенденция к снижению величины СИ с возрастом, причем у мальчиков к 15-17 годам это снижение составило 16 %, а у девочек – 14 %.

При оценке типа кровообращения школьников ханты 7-17 лет по классификации Н.Н. Савицкого (1974) средние значения

СИ во всех возрастно-половых группах соответствовали *гиперкинетическому типу кровообращения* и лишь для мальчиков 15-17 лет был характерен *эукинетический тип кровообращения*. При проведении персонального анализа установлено, что оптимальный ЭКТ имело всего 20,34 % школьников, причем у мальчиков данный тип кровообращения встречался на 5,06% чаще, чем у девочек. Основное число обследованных детей ханты имело ГрТК – 74,09 %. Установлено, что в группах девочек ханты ГрТК встречался чаще, чем в группах мальчиков ханты на 10,58 % (рис. 56).



Рис. 56. Удельный вес типов кровообращения у мальчиков (а) и девочек (б) ханты 7-17 лет, %.

Таким образом, полученные расчетные данные позволили выявить индивидуальные и групповые особенности в формировании гемодинамических показателей школьников ханты. Повышение резервных возможностей центральной гемодинамики в 7-10 лет, является следствием физиологического увеличения размеров сердца и хорошо выраженной насосной функции.

Оценка параметров периферического кровообращения показала, что у девочек ханты с началом пубертатного скачка, закономерный процесс усиления функциональных возможностей периферического кровообращения начинается раньше такового у мальчиков и происходит на фоне общего ослабления деятельности сердечно-сосудистой системы.

Нами установлено, что показатели функционального состояния сердца – индексы, так же говорят о менее эффективной его работе у девочек ханты, так как их значения выше аналогич-

ных у мальчиков, что полностью совпадает с результатами исследований А.Г. Соколова (2002).

Возрастная характеристика показателей основных функций миокарда

Сочетание существенных качественных морфофункциональных преобразований миокарда и влияния внешних факторов может неблагоприятно отражаться на состоянии здоровья человека (Слоним А.Д., 1968-1984; Совершаева С.Л. и соавт., 1984; Kahneman D. et al., 1973).

Согласно М.К. Осколковой (2004) ЭКГ детей школьного возраста приближается к ЭКГ взрослых, но имеет ряд характерных особенностей, отражающих существенные изменения функций автоматизма, проводимости и возбудимости, а также метаболизма миокарда.

Зубец Р отражает процесс охвата возбуждением предсердий: начальная часть зубца – правого, заключительная – левого.

В наших исследованиях выявлено достоверное снижение амплитуды зубца Р у 15-17-летних мальчиков в I отведении ($p<0,05$), у девочек того же возраста в I ($p<0,01$) и V5 ($p<0,05$) отведениях. Отрицательный зубец Р в aVR отмечался во всех возрастно-половых группах и в V1 – у девочек *ханты* 15-17 лет. Достоверные различия по полу обнаружены в V1 в 11-14 лет ($p<0,05$) и в 15-17 лет ($p<0,01$). Амплитуда зубца была наибольшей во II стандартном отведении во всех группах школьников, кроме девочек 7-10 лет, у которых максимально высокие значения этого параметра были выявлены в V4, V5, V6. Во II стандартном отведении у девочек *ханты* 7-10 лет регистрировалась высокая возбудимость миокарда предсердий с интенсивным уменьшением показателя с возрастом, хотя в грудных отведениях наблюдалось некоторое его увеличение. У мальчиков *ханты* наблюдалась обратная тенденция (рис. 57).

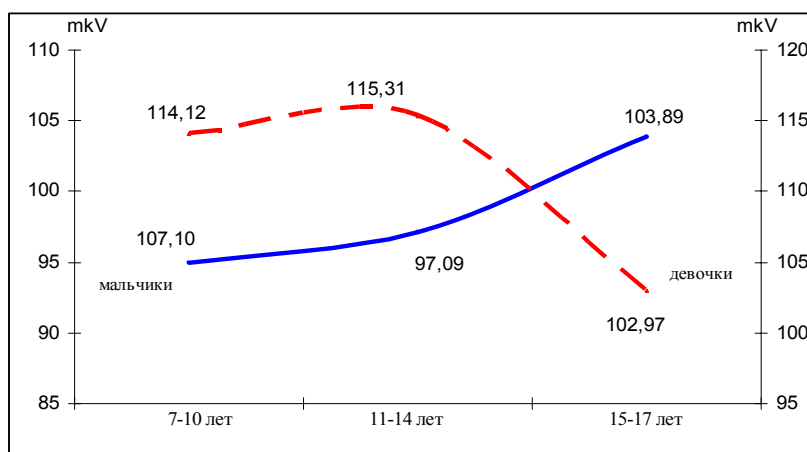


Рис. 57. Возрастные изменения амплитуды зубца Р у школьников ханты 7-17 лет во II стандартном отведении, mkV.

Положительная динамика роста амплитуды зубца R с возрастом отмечена лишь у мальчиков *ханты* во II стандартном отведении и aVF. Достоверное снижение показателя наблюдалось у мальчиков *ханты* к 11-14 годам в отведениях: aVL ($p < 0,01$), V2 ($p < 0,05$), V6 ($p < 0,05$) и к 15-17 годам в отведениях: V1 ($p < 0,01$), V5 ($p < 0,05$), V6 ($p < 0,05$). У девочек установлена аналогичная тенденция. Так к 11-14 годам снижение амплитуды зубца R отмечалось в отведениях: V2 ($p < 0,001$), V3 ($p < 0,01$), V4 ($p < 0,01$), V5 ($p < 0,001$), V6 ($p < 0,05$), а к 15-17 годам в отведениях: V1 ($p < 0,01$), V2 ($p < 0,01$), V4 ($p < 0,001$), V5 ($p < 0,001$), V6 ($p < 0,001$). При сравнении амплитуды зубца R между мальчиками и девочками установили, что у мальчиков *ханты* 7-10 лет показатель преобладал в отведении V1 ($p < 0,05$). В 11-14 лет у мальчиков *ханты* амплитуда зубца была достоверно выше в отведениях V1, V5 и V6 ($p < 0,01$), чем у девочек того же возраста, а у 15-17-летних юношей показатель был выше в отведениях V4 ($p < 0,001$), V5 ($p < 0,001$) и V6 ($p < 0,05$). В отведении aVR во всех возрастно-половых группах зубец R был выражен плохо. Отно-

шение высоты зубца Р к высоте зубца R во II стандартном отведении составило: у девочек – 1:12, у мальчиков – 1:15.

Возрастной анализ функции возбудимости миокарда желудочков у мальчиков ханты свидетельствовал о ее плавном повышении от 7-10 к 15-17 годам, тогда как у девочек наблюдался обратный процесс, а с началом пубертата этот дисбаланс резко увеличивался (рис. 58). У мальчиков возбудимость миокарда желудочков уже в 11-14 лет выше, чем у девочек того же возраста и продолжала нарастать.

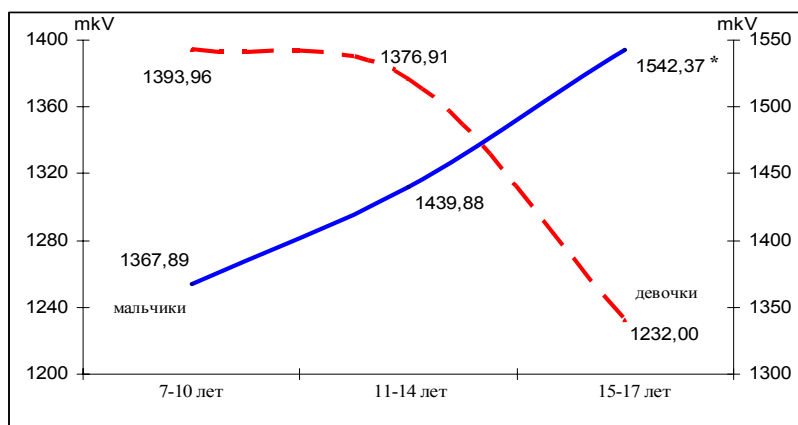


Рис. 58. Возрастные изменения амплитуды зубца R у школьников ханты 7-17 лет во II стандартном отведении, mkV.

Наиболее глубокие зубцы S регистрировались у мальчиков ханты в отведениях V1-V3, у девочек в отведениях V2, V3. Выявлено достоверное снижение амплитуды зубца S в грудном отведении V2 ($p < 0,05$) у девочек в 15-17 лет. При сравнении показателя между мальчиками и девочками выявлены достоверно большие значения у мальчиков в возрасте 7-10 лет в отведении V1 ($p < 0,05$). В возрасте 11-14 лет аналогичная тенденция наблюдалась во II стандартном отведении ($p < 0,05$), V3 ($p < 0,001$), V4 ($p < 0,05$) и обратная ситуация сложилась в III стандартном

отведении ($p<0,05$). В возрасте 15-17 лет амплитуда зубца была достоверно большей у юношей *ханты* в V1 ($p<0,05$) и V2 ($p<0,001$), и достоверно меньшей в V3 ($p<0,05$).

В наших исследованиях зубец T был отрицательным во всех возрастно-половых группах школьников в отведениях aVR, V1. Достоверные возрастные изменения амплитуды зубца T наблюдались у мальчиков к 11-14 годам в отведениях V2 ($p<0,05$), V6 ($p<0,01$) – показатель увеличивался, а в 15-17 лет – вновь снижался в V5 ($p<0,01$), V6 ($p<0,001$). Достоверное увеличение амплитуды зубца T у девочек *ханты* 11-14 лет регистрировалось в отведениях aVR ($p<0,05$), V1 ($p<0,001$), V2 ($p<0,01$), а снижение в I ($p<0,05$) и V5 ($p<0,05$). В 15-17 лет показатель снижался во II стандартном отведении ($p<0,01$), V5 ($p<0,01$) и V6 ($p<0,01$). Кроме того, мы отметили достоверные половые отличия амплитуды зубца T у 11-14-летних подростков в отведениях: I ($p<0,05$), II ($p<0,001$), III ($p<0,001$), aVR ($p<0,001$), aVF ($p<0,001$), V4 ($p<0,01$), V5 ($p<0,001$), V6 ($p<0,001$). У 15-17-летних школьников в отведениях: II ($p<0,01$), III ($p<0,01$), aVR ($p<0,01$), aVF ($p<0,001$), V2 ($p<0,01$), V3 ($p<0,001$), V4 ($p<0,01$), V5 ($p<0,001$). Отношение амплитуды зубца T к зубцу R во втором стандартном отведении у мальчиков *ханты* составило 1:3, у девочек – 1:4.

Сегмент S-T у мальчиков и девочек *ханты* 7-17 лет в стандартных и усиленных отведениях от конечностей был почти изоэлектрический. В грудных отведениях V2-V6 средние значения были несколько выше, но не выходили за 1 mV/s. Депрессия S-T менее 0,5 mV/s выявлена во всех возрастно-половых группах в отведении aVR, а в V1 – у 11-14 и 15-17-летних девочек и у 15-17-летних мальчиков. Лишь у 7-10-летних девочек *ханты* в отведении V1 депрессия S-T составила более 0,5 mV/S. Максимальные отклонения сегмента S-T от изолинии регистрировались у девочек в отведении V3, у мальчиков – в отведении V4. Достоверных различий амплитуды сегмента с возрастом и полом у школьников не выявлено.

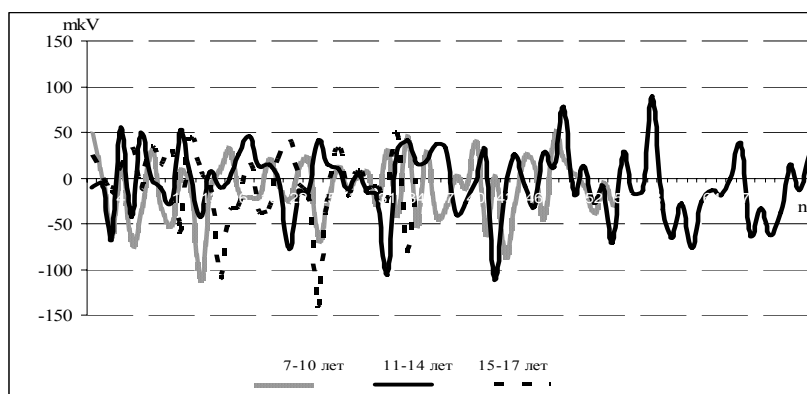


Рис. 59. Ростовые кривые местоположения точки J у девочек ханты 7-17 лет во II стандартном отведении, mkV.

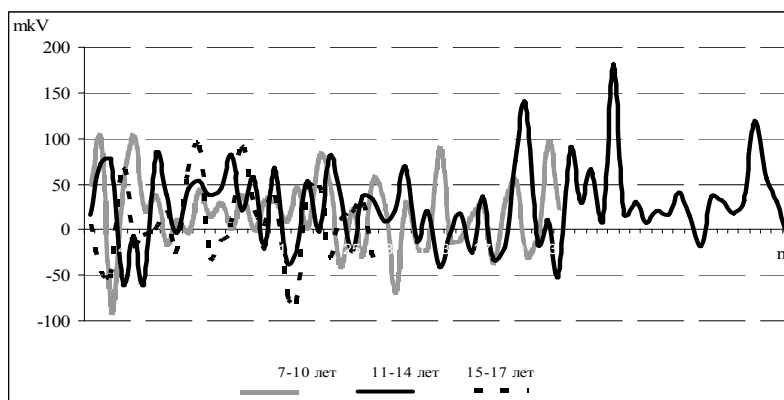


Рис. 60. Ростовые кривые местоположения точки J у мальчиков ханты 7-17 лет во II стандартном отведении, mkV.

Точка J определяла смещение сегмента S-T от изолинии. Персональный анализ данных II стандартного отведения показал, что точка J на изолинии находилась лишь в 2,56 % и 5,88 % случаев у девочек ханты младшего и старшего школьного воз-

раста соответственно; ниже изолинии (до 50 mkV) точка J опускалась во всех возрастных группах девочек: в 43,14 % – у 7-10-летних, в 42,31 % – у 11-14-летних и в 41,18 % – у 15-17-летних; подъем точки J до 1 mkV выявлен в 41,18 %, 38,46 %, 41,18 % случаев соответственно. У мальчиков ханты просматривалась обратная тенденция, поэтому депрессия точки J в пределах нормы составила в разные возрастные периоды 27,27 %, 24,62 % и 33,33 %, а подъем точки J соответственно 65,91 %, 66,15 % и 55,56 % (рис. 59-60).

В наших исследованиях точка J достоверно понижалась у 11-14-летних девочек в I стандартном отведении ($p<0,05$) и в aVL ($p<0,01$), у 15-17-летних в отведении V2 ($p<0,05$). У мальчиков 11-14 лет – в отведении aVL ($p<0,05$), у мальчиков 15-17 лет – II ($p<0,05$), III ($p<0,05$), aVF ($p<0,05$), V6 ($p<0,05$). Достоверное повышение показателя с возрастом наблюдалось у девочек ханты – в 11-14 лет в отведениях III ($p<0,05$), aVF ($p<0,05$), V1 ($p<0,05$); у мальчиков – в 11-14 лет в отведениях III ($p<0,05$), V1 ($p<0,05$), V2 ($p<0,05$). При сравнении амплитуды точки J между мальчиками и девочками, мы выявили, что у мальчиков показатель преобладал в 7-10 лет в отведениях II ($p<0,001$), III ($p<0,001$), aVR ($p<0,01$), aVF ($p<0,001$), V3 ($p<0,05$), V4 ($p<0,01$), V5 ($p<0,01$) и в 11-14 лет в отведениях II ($p<0,001$), III ($p<0,001$), aVF ($p<0,001$), V2 ($p<0,01$), V4 ($p<0,05$), V5 ($p<0,05$), V6 ($p<0,05$). У девочек 7-10 лет превышение показателя отмечено нами в отведении aVL ($p<0,05$), а у 11-14-летних в aVR ($p<0,001$).

Таким образом, наблюдалась различная возрастная динамика возбудимости миокарда предсердий и желудочков у школьников ханты 7-17 лет. У девочек в младшем школьном возрасте показатели демонстрировали более высокую, чем у мальчиков возбудимость миокарда предсердий и прогрессивное ее снижение к 15-17 годам. У мальчиков отмечена обратная тенденция. Функция возбудимости миокарда желудочков преобладала у мальчиков как в 11-14, так и 15-17 лет ($p<0,05$).

Продолжительность зубца Р, характеризующая проведение возбуждения по предсердиям, у девочек составила 0,06-0,09 с и достоверно увеличивалась у к 11-14 годам в отведении III

($p < 0,01$). Наибольшие показатели регистрировались у девочек 7-10 лет – в отведениях aVF, V1; 11-14-летних – III, aVF; 15-17 лет – I, V1. У мальчиков продолжительность зубца R составила в среднем 0,07-0,09 с и достоверно увеличивалась от 7-10 лет к 11-14 годам в отведении V2 ($p < 0,01$) и к 15-17 годам в отведениях aVF ($p < 0,001$) и V4 ($p < 0,01$). Наибольшие показатели регистрировались у мальчиков ханты 7-10 лет – в отведениях V1 и V6; у 11-14-летних – I и V5; у 15-17-летних – I, aVL. При межполовом сравнении в 11-14-летнем возрасте у мальчиков наблюдались достоверно более низкие параметры длительности зубца R в aVF ($p < 0,05$) и более высокие в отведении aVL ($p < 0,05$), а в 15-17 лет и в aVL, и aVF ($p < 0,01$).

Продолжительность зубца Q, отражающего деполяризацию межжелудочковой перегородки увеличивалась у девочек ханты в 11-14 лет в aVL ($p < 0,05$) и снижалась в 15-17 лет в I отведении ($p < 0,01$), а в отведениях V1 ($p < 0,05$), V2 ($p < 0,05$), V3 ($p < 0,05$), V4 ($p < 0,001$), V5 ($p < 0,001$), V6 ($p < 0,01$) регистрировалось нулевое значение. У мальчиков 11-14 лет показатель снижался в V3 ($p < 0,05$), а в 15-17 лет повышался в V1 ($p < 0,05$). При межполовом сравнительном анализе установили, что у школьников ханты 7-17 лет самые широкие зубцы Q были зарегистрированы в aVR, однако у 15-17-летних мальчиков широкие зубцы регистрировались и в отведении V1. Кроме того, в этом же возрасте у мальчиков длительность зубца Q была достоверно выше в грудных отведениях (V1 ($p < 0,05$), V4 ($p < 0,01$), V5 ($p < 0,001$), V6 ($p < 0,05$)).

Зубец R по своей продолжительности достоверно увеличивался в группе девочек ханты 11-14 лет в отведениях: I ($p < 0,05$), II ($p < 0,05$), aVL ($p < 0,05$), V2 ($p < 0,01$), V6 ($p < 0,05$). У 15-17-летних школьниц показатель наоборот снижался в aVL ($p < 0,01$), V1 ($p < 0,05$). Длительность зубца R у мальчиков достоверно увеличивалась к 11-14 годам во II стандартном отведении ($p < 0,05$), а к 15-17 годам – в I ($p < 0,05$) и V6 ($p < 0,05$). Межполовые различия длительности зубца R были выявлены в 11-14 лет, причем у мальчиков ханты этот показатель ниже, чем у девочек в отведениях I ($p < 0,001$), aVL ($p < 0,01$), V3 ($p < 0,05$), V5 ($p < 0,05$), V6 ($p < 0,05$). Самые широкие зубцы R у мальчиков 7-17 лет выявлены в отведении aVF, а у девочек в отведениях II, aVF.

Продолжительность зубца S понижалась у девочек 11-14 лет в I отведении ($p<0,05$) и повышалась у 15-17-летних в отведениях V4 ($p<0,01$), V5 ($p<0,05$), V6 ($p<0,001$). У мальчиков достоверное снижение параметра выявлено к 11-14 годам в I отведении ($p<0,01$). Сравнительный анализ длины зубца в группах по полу обнаружил достоверное превышение в I отведении ($p<0,01$) у мальчиков 11-14 лет. В этой же возрастной группе в отведении aVR обсуждаемый параметр был выше у девочек ханты ($p<0,01$). Максимальные значения продолжительности зубца S у мальчиков ханты школьного возраста регистрировались нами в V1 и V2, а у девочек – V1, V2, V3.

Длительность зубца T в группе девочек ханты достоверно нарастала к 11-14 годам в I ($p<0,01$), II ($p<0,05$), aVR ($p<0,05$), V2 ($p<0,01$). В группе мальчиков к 11-14 годам показатель увеличивался в отведениях: aVR ($p<0,05$), V2 ($p<0,01$), V4 ($p<0,05$), V5 ($p<0,05$), V6 ($p<0,05$) и был выше, чем у девочек ханты того же возраста в отведениях: II ($p<0,01$), III ($p<0,05$), aVR ($p<0,01$), V2 ($p<0,05$), V4 ($p<0,01$), V5 ($p<0,001$), V6 ($p<0,05$). В 15-17 лет длительность зубца S у мальчиков снижалась в V6 ($p<0,05$).

Длительность одного сердечного цикла отражает интервал R-R. По его продолжительности определяют частоту сердечных сокращений, а по колебаниям интервала R-R судят о регулярности сердечного ритма. В наших исследованиях обсуждаемый параметр у 7-10-летних школьников составил 0,67-0,72 с и достоверно увеличивался к 11-14 годам: у девочек – на 0,09 с ($p<0,001$), у мальчиков – на 0,12 с ($p<0,001$). При выявлении достоверных различий между мальчиками и девочками были обнаружены более высокие показатели у мальчиков в 7-10 лет ($p<0,05$) и 11-14 лет ($p<0,01$) (табл. 118).

Интервал P-Q, соответствующий времени прохождения импульса от начала возбуждения предсердий до начала возбуждения желудочков, составлял 0,13-0,14 с.

Нами была отмечена общая положительная динамика роста параметра с возрастом, как в группах мальчиков, так и в группах девочек ханты. К 11-14-летнему возрасту прирост длительности интервала P-Q у девочек и мальчиков составил 0,01 с и 0,04 с соответственно. К 15-17 годам длительность увеличилась еще на

0,01 с в каждой половой группе (рис. 61).

Таблица 118

Основные оценки статистических параметров временных показателей ЭКГ у школьников ханты в состоянии покоя ($\bar{X} \pm m_x$)

Показатель, ms	7-10 лет		11-14 лет		15-17 лет	
	М (n=44)	Д (n=51)	М (n=65)	Д (n=78)	М (n=27)	Д (n=37)
R-R	717,61* ± 16,76	671,56 ± 11,75	832,70*** ± 18,70	759,42*** ± 14,91	846,17 ± 23,06	792,89 ± 22,97
P-Q	136,89 ± 4,49	132,12 ± 4,27	141,06 ± 4,57	137,05 ± 4,11	147,33 ± 4,72	144,44 ± 4,55
QRS	76,93 ± 1,81	77,20 ± 1,71	80,21 ± 1,37	80,47 ± 1,60	79,75 ± 2,37	80,80 ± 2,42
Q-T	344,93 ± 3,29	341,49 ± 3,86	374,84*** ± 3,92	363,88*** ± 3,30	371,56 ± 7,35	366,67 ± 4,05
Q-Tc	312,74 ± 3,53	321,27 ± 5,02	337,84*** ± 3,22	345,62*** ± 3,46	339,28* ± 4,56	354,58 ± 5,01

Скорость распространения возбуждения по миокарду желудочков, оцениваемая по комплексу QRS, у школьников *ханты* 7-17 лет составляла 0,08 с и с возрастом изменялась незначительно.

Анализ возрастной динамики длительности внутрижелудочковой проводимости показал, что у мальчиков *ханты* в период обучения в школе параметр изменялся волнообразно: в возрасте 11-14 лет отмечался прирост длительности интервала QRS на 4,26 %, а к 15-17 годам – скорость проведения импульса возбуждения уменьшалась на 0,57 % (рис. 62).

У девочек *ханты* наблюдалась несколько иная динамика изменений данного показателя на фоне более высоких значений, чем у мальчиков: увеличение длительности внутрижелудочковой проводимости регистрировалось как 11-14 лет на 4,24 %, а в 15-17 лет длительность интервала QRS стабилизировалась, поэтому прирост показателя составил 0,41 %.

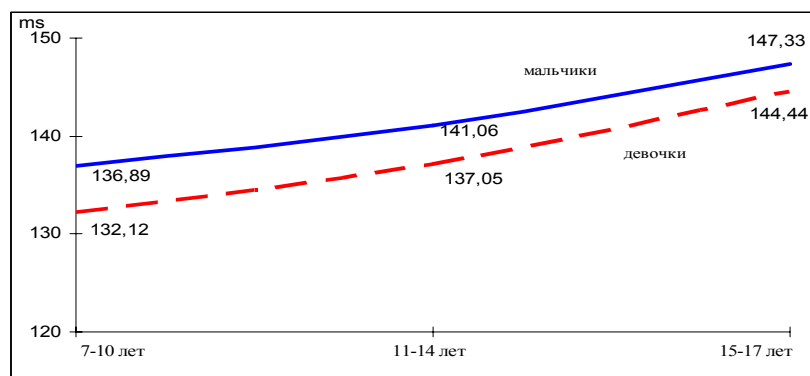


Рис. 61. Изменение атриовентрикулярной проводимости во II стандартном отведении, ms.

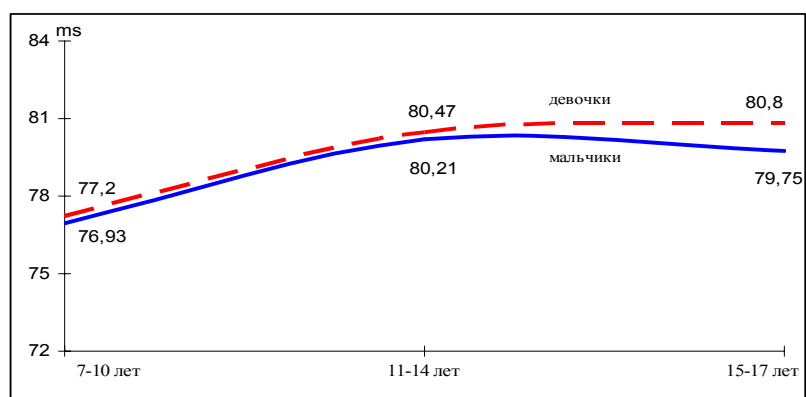


Рис. 62. Изменение внутрижелудочковой проводимости во II стандартном отведении, ms.

Продолжительность электрической систолы (интервал Q-T) увеличивалась от 7-10 к 15-17 годам от 0,34 с до 0,37 с. Достоверно высокий прирост значения наблюдался у 11-14-летних школьников: у мальчиков ханты – на 8,67 % ($p < 0,001$), у девочек – на 6,56 % ($p < 0,001$). В 15-17 лет в группе мальчиков пока-

затель снижался на 0,88 %, в то время как в группе девочек возрастал на 0,77 %. Достоверные различия при сравнении показателя в зависимости от пола были выявлены в 11-14 лет: у мальчиков длительность интервала Q-T больше, чем у девочек ($p < 0,05$).

Значение скорректированного интервала Q-T (Q-Tc) достоверно увеличивалась к 11-14 годам на 8,03 % ($p < 0,001$) у мальчиков *ханты* и на 7,58 % ($p < 0,05$) у девочек. В 15-17 лет данный параметр у мальчиков возрастал еще на 0,43 %, а у девочек – на 2,59 %. При сравнении длительности Q-Tc между половыми группами выявлены более низкие значения у мальчиков в возрасте 15-17 лет ($p < 0,05$).

Таким образом, у мальчиков и девочек *ханты*, в период с 7 до 17 лет наблюдалось неравномерное изменение электрической активности миокарда. У девочек можно говорить о достаточно высокой возбудимости миокарда предсердий на всех этапах онтогенеза. Длительность же атриовентрикулярной проводимости особенно активно уменьшалась к 15-17 годам в обеих половых группах, но у девочек скорость проведения возбуждения по AV узлу была несколько медленнее.

Системный анализ антропометрических показателей коренного и некоренного детского населения ХМАО–Югры

При сравнении антропометрических показателей в группах коренного и некоренного детского населения ХМАО–Югры с позиций системного анализа использовалось 10 диагностических признаков: X_1 – индекс Кетле (IK, ed); X_2 – площадь поверхности тела (S , m^2); X_3 – индекс Ропера (IR, ed); X_4 – индекс Пинье (IP, ed); X_5 – индекс Стенин (IS, ed); X_6 – длина тела (Rost, sm); X_7 – масса тела (Ves, kg); X_8 – окружность грудной клетки на вдохе (Vdoch, sm); X_9 – окружность грудной клетки на выдохе (Vudoch, sm); X_{10} – окружность грудной клетки в покое (Pocoі, sm). Размерность фазового пространства была равна числу диагностических признаков, являющихся координатами вектора состояния организма человека ($m=10$).

В результате использования зарегистрированной компью-

терной программы «Идентификации параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве» были определены все интервалы изменения Δx_i по 10 координатам, показатели асимметрии r (Asy-try) по каждой координате и по всем в общем, а также рассчитан общий объем параллелепипеда (General V value), ограничивающего *аттрактор* ВСОЧ по каждой группе сравнения (табл. 119, 120).

При сравнении параметров *аттракторов* состояния БДС (координаты ВСОЧ – антропометрические показатели), идентифицированных для девочек обеих популяций в изучаемых возрастных группах установлено, что наибольшие различия имели школьницы 15-17 лет. Так, общий объем параллелепипеда, ограничивающего *аттрактор* ВСО девочек, уроженок Среднего Приобья V на 2 порядка превышает таковой у девочек ханты (рис. 63).

Одновременно более чем в 3 раза общий показатель асимметрии (rX) для девочек, уроженок Среднего Приобья превышает таковой показатель для девочек *ханты* (33,75 и 11,01, соответственно), что является реальной количественной мерой, оценивающей различия в показателях ВСОЧ для этих двух сравниваемых групп.

Для школьниц младшего и среднего школьного возраста установлена та же закономерность: у девочек, уроженок Среднего Приобья в группе 11-14 лет $V=1,04e+012$, а у девочек *ханты* $V=1,84e+011$; в группе 7-10 лет – $V=6,89e+011$ и $V=1,97e+011$, соответственно. Однако показатели асимметрии были выше в группе девочек ханты. Так в 11-14 лет у девочек, уроженок Среднего Приобья $rX=7,77$, а у девочек *ханты* $-rX=24,26$. В 7-10 лет – $rX=73,00$ и $rX=86,65$, соответственно.

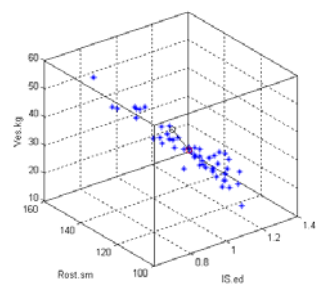
Таким образом, установлено, что параметры *аттракторов* ВСОЧ для сравниваемых групп отличаются как по объемам, так и по координатам их центров (стохастического и геометрического).

Именно интегративные (обобщенные) показатели могут быть более информативны, чем отдельные диагностические признаки x_i , используемые при традиционных подходах в медико-биологических исследованиях.

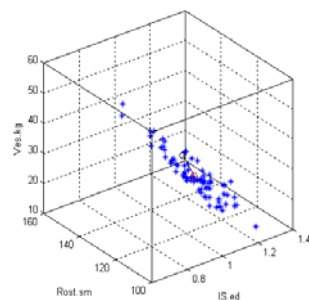
**Параметры аттракторов ВСО девочек 7-17 лет ХМАО – Югры
(m=10) (координаты вектора - антропометрические показатели)**

Уроженки Среднего Приобья	Ханты
7-10 лет	
IntervalX1= 261,02 AsymmetryX1=0,27	IntervalX1= 288,99 AsymmetryX1=0,30
IntervalX2= 0,82 AsymmetryX2= 0,13	IntervalX2= 0,77 AsymmetryX2= 0,12
IntervalX3= 1,16 AsymmetryX3= 0,24	IntervalX3= 1,61 AsymmetryX3= 0,32
IntervalX4= 59,00 AsymmetryX4= 0,24	IntervalX4= 40,50 AsymmetryX4= 0,22
IntervalX5= 0,63 AsymmetryX5= 0,16	IntervalX5= 0,54 AsymmetryX5= 0,17
IntervalX6= 48,00 AsymmetryX6= 0,01	IntervalX6= 41,00 AsymmetryX6= 0,06
IntervalX7= 42,00 AsymmetryX7= 0,23	IntervalX7= 41,00 AsymmetryX7= 0,23
IntervalX8= 33,00 AsymmetryX8= 0,22	IntervalX8= 26,00 AsymmetryX8= 0,10
IntervalX9= 33,00 AsymmetryX9= 0,25	IntervalX9= 24,00 AsymmetryX9= 0,09
IntervalX10=34,00 AsymmetryX10=0,23	IntervalX10=24,00 AsymmetryX10=0,10
General asymmetry value rX = 73,00	General asymmetry value rX = 86,65
General V value : 6,89e+011	General V value : 1,97e+011
11-14 лет	
IntervalX1= 262,84 AsymmetryX1= 0,02	IntervalX1= 211,24 AsymmetryX1= 0,11
IntervalX2= 0,95 AsymmetryX2= 0,05	IntervalX2= 0,74 AsymmetryX2= 0,08
IntervalX3= 1,07 AsymmetryX3= 0,16	IntervalX3= 0,71 AsymmetryX3= 0,04
IntervalX4= 60,30 AsymmetryX4= 0,04	IntervalX4= 55,00 AsymmetryX4= 0,08
IntervalX5= 0,50 AsymmetryX5= 0,06	IntervalX5= 0,46 AsymmetryX5= 0,007
IntervalX6= 56,50 AsymmetryX6= 0,07	IntervalX6= 39,00 AsymmetryX6= 0,01
IntervalX7= 51,00 AsymmetryX7= 0,02	IntervalX7= 39,10 AsymmetryX7= 0,13
IntervalX8= 35,50 AsymmetryX8= 0,03	IntervalX8= 35,00 AsymmetryX8= 0,10
IntervalX9= 36,00 AsymmetryX9= 0,02	IntervalX9= 35,00 AsymmetryX9= 0,11
IntervalX10=35,00AsymmetryX10=0,007	IntervalX10=35,00 AsymmetryX10=0,10
General asymmetry value rX = 7,77	General asymmetry value rX = 24,26
General V value : 1,04e+012	General V value : 1,84e+011
15-17 лет	
IntervalX1= 274,85 AsymmetryX1= 0,11	IntervalX1= 161,15 AsymmetryX1= 0,07
IntervalX2= 0,55 AsymmetryX2= 0,09	IntervalX2= 0,56 AsymmetryX2= 0,07
IntervalX3= 1,16 AsymmetryX3= 0,11	IntervalX3= 0,69 AsymmetryX3= 0,15
IntervalX4= 80,20 AsymmetryX4= 0,10	IntervalX4= 37,40 AsymmetryX4= 0,02
IntervalX5= 0,46 AsymmetryX5= 0,02	IntervalX5= 0,28 AsymmetryX5= 0,09
IntervalX6= 28,00 AsymmetryX6= 0,03	IntervalX6= 24,00 AsymmetryX6= 0,08
IntervalX7= 42,50 AsymmetryX7= 0,12	IntervalX7= 31,00 AsymmetryX7= 0,04
IntervalX8= 32,00 AsymmetryX8= 0,10	IntervalX8= 22,00 AsymmetryX8= 0,01
IntervalX9= 33,00 AsymmetryX9= 0,14	IntervalX9= 18,00 AsymmetryX9= 0,03
IntervalX10=32,00 AsymmetryX10=0,13	IntervalX10=20,00 AsymmetryX10=0,03
General asymmetry value rX = 33,75	General asymmetry value rX = 11,01
General V value : 2,60e+011	General V value : 3,84e+009

7-10 лет

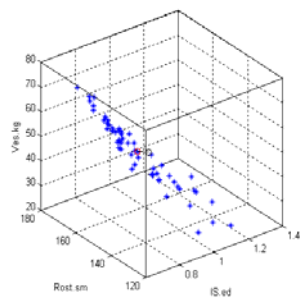


а

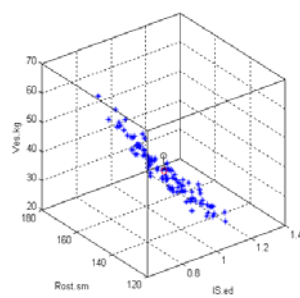


б

11-14 лет

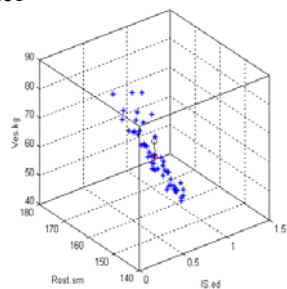


а

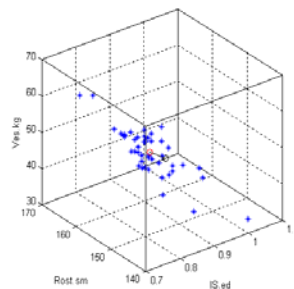


б

15-17 лет



а



б

Рис. 63. ВСО девочек 7-17 лет ХМАО – Югры в трехмерном фазовом подпространстве (координаты вектора - индекс Стени (IS), длина (Rost) и масса (Ves)): а – уроженки Среднего Приобья; б – ханты.

Поскольку размерность фазового пространства в обоих случаях одинакова ($m=10$) и довольно велика, в рамках системного анализа и синтеза производили идентификацию *параметров порядка* или наиболее важных диагностических признаков, по которым различались сравниваемые группы. При этом подпространство признаков, являющихся ПП, имело меньшую размерность ($k < m$).

Для идентификации ПП рассчитывали относительные объемы многомерного параллелепипеда, ограничивающего *аттрактор* состояния БДС при последовательном исключении одного из признаков. При этом наиболее значимыми (ПП) являются признаки, дающие наименьшее изменение относительного объема *аттракторов* при их исключении. В табл. 120 представлены результаты ранжирования идентификации ПП антропометрических показателей в сравниваемых группах.

При сравнении параметров *аттракторов* состояния БДС (координаты ВСОЧ – антропометрические показатели), идентифицированных для обеих популяционных групп мальчиков, установлено, что наибольшие различия имели школьники 11-14 лет. Так, общий объем параллелепипеда, ограничивающего *аттрактор* ВСО мальчиков, уроженцев Среднего Приобья $V=2,22e+012$, что на 2 порядка превышало таковой для мальчиков *ханты* ($1,18e+010$). Показатель асимметрии в группе мальчиков, уроженцев Среднего Приобья в 4 раза превышал таковой для группы *ханты* ($rX=59,57$ и $rX=15,05$, соответственно) (табл. 121).

Для школьников младшего школьного возраста установлено, что объем многомерного параллелепипеда, ограничивающего *аттрактор* движения ВСОЧ по антропометрическим параметрам также больше в группе уроженцев ($1,66e+011$ и $1,11e+010$, соответственно). Показатель асимметрии почти в 2 раза больше в группе уроженцев: $rX = 54,37$ и $rX = 30,27$, соответственно.

Наиболее значимым антропометрическим показателем в популяционных группах девочек и мальчиков оказался *индекс Кетле* (рис. 64; 66).

**Относительный объем аттракторов ВСОЧ и расстояние
между геометрическими центрами девочек 7-17 лет ХМАО - Югры
(координаты вектора - антропометрические показатели)**

Vx	Vy	dif	R, %	Z
7-10 лет				
Vx0 = 6,89E11	Vy0 = 1,97E11	4,91E11	71,37	Z0 = 11,37
Vx1 = 2,64E9	Vy1 = 6,82 E8	1,96E9	74,14	Z1 = 8,23
Vx2 = 8,40E11	Vy2 = 2,56E11	5,84E11	69,51	Z2 = 11,37
Vx3 = 5,94E11	Vy3 = 1,23E11	4,71E11	79,37	Z3 = 11,37
Vx4 = 1,17E10	Vy4 = 4,87E9	6,81E9	58,29	Z4 = 10,77
Vx5 = 1,09E12	Vy5 = 3,65E11	7,28E11	66,59	Z5 = 11,37
Vx6 = 1,44E10	Vy6 = 4,81E9	9,54E9	66,48	Z6 = 9,25
Vx7 = 1,64E10	Vy7 = 4,81E9	1,16E10	70,67	Z7 = 11,09
Vx8 = 2,09E10	Vy8 = 7,59E9	1,33E10	63,66	Z8 = 11,20
Vx9 = 2,09E10	Vy9 = 8,22E9	1,27E10	60,63	Z9 = 11,36
Vx10=2,03E10	Vy10= 8,22E9	1,20E10	59,44	Z10 = 11,37
11-14 лет				
Vx0 = 1,04E12	Vy0 = 1,84E11	8,55E11	82,32	Z0 = 41,91
Vx1 = 3,95E9	Vy1 = 8,69 E8	3,08E9	78,00	Z1 = 15,01
Vx2 = 1,09E12	Vy2 = 2,48E11	8,45E11	77,30	Z2 = 41,91
Vx3 = 9,70E11	Vy3 = 2,59E11	7,12E11	73,35	Z3 = 41,91
Vx4 = 1,72E10	Vy4 = 3,34E9	1,39E10	80,61	Z4 = 41,80
Vx5 = 2,08E12	Vy5 = 3,99E11	1,68E12	80,78	Z5 = 41,91
Vx6 = 1,84E10	Vy6 = 4,71E9	1,37E10	74,38	Z6 = 40,85
Vx7 = 2,04E10	Vy7 = 4,70E9	1,57E10	76,94	Z7 = 40,99
Vx8 = 2,92E10	Vy8 = 5,25E9	2,40E10	82,07	Z8 = 41,59
Vx9 = 2,88E10	Vy9 = 5,25E9	2,36E10	81,81	Z9 = 41,74
Vx10 =2,97E10	Vy10 = 5,25E9	2,44E10	82,32	Z10 = 41,78
15-17 лет				
Vx0 = 2,60E11	Vy0 = 3,84E9	2,56E11	98,52	Z0 = 37,25
Vx1 = 9,46 E8	Vy1 = 2,38 E8	9,22E8	97,48	Z1 = 12,55
Vx2 = 4,73E11	Vy2 = 6,86E9	4,66E11	98,55	Z2 = 37,25
Vx3 = 2,24E11	Vy3 = 5,57E9	2,19E11	97,52	Z3 = 37,25
Vx4 = 3,24E9	Vy4 = 1,03E8	3,14E9	96,83	Z4 = 37,18
Vx5 = 5,66E11	Vy5 = 1,37E10	5,52E11	97,57	Z5 = 37,25
Vx6 = 9,29E9	Vy6 = 1,60 E8	9,13E9	98,28	Z6 = 36,33
Vx7 = 6,12E9	Vy7 = 1,24E8	6,00E9	97,98	Z7 = 36,00
Vx8 = 8,13E9	Vy8 = 1,74E8	7,95E9	97,85	Z8 = 37,16
Vx9 = 7,88E9	Vy9 = 2,13 E8	7,67E9	97,29	Z9 = 37,18
Vx10 = 8,13E9	Vy10 = 1,92E8	7,94E9	97,64	Z10 = 37,19

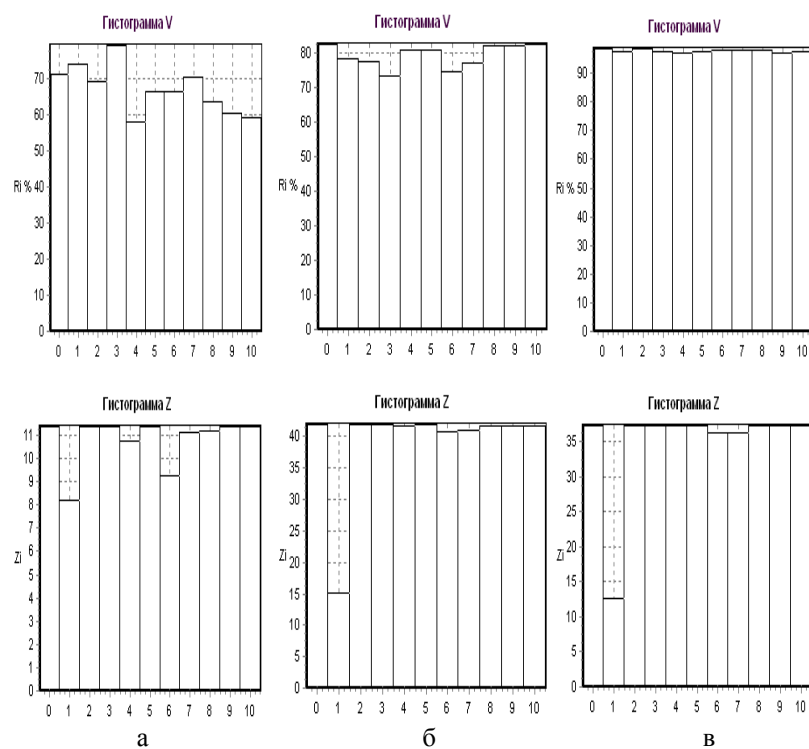
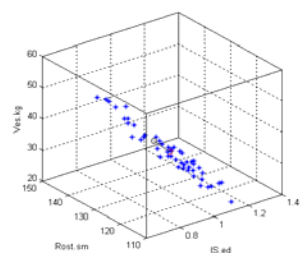


Рис. 64. Графическое представление относительных объемов аттракторов и расстояний между центрами при последовательном исключении антропометрических координат ВСОЧ девочек 7-17 лет ХМАО – Югры (а - 7-10 лет; б – 11-14 лет; в – 15-17 лет).

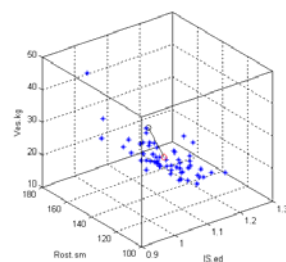
Параметры аттракторов ВСО мальчиков 7-17 лет ХМАО - Югры
(координаты вектора – антропометрические показатели)

Уроженцы Среднего Приобья	Ханты
7-10 лет	
IntervalX1=211,26 AsymmetryX1=0,24 IntervalX2= 0,60 AsymmetryX2= 0,09 IntervalX3= 1,02 AsymmetryX3= 0,26 IntervalX4= 56,10 AsymmetryX4= 0,28 IntervalX5= 0,52 AsymmetryX5= 0,19 IntervalX6= 32,00 AsymmetryX6= 0,02 IntervalX7= 32,20 AsymmetryX7= 0,18 IntervalX8= 34,00 AsymmetryX8= 0,21 IntervalX9= 35,00 AsymmetryX9= 0,25 IntervalX10=36,00 AsymmetryX10=0,23	IntervalX1=125,10 AsymmetryX1= 0,14 IntervalX2= 0,69 AsymmetryX2= 0,24 IntervalX3= 0,56 AsymmetryX3= 0,09 IntervalX4= 24,00 AsymmetryX4= 0,05 IntervalX5= 0,30 AsymmetryX5= 0,006 IntervalX6= 51,00 AsymmetryX6= 0,23 IntervalX7= 28,00 AsymmetryX7= 0,24 IntervalX8= 61,00 AsymmetryX8= 0,33 IntervalX9= 21,00 AsymmetryX9= 0,08 IntervalX10=22,00 AsymmetryX10=0,10
General asymmetry value rX = 54,37 General V value : 1,66e+011	General asymmetry value rX = 30,27 General V value : 1,40e+010
11-14 лет	
IntervalX1= 300,06 AsymmetryX1= 0,19 IntervalX2= 1,03 AsymmetryX2= 0,08 IntervalX3= 1,25 AsymmetryX3= 0,29 IntervalX4= 72,70 AsymmetryX4= 0,25 IntervalX5= 0,48 AsymmetryX5= 0,11 IntervalX6= 50,00 AsymmetryX6= 0,07 IntervalX7= 58,60 AsymmetryX7= 0,16 IntervalX8= 37,00 AsymmetryX8= 0,07 IntervalX9= 40,00 AsymmetryX9= 0,10 IntervalX10= 38,00 AsymmetryX10= 0,11	IntervalX1= 140,01 AsymmetryX1= 0,10 IntervalX2= 0,63 AsymmetryX2= 0,06 IntervalX3= 0,68 AsymmetryX3= 0,08 IntervalX4= 37,00 AsymmetryX4= 0,06 IntervalX5= 0,34 AsymmetryX5= 0,04 IntervalX6= 47,00 AsymmetryX6= 0,06 IntervalX7= 29,80 AsymmetryX7= 0,10 IntervalX8= 22,00 AsymmetryX8= 0,05 IntervalX9= 22,00 AsymmetryX9= 0,08 IntervalX10=23,00 AsymmetryX10=0,0002
General asymmetry value rX = 59,57 General V value : 2,22e+012	General asymmetry value rX = 15,05 General V value : 1,18e+010
15-17 лет	
IntervalX1= 320,38 AsymmetryX1= 0,17 IntervalX2= 0,86 AsymmetryX2= 0,05 IntervalX3= 1,01 AsymmetryX3= 0,18 IntervalX4= 81,90 AsymmetryX4= 0,20 IntervalX5= 0,44 AsymmetryX5= 0,08 IntervalX6= 34,00 AsymmetryX6= 0,03 IntervalX7= 60,00 AsymmetryX7= 0,13 IntervalX8= 36,50 AsymmetryX8= 0,08 IntervalX9= 33,50 AsymmetryX9= 0,12 IntervalX10= 33,50 AsymmetryX10= 0,10	IntervalX1= 162,73 AsymmetryX1= 0,10 IntervalX2= 0,63 AsymmetryX2= 0,01 IntervalX3= 0,64 AsymmetryX3= 0,13 IntervalX4= 37,00 AsymmetryX4= 0,10 IntervalX5= 0,28 AsymmetryX5= 0,03 IntervalX6= 39,00 AsymmetryX6= 0,07 IntervalX7= 34,40 AsymmetryX7= 0,06 IntervalX8= 24,00 AsymmetryX8= 0,10 IntervalX9= 22,00 AsymmetryX9= 0,02 IntervalX10= 23,00 AsymmetryX10= 0,06
General asymmetry value rX = 57,48 General V value : 8,38e+011	General asymmetry value rX = 17,21 General V value : 1,11e+010

7-10 лет

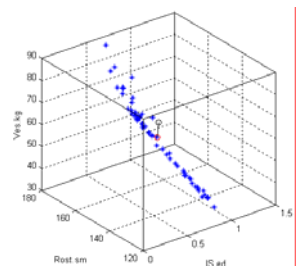


а

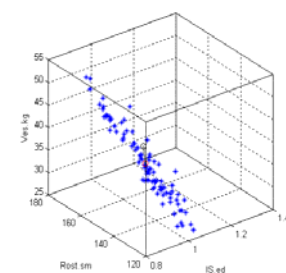


б

11-14 лет

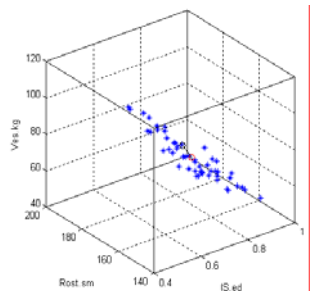


а

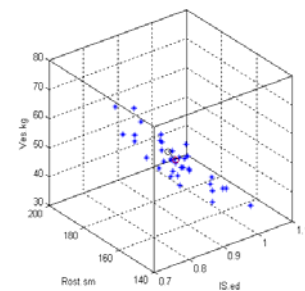


б

15-17 лет



а



б

Рис. 65. ВСО мальчиков 7-17 лет ХМАО-Югры в трехмерном фазовом подпространстве (координаты вектора – индекс Стении (IS), длина (Rost) и масса (Ves)):

а – уроженцы Среднего Приобья; б – ханты.

В 15-17 лет объем многомерного параллелепипеда составил $8,38e+011$ в группе уроженцев Среднего Приобья, что на порядок превышало объем многомерного параллелепипеда в группе ханты ($1,11e+010$). Показатель асимметрии в группе уроженцев более чем в 3 раза больше, чем у мальчиков ханты ($rX=57,48$ и $rX=17,21$, соответственно).

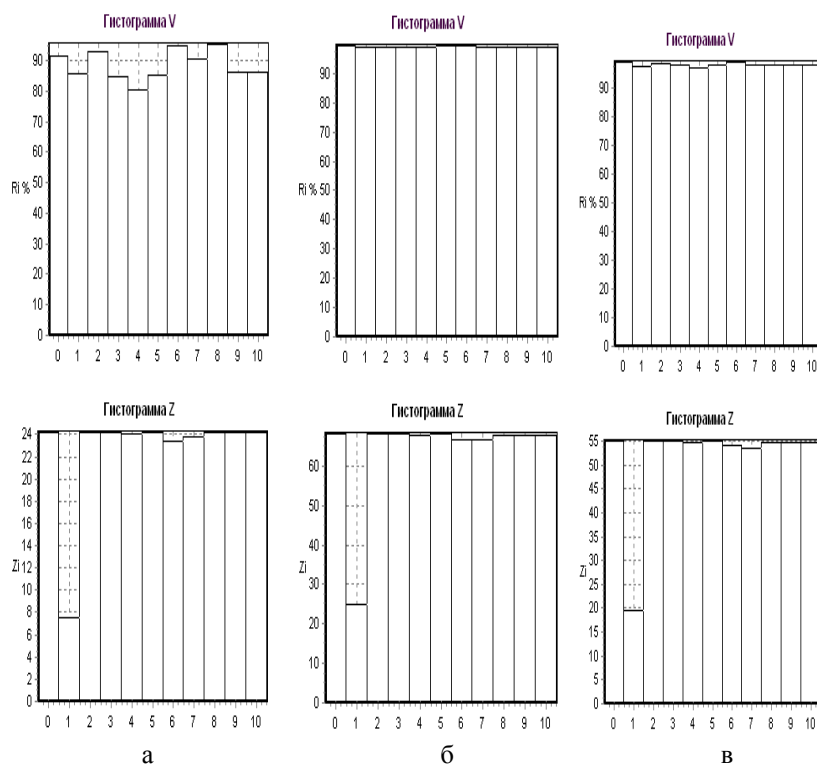


Рис. 66. Графическое представление относительных объемов аттракторов и расстояний между центрами при последовательном исключении антропометрических координат ВСО мальчиков 7-17 лет ХМАО – Югры (а - 7-10 лет; б – 11-14 лет; в – 15-17 лет).

**Относительный объем аттракторов ВСО мальчиков 7-17 лет
ХМАО - Югры и расстояние между геометрическими центрами
(координаты вектора – антропометрические показатели)**

Vx	Vy	dif	R, %	Z
7-10 лет				
Vx0 = 1,66E11	Vy0 = 1,40E10	1,52E11	91,59	Z0 = 24,19
Vx1 = 7,88E8	Vy1 = 1,12E8	6,76 E8	85,79	Z1 = 7,54
Vx2 = 2,77E11	Vy2 = 2,03E10	2,57E11	92,68	Z2 = 24,19
Vx3 = 1,63E11	Vy3 = 2,50E10	1,38E11	84,68	Z3 = 24,19
Vx4 = 2,97E9	Vy4 = 5,83E8	2,38E9	80,34	Z4 = 24,11
Vx5 = 3,20E11	Vy5 = 4,67E10	2,73E11	85,42	Z5 = 24,19
Vx6 = 5,20E9	Vy6 = 2,74E8	4,93E9	94,72	Z6 = 23,45
Vx7 = 5,17E9	Vy7 = 5,00E8	4,67E9	90,33	Z7 = 23,81
Vx8 = 4,90E9	Vy8 = 2,29 E8	4,67E9	95,31	Z8 = 24,18
Vx9 = 4,76E9	Vy9 = 6,66E8	4,09E9	85,98	Z9 = 24,19
Vx10 = 4,62E9	Vy10 = 6,36E8	3,99E9	86,23	Z10 = 24,19
11-14 лет				
Vx0 = 2,22E12	Vy0 = 1,18E10	2,21E12	99,47	Z0 = 68,19
Vx1 = 7,40E9	Vy1 = 84,03 E7	7,32 E9	98,87	Z1 = 24,81
Vx2 = 2,16E12	Vy2 = 1,87E10	2,14 E12	99,13	Z2 = 68,19
Vx3 = 1,78E12	Vy3 = 1,73E10	1,76 E12	99,03	Z3 = 68,19
Vx4 = 3,06E10	Vy4 = 3,17E8	3,02E10	98,96	Z4 = 67,93
Vx5 = 4,63E12	Vy5 = 3,46E10	4,59E12	99,25	Z5 = 68,19
Vx6 = 4,44E10	Vy6 = 2,50E8	4,42E10	99,44	Z6 = 66,53
Vx7 = 3,79E10	Vy7 = 3,94E8	3,75E10	98,96	Z7 = 66,67
Vx8 = 6,00E10	Vy8 = 5,34E8	5,95E10	99,11	Z8 = 67,71
Vx9 = 5,55E10	Vy9 = 5,34E8	5,50E10	99,04	Z9 = 67,86
Vx10 = 5,85E10	Vy10 = 5,11E8	5,79E10	99,13	Z10 = 67,88
15-17 лет				
Vx0 = 8,38E11	Vy0 = 1,11E10	8,27 E11	98,68	Z0 = 55,00
Vx1 = 2,62E9	Vy1 = 6,8 E7	2,55 E9	97,40	Z1 = 19,53
Vx2 = 9,74E11	Vy2 = 1,76E10	9,57E11	98,20	Z2 = 55,00
Vx3 = 8,30E11	Vy3 = 1,73E10	8,12E11	97,91	Z3 = 55,00
Vx4 = 1,02E10	Vy4 = 2,99E8	9,93E9	97,07	Z4 = 54,57
Vx5 = 1,90E12	Vy5 = 3,96E10	1,86E12	97,92	Z5 = 55,00
Vx6 = 2,46E10	Vy6 = 2,83E8	2,44E10	98,85	Z6 = 54,05
Vx7 = 1,40E10	Vy7 = 3,21E8	1,36E10	97,69	Z7 = 53,63
Vx8 = 2,30E10	Vy8 = 4,61E8	2,25 E10	97,99	Z8 = 54,72
Vx9 = 2,50E10	Vy9 = 5,03E8	2,45E10	97,99	Z9 = 54,79
Vx10 = 2,50E10	Vy10 = 4,81E8	2,45E10	98,08	Z10 = 54,77

Таким образом, изучение тотальных размеров тела школьников ханты и уроженцев Среднего Приобья показало разнонаправленный характер развития конституциональных типов в рассматриваемые периоды онтогенеза у аборигенного и прошлого населения Югры. Можно предполагать, что более низкие показатели асимметрии, объема по весоростовым признакам и интегральным параметрам у современного подрастающего поколения *ханты* указывают на процесс грацилизации уже в младшем школьном возрасте, а у школьников, уроженцев Среднего Приобья – на отдельные проявления акцелерации (у мальчиков в 11-14 лет, а у девочек в 15-17 лет). Выявленные особенности объясняются внутригрупповой изменчивостью, то есть изменением соотношения основных компонентов тела у представителей всех типов конституции, на что в своих исследованиях указывает Ю.А. Ямпольская (2007).

Частота сердечных сокращений у девочек ханты 7-10 лет достоверно превышала таковую у девочек, уроженок Среднего Приобья ($p < 0,001$) и свидетельствовала о легкой тахикардии, на этот факт указывает в своих исследованиях и А.Г. Соколов (2002). В этнических группах мальчиков обсуждаемый параметр находился в пределах возрастных норм (Осколкова М.К. с соавт., 2001) и достоверных различий не имел.

В наших исследованиях анализ динамики показателей систолического артериального давления показал достоверное превышение $\bar{P}_S$ и $\bar{P}_D$ мальчиков *ханты* 7-10 лет ($p < 0,001$ и $p < 0,001$), но в 11-14 лет $\bar{P}_S$ увеличивалось у мальчиков другой этнической группы ($p < 0,05$). В изучаемых группах девочек прослеживалась аналогичная тенденция с преобладанием $\bar{P}_S$ ($p < 0,001$) и $\bar{P}_D$ ($p < 0,05$) у школьниц *ханты* в 7-10 лет и отставанием $\bar{P}_D$ ($p < 0,001$) в возрасте 15-17 лет (рис. 67).

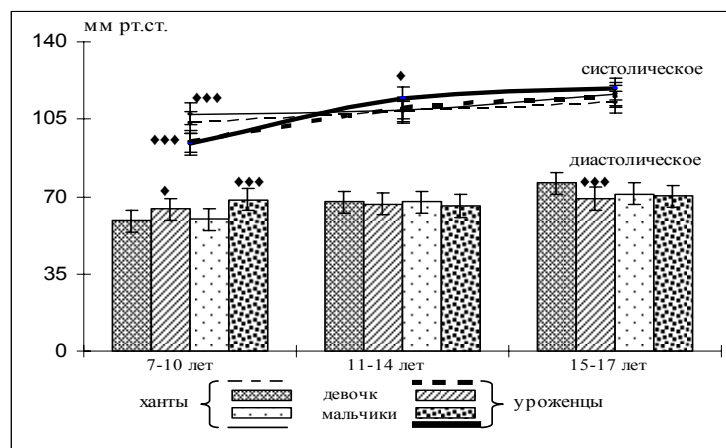


Рис. 67. Возрастные изменения показателей кровяного давления школьников Среднего Приобья, мм рт.ст.

В обеих половых группах школьников *ханты* 7-17 лет выявлено некоторое превышение $\bar{P}_A$ физиологических норм (Аринчин Н.И. и соавт., 1969): у мальчиков на 11-15 %; у девочек на 10-12 %. В группах уроженцев Среднего Приобья это превышение составило у мальчиков на 11-17 %, у девочек на 13-19 %. Достоверные межпопуляционные различия с преобладанием показателя выявлены в возрасте 7-10 лет у мальчиков и девочек *ханты* ($p < 0,001$ и $p < 0,01$, соответственно). Достоверно более низкие показатели зарегистрированы у 15-17-летних девочек, уроженок Среднего Приобья ($p < 0,01$).

Значения пульсового давления у девочек *ханты* достоверно выше в 15-17 лет ($p < 0,05$), чем у девочек уроженок Среднего Приобья того же возраста. Пульсовое давление у мальчиков в 7-10 лет выше в группе *ханты* ($p < 0,05$), а в 11-14 лет – у мальчиков, уроженцев Среднего Приобья ($p < 0,05$).

Показатели коэффициента выносливости выявили достоверные межпопуляционные различия лишь в группе 15-17-летних девочек, уроженок Среднего Приобья ($p < 0,05$). КЭК в изучаемых группах имел различные значения, он был достоверно выше в хан-

тыйской группе мальчиков и девочек 7-10 лет ($p<0,01$ и $p<0,001$, соответственно) и ниже у мальчиков 11-14 лет ($p<0,01$), что может свидетельствовать о различных функциональных возможностях системы кровообращения у школьников в этих возрастах.

Следует отметить, что более низкие значения СО характерны для школьников *ханты* 7-10 и 11-14 лет обеих половых групп. В 15-17 лет СО достоверно превышал в группе девочек, уроженок Среднего Приобья ($p<0,001$). МОК так же с возрастом увеличивался у мальчиков и девочек *ханты* и к 15-17 годам достигал нормальных значений взрослого человека, что, вероятно, может быть связано с усилением симпатического тонуса (Вейн А.М., 1998). Нами отмечены более высокие показатели МОК в возрастных группах мальчиков, уроженцев Среднего Приобья, а в 11-14 лет это превышение носило достоверный характер ($p<0,05$). В группах девочек МОК преобладал у школьниц *ханты* и достоверно отличался в 15-17 лет ($p<0,05$).

Общее и удельное периферическое сопротивление несколько отличалось в половых группах обследованных школьников. Так в группах девочек более высокие показатели ОПСС и УПСС были зарегистрированы у школьниц *ханты* на всех изучаемых периодах онтогенеза (ОПСС у 7-10-летних – $p<0,05$; УПСС – $p<0,01$; $p<0,001$; $p<0,05$, соответственно возрастам), в то время как у мальчиков *ханты* эти же показатели были ниже своих сверстников, уроженцев Среднего Приобья 7-10 и 15-17 лет (ОПСС у 15-17-летних – $p<0,01$).

Обращает на себя внимание тот факт, что для всех возрастно-половых групп школьников *ханты* были характерны более высокие значения ИК. Так в возрастных группах школьниц ИК преобладал у 7-10-летних девочек *ханты* на 24,93 мл/кг мин ($p<0,01$); у 11-14-летних – на 22,03 мл/кг мин ($p<0,001$); у 15-17-летних – на 24,58 мл/кг мин ($p<0,001$). В возрастных группах мальчиков ИК преобладал у школьников *ханты* 7-10 лет – на 17,48 мл/кг мин; 11-14 лет – на 24,60 мл/кг мин ($p<0,001$); 15-17 лет – на 15,10 мл/кг мин ($p<0,01$).

В этнических группах СИ характеризовался достоверно более высокими значениями у девочек *ханты* (7-10 лет – $p<0,01$; 11-14 лет – $p<0,01$; 15-17 лет – $p<0,001$) и мальчиков *ханты* (11-

14 лет – $p < 0,01$; 15-17 лет – $p < 0,05$).

Нами отмечен тот факт, что в группах школьников Югры на всех этапах онтогенеза явно доминировал ГрТК, однако в межэтническом сравнении картина явно отличалась (рис. 68, 69). Если у школьниц *ханты* 7-10 лет данный тип кровообращения встречался в 90 % случаев, то с началом периода полового созревания этот процент резко снизился и составил 75 % в 11-14 лет, оставаясь относительно стабильно высоким и в 15-17 лет (68 %). У мальчиков *ханты* резкое снижение общего числа детей с ГрТК наблюдалось только к 15-17 годам (75 % в 7-10 лет, 71 % в 11-14 лет и 51 % в 15-17 лет). В группах уроженцев Среднего Приобья нами отмечена общая тенденция для обеих половых групп. Лиц с ГрТК в возрасте 7-10 лет значительно меньше (73 % у девочек и 61 % у мальчиков) и с возрастом этот процент плавно снижался: 51 % в 11-14 лет и 35 % в 15-17 лет – у девочек, 49 % и 35 % соответственно – у мальчиков. В обеих популяционных группах с возрастом увеличивалось число детей с более благоприятным ЭТК, а количество школьников, имеющих *гипокинетический тип кровообращения*, оставалось относительно стабильным в обеих изучаемых популяциях и не выходило за рамки 11 % в группе *ханты* и 20 % у уроженцев Среднего Приобья.

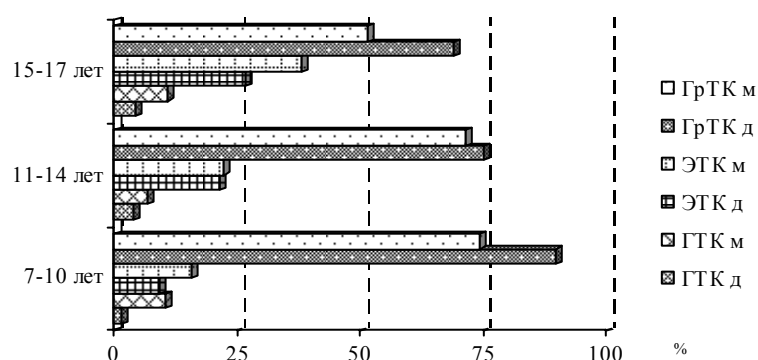


Рис. 68. Удельный вес типов кровообращения у мальчиков и девочек *ханты* в различные возрастные периоды, %.

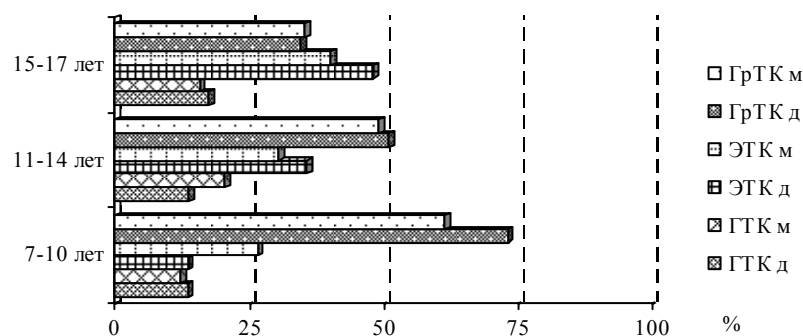


Рис. 69. Удельный вес типов кровообращения у мальчиков и девочек, уроженцев Среднего Приобья в различные возрастные периоды, %.

Анализ данных центральной и периферической гемодинамики с позиций системного анализа проводился с использованием 17 диагностических признаков: X_1 – ВИК(VIK); X_2 – $\bar{P}_p$ (PD); X_3 – $\bar{P}_A$ (Adsr); X_4 – KB(KV); X_5 – КЭК(KE); X_6 – ДП(DP); X_7 – ИФИ(AP); X_8 – СО(SO); X_9 – МОК(МОК); X_{10} – УИ(UI), X_{11} – СИ(SI), X_{12} – ИКр(Ikr), X_{13} – ОПСС(OPSS), X_{14} – УПСС(UPSS), X_{15} – ЧСС(HR), X_{16} – $\bar{P}_s$ (SAD), X_{10} – $\bar{P}_D$ (DAD). Размерность фазового пространства была равна числу диагностических признаков, являющихся координатами ВСОЧ ($m=17$) (табл. 123).

В младшей возрастной группе школьников больший объем аттрактора и показатель асимметрии имели уроженки Среднего Приобья: General V value: 4,76e+033, General asymmetry value $rX=1924$ против General V value: 4,28e+032; General asymmetry value $rX=1159,59$ – в группе девочек ханты (рис. 71; табл. 124).

Параметры аттракторов ВСО девочек 7-17 лет ХМАО - Югры
(координаты вектора – параметры гемодинамики)

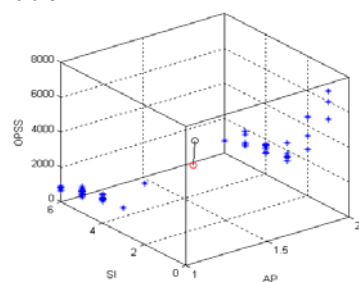
Уроженки Среднего Приобья	Ханты
1	2
7-10 лет	
IntervalX1= 143,00 AsymmetryX1= 0,23 IntervalX2= 55,00 AsymmetryX2=0,006 IntervalX3= 65,00 AsymmetryX3= 0,01 IntervalX4= 9,00 AsymmetryX4= 0,32 IntervalX5=5282,00 AsymmetryX5= 0,07 IntervalX6= 73,00 AsymmetryX6= 0,08 IntervalX7= 1,00 AsymmetryX7= 0,06 IntervalX8= 59,00 AsymmetryX8= 0,11 IntervalX9=6450,00 AsymmetryX9= 0,05 IntervalX10= 66,00 AsymmetryX10=0,04 IntervalX11= 5,00 AsymmetryX11=0,10 IntervalX12=218,00 AsymmetryX12=0,01 IntervalX13=5980,00AsymmetryX13=0,31 IntervalX14= 64,00 AsymmetryX14=0,31 IntervalX15= 53,00 AsymmetryX15=0,08 IntervalX16= 68,00 AsymmetryX16=0,01 IntervalX17= 71,00 AsymmetryX17=0,05 General asymmetry value rX = 1924,82 General V value : 4,76e+033	IntervalX1= 102,00 AsymmetryX1= 0,23 IntervalX2= 49,00 AsymmetryX2= 0,05 IntervalX3= 45,00 AsymmetryX3= 0,06 IntervalX4= 6,00 AsymmetryX4= 0,25 IntervalX5=4047,00 AsymmetryX5=0,07 IntervalX6= 91,00 AsymmetryX6=0,005 IntervalX7= 2,00 AsymmetryX7= 0,03 IntervalX8= 42,00 AsymmetryX8= 0,03 IntervalX9=4642,00 AsymmetryX9=0,07 IntervalX10=61,00 AsymmetryX10=0,12 IntervalX11= 6,00 AsymmetryX11=0,04 IntervalX12=231,00 AsymmetryX12=0,06 IntervalX13=3798,00 AsymmetryX13=0,29 IntervalX14=44,00 AsymmetryX14=0,30 IntervalX15=64,00 AsymmetryX15=0,005 IntervalX16=52,00 AsymmetryX16=0,07 IntervalX17=47,00 AsymmetryX17=0,02 General asymmetry value rX = 1159,59 General V value : 4,28e+032
11-14 лет	
IntervalX1= 79,00 AsymmetryX1=0,07 IntervalX2= 55,00 AsymmetryX2=0,08 IntervalX3= 62,00 AsymmetryX3=0,12 IntervalX4= 5,00 AsymmetryX4=0,27 IntervalX5=5434,00 AsymmetryX5=0,15 IntervalX6= 134,00 AsymmetryX6=0,14 IntervalX7= 2,00 AsymmetryX7=0,00 IntervalX8= 41,00 AsymmetryX8=0,006 IntervalX9=4568,00 AsymmetryX9=0,09 IntervalX10=44,00 AsymmetryX10=0,12 IntervalX11= 4,00 AsymmetryX11=0,08 IntervalX12=174,00AsymmetryX12=0,18 IntervalX13=1732,00 AsymmetryX13=0,13 IntervalX14=11,00 AsymmetryX14=0,15 IntervalX15=69,00 AsymmetryX15=0,18 IntervalX16=78,00 AsymmetryX16=0,12 IntervalX17= 58,00 AsymmetryX17=0,06 General asymmetry value rX = 930,16 General V value : 6,69e+031	IntervalX1= 69,00 AsymmetryX1=0,06 IntervalX2= 47,00 AsymmetryX2= 0,02 IntervalX3= 45,00 AsymmetryX3= 0,06 IntervalX4= 4,00 AsymmetryX4= 0,19 IntervalX5=5634,00 AsymmetryX5= 0,09 IntervalX6= 105,00 AsymmetryX6= 0,08 IntervalX7= 2,00 AsymmetryX7= 0,02 IntervalX8= 41,00 AsymmetryX8=0,003 IntervalX9=5397,00 AsymmetryX9=0,14 IntervalX10=45,00 AsymmetryX10=0,07 IntervalX11= 5,00 AsymmetryX11=0,26 IntervalX12=220,00 AsymmetryX12=0,25 IntervalX13=1603,00AsymmetryX13=0,16 IntervalX14=14,00 AsymmetryX14=0,08 IntervalX15=81,00 AsymmetryX15=0,09 IntervalX16=63,00 AsymmetryX16=0,12 IntervalX17=39,00 AsymmetryX17=0,002 General asymmetry value rX = 962,10 General V value : 3,38e+031

1	2
15-17 лет	
IntervalX1= 63,00 AsymmetryX1= 0,06 IntervalX2= 49,000 AsymmetryX2= 0,09 IntervalX3= 31,00 AsymmetryX3= 0,04 IntervalX4= 5,00 AsymmetryX4= 0,25 IntervalX5=3504,00 AsymmetryX5=0,008 IntervalX6= 70,00 AsymmetryX6= 0,11 IntervalX7= 1,00 AsymmetryX7= 0,37 IntervalX8= 51,00 AsymmetryX8= 0,10 IntervalX9=3974,00 AsymmetryX9=0,02 IntervalX10= 36,00 AsymmetryX10=0,13 IntervalX11= 3,00 AsymmetryX11=0,04 IntervalX12=94,00 AsymmetryX12=0,04 IntervalX13=1521,00 AsymmetryX13=0,12 IntervalX14=10,00 AsymmetryX14=0,11 IntervalX15=52,00 AsymmetryX15=0,16 IntervalX16= 44,00 AsymmetryX16=0,02 IntervalX17= 42,00 AsymmetryX17=0,12 General asymmetry value rX = 195,01 General V value : 3,53e+029	IntervalX1= 81,00 AsymmetryX1= 0,03 IntervalX2= 44,00 AsymmetryX2= 0,01 IntervalX3= 38,00 AsymmetryX3= 0,06 IntervalX4= 3,00 AsymmetryX4= 0,17 IntervalX5=5062,00 AsymmetryX5=0,19 IntervalX6= 78,00 AsymmetryX6=0,06 IntervalX7= 2,00 AsymmetryX7=0,02 IntervalX8= 32,00 AsymmetryX8=0,01 IntervalX9=5954,00 AsymmetryX9=0,16 IntervalX10=33,00 AsymmetryX10=0,03 IntervalX11= 6,00 AsymmetryX11=0,17 IntervalX12=173,00 AsymmetryX12=0,16 IntervalX13=1230,00 AsymmetryX13=0,02 IntervalX14=9,00 AsymmetryX14=0,09 IntervalX15=65,00 AsymmetryX15=0,02 IntervalX16=49,00 AsymmetryX16=0,04 IntervalX17=33,00 AsymmetryX17=0,04 General asymmetry value rX = 1349,29 General V value : 2,44e+030

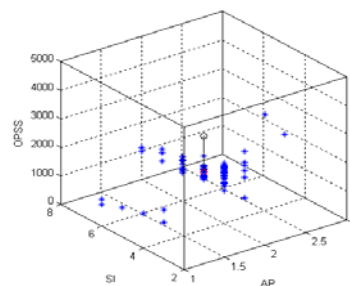
В группе девочек среднего школьного возраста различия были еще менее выражены: в группе уроженок Среднего Приобья объем многомерного параллелепипеда, ограничивающего *аттрактор* движения ВСОЧ General V value: 6,69e+031, в группе девочек *ханты* – General V value: 3,38e+031; показатель асимметрии у девочек уроженок Среднего Приобья $rX=930,16$, у девочек *ханты* $rX=962,10$.

В старшем школьном возрасте у уроженок Среднего Приобья объем параллелепипеда составлял General V value: 3,53e+029. В группе девочек *ханты* объем параллелепипеда на порядок больше (General V value: 2,44e+030). Наиболее выраженные различия по показателю асимметрии установлены в старшей группе школьниц: у девочек уроженок Среднего Приобья он составляет $rX = 195,01$, в то время как у девочек *ханты* он почти в семь раз больше $rX = 1349,29$.

7-10 лет

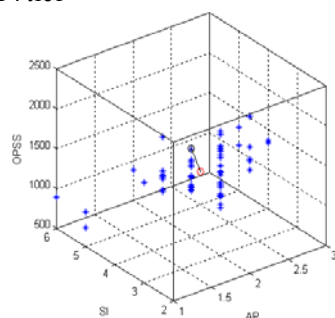


а

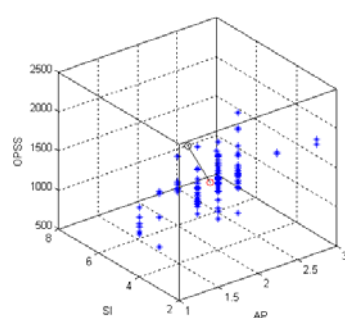


б

11-14 лет

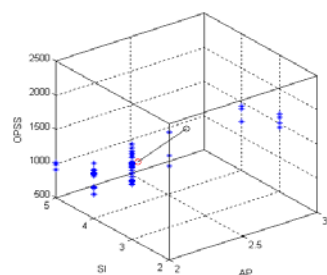


а

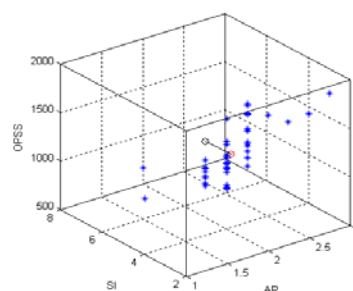


б

15-17 лет



а



б

Рис. 70. ВСО девочек 7-17 лет ХМАО – Югры в трехмерном фазовом подпространстве (координаты вектора –AP, SI, OPSS): а – уроженки Среднего Приобья, б – ханты.

Относительный объем аттракторов ВСО девочек 7-17 лет
ХМАО – Югры и расстояние между геометрическими центрами
(координаты вектора - гемодинамические показатели)

Vx	Vy	dif	R, %	Z
1	2	3	4	5
7-10 лет				
Vx0 = 4,76	Vy0 = 4,28E32	4,33E33	91,00	Z0 = 763,78
Vx1 = 3,33	Vy1 = 4,20E30	2,91E31	87,38	Z1 = 763,77
Vx2 = 8,65E31	Vy2 = 8,74E30	7,77E31	89,89	Z2 = 763,77
Vx3 = 7,32E31	Vy3 = 9,52E30	6,37E31	87,00	Z3 = 763,75
Vx4 = 5,29E32	Vy4 = 7,14E31	4,57E32	86,50	Z4 = 763,78
Vx5 = 9,01E29	Vy5 = 1,06E29	7,95E29	88,25	Z5 = 360,77
Vx6 = 6,52E31	Vy6 = 4,71E30	6,05E31	92,78	Z6 = 763,56
Vx7 = 4,76E33	Vy7 = 2,14E32	4,54E33	95,50	Z7 = 763,78
Vx8 = 8,07E31	Vy8 = 1,02E31	7,04E31	87,35	Z8 = 763,78
Vx9 = 7,37E29	Vy9 = 9,23E28	6,45E29	87,49	Z9 = 701,21
Vx10 = 7,21E3	Vy10 = 7,02E30	6,51E31	90,26	Z10 = 763,78
Vx11 = 9,51E32	Vy11 = 7,14E31	8,80E32	92,50	Z11 = 763,78
Vx12 = 2,18E31	Vy12 = 1,85E30	2,00E31	91,50	Z12 = 763,37
Vx13 = 7,95E29	Vy13 = 1,13E29	6,83E29	85,82	Z13 = 739,00
Vx14 = 7,43E31	Vy14 = 9,73E30	6,46E31	86,90	Z14 = 763,78
Vx15 = 8,97E31	Vy15 = 6,69E30	8,31E31	92,54	Z15 = 763,70
Vx16 = 7,00E31	Vy16 = 8,24E30	6,17E31	88,23	Z16 = 763,73
Vx17 = 6,70E31	Vy17 = 9,11E30	5,79E31	86,40	Z17 = 763,76
11-14 лет				
Vx0 = 6,69E31	Vy0 = 3,38E31	3,31E31	49,50	Z0 = 63,34
Vx1 = 8,47E29	Vy1 = 4,90E29	3,57E29	42,19	Z1 = 63,27
Vx2 = 1,22E30	Vy2 = 7,19E29	4,98E29	40,91	Z2 = 63,34
Vx3 = 1,08E30	Vy3 = 7,51E29	3,28E29	30,43	Z3 = 63,33
Vx4 = 1,34E31	Vy4 = 8,45E30	4,94E30	36,88	Z4 = 63,34
Vx5 = 1,23E28	Vy5 = 6,00E27	6,32E27	51,30	Z5 = 61,66
Vx6 = 4,99E29	Vy6 = 3,22E29	1,78E29	35,56	Z6 = 63,4
Vx7 = 3,35E31	Vy7 = 1,69E31	1,66E31	49,50	Z7 = 63,34
Vx8 = 1,63E30	Vy8 = 8,24E29	8,08E29	49,50	Z8 = 63,34
Vx9 = 1,47E28	Vy9 = 6,26E27	8,39E27	57,26	Z9 = 48,14
Vx10 = 1,52E30	Vy10 = 7,51E29	7,70E29	50,63	Z10 = 63,16
Vx11 = 1,67E31	Vy11 = 6,76E30	9,97E30	59,60	Z11 = 63,34
Vx12 = 3,85E29	Vy12 = 1,54E29	2,31E29	60,06	Z12 = 59,38
Vx13 = 3,86E28	Vy13 = 2,11E28	1,76E28	45,44	Z13 = 49,38
Vx14 = 6,08E30	Vy14 = 2,41E30	3,67E30	60,32	Z14 = 63,33
Vx15 = 9,70E29	Vy15 = 4,17E29	5,53E29	56,99	Z15 = 63,31
Vx16 = 8,58E29	Vy16 = 5,36E29	3,22E29	37,48	Z16 = 63,32
Vx17 = 1,15E30	Vy17 = 8,66E29	2,87E29	24,90	Z17 = 63,33

1	2	3	4	5
15-17 лет				
Vx0 = 2,44E30	Vy0 = 3,53E29	2,08E30	85,51	Z0 = 597,28
Vx1 = 3,01E28	Vy1 = 5,60E27	2,45E28	81,37	Z1 = 597,25
Vx2 = 5,54E28	Vy2 = 7,20E27	4,82E28	86,99	Z2 = 597,26
Vx3 = 6,41E28	Vy3 = 1,14E28	5,27E28	82,24	Z3 = 597,25
Vx4 = 8,12E29	Vy4 = 7,06E28	7,42E29	91,31	Z4 = 597,27
Vx5 = 4,81E26	Vy5 = 1,01E26	3,81E26	79,07	Z5 = 511,68
Vx6 = 3,121E28	Vy6 = 5,041E27	2,62E28	83,86	Z6 = 597,26
Vx7 = 1,22E30	Vy7 = 3,53E29	8,65E29	71,03	Z7 = 597,28
Vx8 = 7,61E28	Vy8 = 6,92E27	6,92E28	90,91	Z8 = 597,23
Vx9 = 4,09E26	Vy9 = 8,88E25	3,20E26	78,30	Z9 = 355,27
Vx10 = 7,38E28	Vy10 = 9,80E27	6,40E28	86,72	Z10 = 597,20
Vx11 = 4,06E29	Vy11 = 1,18E29	2,88E29	71,0	Z11 = 597,27
Vx12 = 1,41E28	Vy12 = 3,76E27	1,03E28	73,34	Z12 = 596,77
Vx13 = 1,98E27	Vy13 = 2,32E26	1,75E27	88,29	Z13 = 571,25
Vx14 = 2,71E29	Vy14 = 3,53E28	2,35E29	86,96	Z14 = 597,27
Vx15 = 3,75E28	Vy15 = 6,79E27	3,07E28	81,89	Z15 = 597,27
Vx16 = 4,97E28	Vy16 = 8,02E27	4,17E28	83,87	Z16 = 597,27
Vx17 = 7,38E28	Vy17 = 8,40E27	6,54E28	88,62	Z17 = 597,23

Сравнительный анализ гемодинамических параметров *аттракторов* состояния БДС, идентифицированных для популяционных групп мальчиков показал, что наибольшие различия имели школьники младшего и старшего школьного возраста.

Установлено, что в 7-10 лет у мальчиков, уроженцев Среднего Приобья параметры *аттракторов* имели меньшие численные значения по сравнению с мальчиками *ханты*: общий объем многомерного параллелепипеда в группе мальчиков уроженцев составил $1,73e+031$, а в группе мальчиков *ханты* – $1,15e+034$. Показатель асимметрии в группе *ханты* почти в четыре раза превышал аналогичный показатель в группе уроженцев Среднего Приобья ($rX=976,40$ и $rX=3643,40$, соответственно).

В 15-17 лет прослеживалась обратная тенденция, поэтому общий объем параллелепипеда, ограничивающего *аттрактор* ВСОЧ мальчиков, уроженцев Среднего Приобья, составил $3,69e+031$, что на три порядка превышало таковой для мальчиков *ханты* $2,03e+028$ (табл. 125).

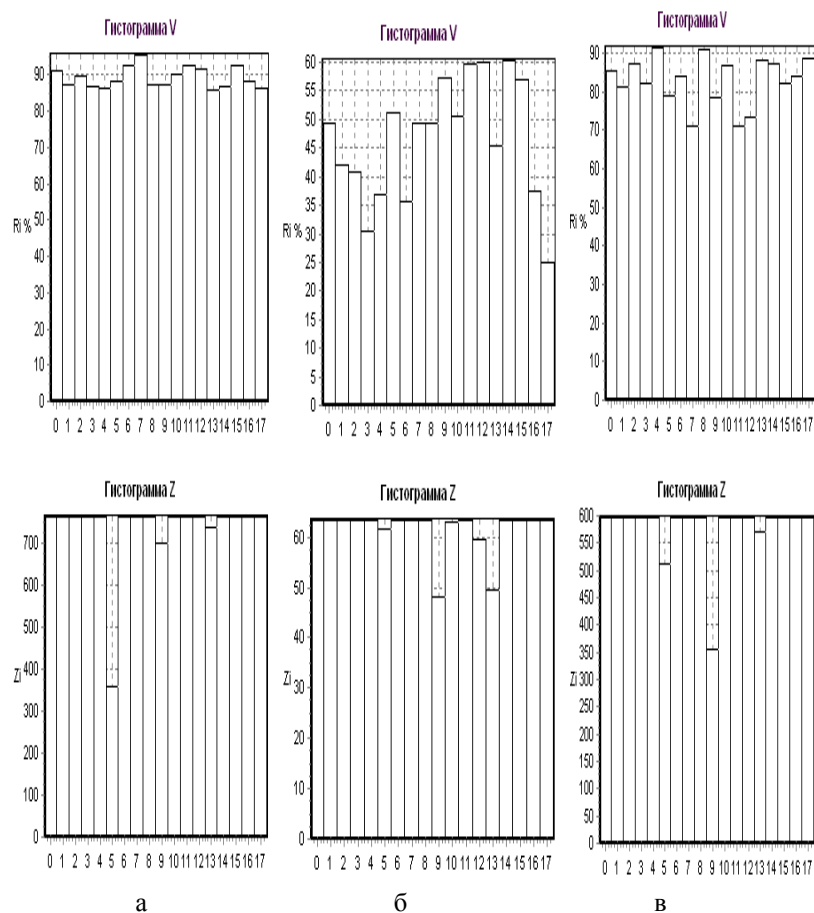


Рис. 71. Графическое представление относительных объемов аттракторов и расстояний между центрами при последовательном исключении гемодинамических координат ВСО девочек 7-17 лет ХМАО – Югры (а – 7-10 лет; б – 11-14 лет; в – 15-17 лет).

Параметры аттракторов ВСО мальчиков 7-17 лет ХМАО - Югры
(координаты векторы – параметры гемодинамики)

Уроженцы Среднего Приобья	Ханты
1	2
7-10 лет	
IntervalX1= 79,00 AsymmetryX1= 0,11 IntervalX2= 48,00 AsymmetryX2= 0,08 IntervalX3= 45,00 AsymmetryX3= 0,03 IntervalX4= 6,00 AsymmetryX4= 0,22 IntervalX5=3960,00 AsymmetryX5= 0,15 IntervalX6= 64,00 AsymmetryX6= 0,12 IntervalX7= 1,00 AsymmetryX7= 0,23 IntervalX8=44,00 AsymmetryX8= 0,06 IntervalX9=3799,00 AsymmetryX9=0,0007 IntervalX10=39,00AsymmetryX10=0,004 IntervalX11= 4,00 AsymmetryX11= 0,04 IntervalX12=192,00AsymmetryX12=0,04 IntervalX13=2833,00AsymmetryX13= 0,28 IntervalX14=33,00 AsymmetryX14= 0,31 IntervalX15=56,00 AsymmetryX15= 0,11 IntervalX16=59,00 AsymmetryX16= 0,05 IntervalX17=43,00 AsymmetryX17= 0,16	IntervalX1= 135,00 AsymmetryX1= 0,19 IntervalX2= 45,00 AsymmetryX2= 0,06 IntervalX3= 46,00 AsymmetryX3= 0,06 IntervalX4= 3,00 AsymmetryX4= 0,04 IntervalX5=5664,00 AsymmetryX5= 0,11 IntervalX6= 116,00 AsymmetryX6= 0,12 IntervalX7= 2,00 AsymmetryX7= 0,009 IntervalX8= 53,00 AsymmetryX8= 0,09 IntervalX9=562,00 AsymmetryX9= 0,03 IntervalX10=62,00 AsymmetryX10= 0,03 IntervalX11= 7,00 AsymmetryX11= 0,04 IntervalX12=280,00 AsymmetryX12=0,06 IntervalX13=9626,00AsymmetryX13= 0,37 IntervalX14=100,00 AsymmetryX14=0,38 IntervalX15=79,00 AsymmetryX15= 0,04 IntervalX16=54,00 AsymmetryX16=0,005 IntervalX17=60,00 AsymmetryX17= 0,06
General asymmetry value rX = 976,40 General V value : 1,73e+031	General asymmetry value rX = 3643,40 General V value : 1,15e+034
11-14 лет	
IntervalX1= 72,00 AsymmetryX1= 0,010 IntervalX2= 45,00 AsymmetryX2= 0,10 IntervalX3= 47,00 AsymmetryX3= 0,04 IntervalX4= 3,00 AsymmetryX4= 0,22 IntervalX5=4504,00 AsymmetryX5= 0,02 IntervalX6= 101,00 AsymmetryX6= 0,19 IntervalX7= 2,00 AsymmetryX7= 0,02 IntervalX8= 56,00 AsymmetryX8= 0,12 IntervalX9=5331,00 AsymmetryX9= 0,02 IntervalX10=59,00 AsymmetryX10= 0,10 IntervalX11= 5,00 AsymmetryX11= 0,19 IntervalX12=171,00 AsymmetryX12= 0,16 IntervalX13=2772,00 AsymmetryX13= 0,23 IntervalX14=19,00 AsymmetryX14= 0,25 IntervalX15=62,00 AsymmetryX15= 0,12 IntervalX16=57,00 AsymmetryX16= 0,10 IntervalX17=58,00 AsymmetryX17= 0,04	IntervalX1= 103,00 AsymmetryX1= 0,20 IntervalX2= 51,00 AsymmetryX2= 0,04 IntervalX3= 47,00 AsymmetryX3= 0,07 IntervalX4= 3,00 AsymmetryX4= 0,19 IntervalX5= 4424,00 AsymmetryX5= 0,03 IntervalX6= 94,00 AsymmetryX6= 0,05 IntervalX7= 2,00 AsymmetryX7= 0,04 IntervalX8= 54,00 AsymmetryX8= 0,09 IntervalX9= 5139,00 AsymmetryX9= 0,05 IntervalX10= 50,00 AsymmetryX10=0,006 IntervalX11= 4,00 AsymmetryX11=0,003 IntervalX12= 191,00 AsymmetryX12= 0,05 IntervalX13=3671,00 AsymmetryX13=0,33 IntervalX14= 31,00 AsymmetryX14= 0,33 IntervalX15= 59,00 AsymmetryX15= 0,01 IntervalX16= 50,00 AsymmetryX16= 0,04 IntervalX17= 56,00 AsymmetryX17= 0,15
General asymmetry value rX = 669,20 General V value : 7,55e+031	General asymmetry value rX = 1260,68 General V value : 1,10e+032

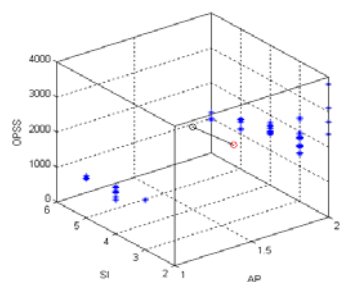
1	2
15-17 лет	
IntervalX1= 83,00 AsymmetryX1= 0,06 IntervalX2= 50,00 AsymmetryX2= 0,05 IntervalX3= 42,00 AsymmetryX3= 0,04 IntervalX4= 2,00 AsymmetryX4= 0,13 IntervalX5=5101,00 AsymmetryX5= 0,03 IntervalX6= 79,00 AsymmetryX6= 0,01 IntervalX7= 2,00 AsymmetryX7= 0,05 IntervalX8= 43,00 AsymmetryX8= 0,05 IntervalX9=5679,00 AsymmetryX9= 0,09 IntervalX10=140,00 AsymmetryX10=0,37 IntervalX11= 8,00 AsymmetryX11=0,33 IntervalX12= 79,00 AsymmetryX12=0,11 IntervalX13=1546,00 AsymmetryX13=0,13 IntervalX14= 17,00 AsymmetryX14=0,26 IntervalX15= 66,00 AsymmetryX15=0,07 IntervalX16= 54,00 AsymmetryX16=0,08 IntervalX17= 45,00 AsymmetryX17=0,06 General asymmetry value rX = 547,22 General V value : 3,69e+031	IntervalX1= 95,00 AsymmetryX1= 0,20 IntervalX2= 42,00 AsymmetryX2= 0,04 IntervalX3= 21,00 AsymmetryX3= 0,08 IntervalX4= 2,00 AsymmetryX4= 0,16 IntervalX5=2925,00 AsymmetryX5=0,0009 IntervalX6= 66,00 AsymmetryX6= 0,09 IntervalX7= 1,00 AsymmetryX7= 0,47 IntervalX8= 37,00 AsymmetryX8= 0,12 IntervalX9= 3926,00 AsymmetryX9= 0,01 IntervalX10= 28,00 AsymmetryX10= 0,09 IntervalX11= 3,00 AsymmetryX11= 0,01 IntervalX12= 114,00 AsymmetryX12= 0,02 IntervalX13=1195,00 AsymmetryX13=0,10 IntervalX14= 9,00 AsymmetryX14= 0,17 IntervalX15= 57,00 AsymmetryX15= 0,08 IntervalX16= 38,00 AsymmetryX16= 0,07 IntervalX17= 28,00 AsymmetryX17= 0,03 General asymmetry value rX = 123,91 General V value : 2,03e+028

Показатель асимметрии в группе мальчиков, уроженцев Среднего Приобья более чем в четыре раза превышал таковой для группы мальчиков *ханты* ($rX=547,22$ и $rX=123,91$, соответственно) (рис. 72).

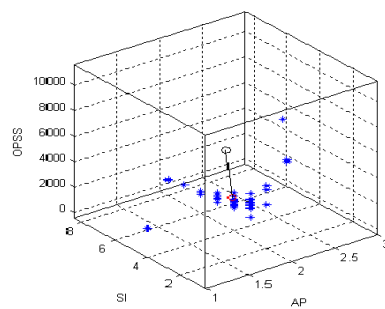
В группах школьников 11-14 лет параметры *аттракторов* различались незначительно: в группе уроженцев объем многомерного параллелепипеда составил $7,55e+031$, а в группе *ханты* $1,10e+032$; показатель асимметрии в группе уроженцев составил $rX=669,20$, а в группе мальчиков *ханты* он почти в два раза больше.

Наиболее значимыми гемодинамическими показателями в популяционных группах девочек и мальчиков оказались КЭК и МОК (рис. 71; 73).

7-10 лет

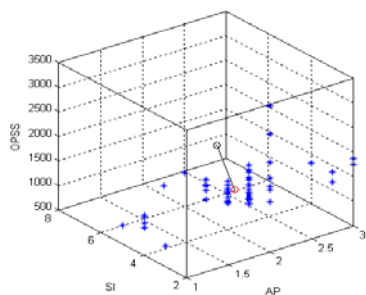


а

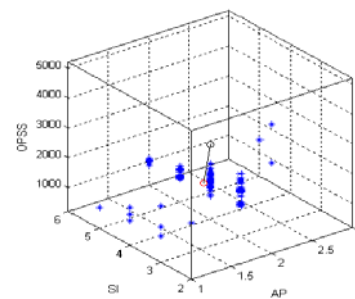


б

11-14 лет

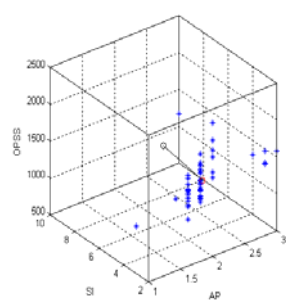


а

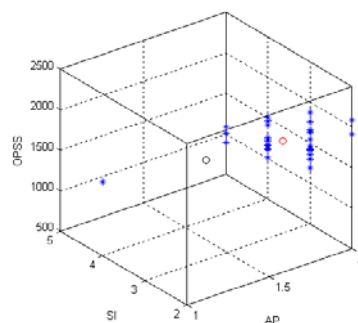


б

15-17 лет



а



б

Рис. 72. ВСО мальчиков 7-17 лет ХМАО – Югры в трехмерном фазовом подпространстве (координаты вектора –AP, SI, OPSS): а – уроженцы Среднего Приобья, б – ханты.

Относительный объем аттракторов ВСО мальчиков 7-17 лет
ХМАО – Югры и расстояние между геометрическими центрами
(координаты вектора - гемодинамические показатели)

Vx	Vy	dif	R, %	Z
1	2	3	4	5
7-10 лет				
Vx0 = 1,15	Vy0 = 1,73E31	1,15E34	99,85	Z0 = 746,05
Vx1 = 8,50E31	Vy1 = 2,18E29	8,48E31	99,74	Z1 = 746,01
Vx2 = 2,55E32	Vy2 = 3,60E29	2,55E32	99,86	Z2 = 746,04
Vx3 = 2,49E32	Vy3 = 3,84E29	2,49E32	99,85	Z3 = 745,97
Vx4 = 3,82E33	Vy4 = 2,88E30	3,82E33	99,93	Z4 = 746,05
Vx5 = 2,03E30	Vy5 = 4,36E27	2,02E30	99,79	Z5 = 422,28
Vx6 = 9,89E31	Vy6 = 2,70E29	9,86E31	99,73	Z6 = 745,88
Vx7 = 5,74E33	Vy7 = 1,73E31	5,72E33	99,70	Z7 = 746,05
Vx8 = 2,16E32	Vy8 = 3,92E29	2,16E32	99,82	Z8 = 746,04
Vx9 = 1,75E30	Vy9 = 4,54E27	1,75E30	99,74	Z9 = 744,72
Vx10=1,85E32	Vy10 = 4,43E29	1,85E32	99,76	Z10=746,05
Vx11=1,64E33	Vy11 = 4,32E30	1,65E33	99,74	Z11=746,05
Vx12=4,10E31	Vy12 = 8,99E28	4,09E31	99,78	Z12=745,85
Vx13=1,19E30	Vy13 = 6,09E27	1,19E30	99,49	Z13=617,54
Vx14=1,15E32	Vy14 = 5,23E29	1,15E32	99,55	Z14=746,03
Vx15=1,45E32	Vy15 = 3,08E29	1,45E32	99,79	Z15=746,04
Vx16=2,13E32	Vy16 = 2,93E29	2,12E32	99,86	Z16=745,93
Vx17=1,91E32	Vy17 = 4,01E29	1,91E32	99,79	Z17=746,00
11-14 лет				
Vx0 = 1,10E32	Vy0 = 7,55E31	3,45E31	31,33	Z0 = 598,63
Vx1 = 1,07E30	Vy1 = 1,05E30	1,89E28	1,77	Z1 = 598,63
Vx2 = 2,16E30	Vy2 = 1,68E30	4,78E29	22,18	Z2 = 598,62
Vx3 = 2,34E30	Vy3 = 1,61E30	7,33E29	31,33	Z3 = 598,62
Vx4=3,664E31	Vy4 = 2,52E31	1,15E31	31,33	Z4 = 598,63
Vx5 = 2,49E28	Vy5 = 1,68E28	8,09E27	32,55	Z5 = 371,32
Vx6 = 1,17E30	Vy6 = 7,47E29	4,22E29	36,09	Z6 = 598,57
Vx7 = 5,50E31	Vy7 = 3,77E31	1,72E31	31,33	Z7 = 598,63
Vx8 = 2,04E30	Vy8 = 1,35E30	6,88E29	33,79	Z8 = 598,63
Vx9 = 2,14E28	Vy9 = 1,42E28	7,23E27	33,81	Z9 = 473,20
Vx10=2,20E30	Vy10 = 1,28E30	9,19E29	41,81	Z10=598,58
Vx11=2,75E31	Vy11 = 1,51E31	1,24E31	45,07	Z11=598,63
Vx12=6,43E29	Vy12 = 3,95E29	2,48E29	38,52	Z12=598,13
Vx13=2,99E28	Vy13 = 2,72E28	2,71E27	9,06	Z13=596,45
Vx14=3,55E30	Vy14 = 3,97E30	-4,27E29	-12,04	Z14=598,63
Vx15=1,86E30	Vy15 = 1,22E30	6,46E29	34,66	Z15=598,62
Vx16=2,20E30	Vy16 = 1,32E30	8,74E29	39,77	Z16=598,61
Vx17=1,96E30	Vy17 = 1,30E30	6,61E29	33,70	Z17=598,63

1	2	3	4	5
15-17 лет				
Vx0 = 3,69E31	Vy0 = 2,03E28	3,69E31	99,95	Z0 = 405,08
Vx1 = 4,45E29	Vy1 = 2,14E26	4,45E29	99,95	Z1 = 405,06
Vx2 = 7,39E29	Vy2 = 4,84E26	7,38E29	99,93	Z2 = 405,08
Vx3 = 8,79E29	Vy3 = 9,69E26	8,78E29	99,89	Z3 = 405,07
Vx4 = 1,85E31	Vy4 = 1,02E28	1,85E31	99,95	Z4 = 405,08
Vx5 = 7,24E27	Vy5 = 6,95E24	7,23E27	99,90	Z5 = 258,62
Vx6 = 4,67E29	Vy6 = 3,08E26	4,67E29	99,93	Z6 = 405,01
Vx7 = 1,85E31	Vy7 = 2,03E28	1,84E31	99,89	Z7 = 405,08
Vx8 = 8,59E29	Vy8 = 5,50E26	8,58E29	99,94	Z8 = 405,08
Vx9 = 6,50E27	Vy9 = 5,18E24	6,50E27	99,92	Z9 = 313,87
Vx10=2,64E29	Vy10 = 7,27E26	2,63E29	99,73	Z10=405,06
Vx11=4,62E30	Vy11 = 6,78E27	4,61E30	99,85	Z11=405,08
Vx12=3,24E29	Vy12 = 2,58E26	3,24E29	99,92	Z12=404,80
Vx13=2,39E28	Vy13 = 1,70E25	2,39E28	99,93	Z13=403,89
Vx14=2,17E30	Vy14 = 2,26E27	2,17E30	99,90	Z14=405,08
Vx15=5,60E29	Vy15 = 3,57E26	5,59E29	99,94	Z15=405,05
Vx16=6,84E29	Vy16 = 5,35E26	6,83E29	99,92	Z16=405,07
Vx17=8,21E29	Vy17 = 7,27E26	8,20E29	99,91	Z17=405,08

Таким образом, у подростков *ханты* 15-17 лет обоего пола установлены наибольшие адаптивные перестройки в гемодинамических показателях, что объясняется снижением оптимизации механизмов регуляции кровообращения. Можно сказать, что адаптивные возможности организма мальчиков *ханты* развиты несколько лучше, чем у девочек данной популяции, поскольку у них с возрастом было зафиксировано увеличение пульсового давления за счет минимального прироста диастолического давления, а также увеличение МОК преимущественно за счет возрастания систолического объема крови и более низкая частота встречаемости ГрТК на всех этапах онтогенеза. В группе уроженцев Среднего Приобья наибольшие адаптивные перестройки были характерны для учащихся среднего и старшего школьного возраста обоего пола. Более благоприятные *гипо-* и *эукинетические типы кровообращения* составили 51 % всех случаев у мальчиков и 48 % у девочек, значительно снижая общее число детей с *гиперкинетическим типом кровообращения*, при котором имеет место высокая активность симпатoadреналовой сис-

темы. Для всех возрастных групп девочек установлены различия параметров *аттракторов*, ограничивающих движение вектора состояния системы. Однако эти различия менее выражены, чем при сравнении популяционных групп мальчиков.

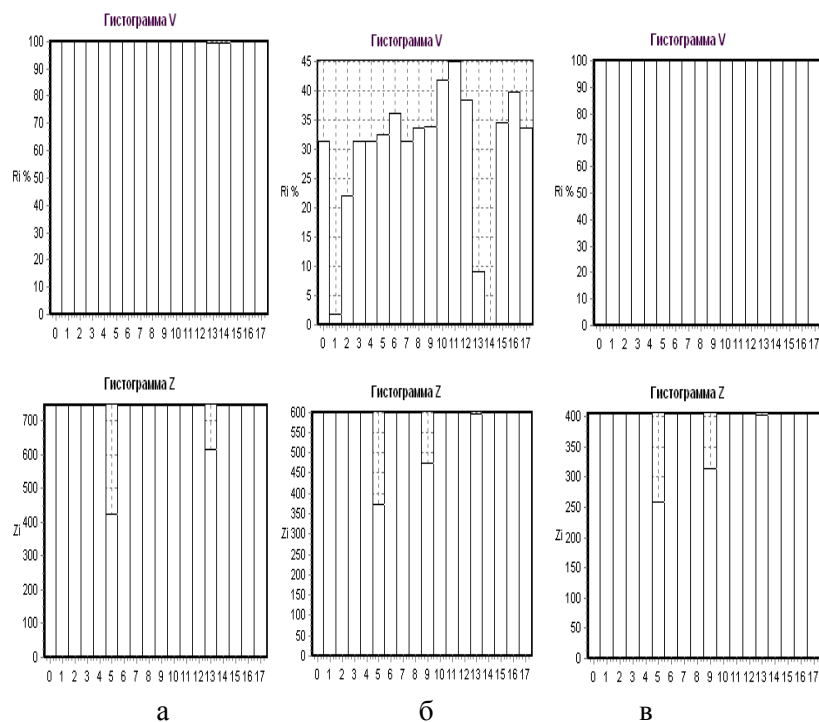


Рис. 73. Графическое представление относительных объемов аттракторов и расстояний между центрами при последовательном исключении гемодинамических координат ВСО мальчиков 7-17 лет ХМАО–Югры (а – 7-10 лет; б – 11-14 лет; в – 15-17 лет).

Параметры аттракторов ВСО девочек 7-17 лет ХМАО – Югры
(координаты вектора – параметры ВКГ)

Уроженки Среднего Приобья	Ханты
7-10 лет	
IntervalX1= 294.00 AsymmetryX1= 0.06	IntervalX1= 332.00 AsymmetryX1= 0.04
IntervalX2= 92.00 AsymmetryX2= 0.01	IntervalX2= 97.00 AsymmetryX2= 0.008
IntervalX3= 82.00 AsymmetryX3= 0.10	IntervalX3= 78.00 AsymmetryX3= 0.07
IntervalX4= 335.00 AsymmetryX4= 0.11	IntervalX4= 358.00 AsymmetryX4= 0.17
IntervalX5= 205.00 AsymmetryX5= 0.08	IntervalX5= 282.00 AsymmetryX5= 0.24
IntervalX6= 310.00 AsymmetryX6= 0.27	IntervalX6= 350.00 AsymmetryX6= 0.32
IntervalX7= 207.00 AsymmetryX7= 0.17	IntervalX7= 313.00 AsymmetryX7= 0.13
IntervalX8= 74.00 AsymmetryX8= 0.02	IntervalX8= 96.00 AsymmetryX8= 0.06
IntervalX9= 63.00 AsymmetryX9= 0.09	IntervalX9= 50.00 AsymmetryX9= 0.15
General asymmetry value rX = 99.52	General asymmetry value rX = 151.14
General V value : 4.56e+019	General V value : 1.33e+020
11-14 лет	
IntervalX1= 239.00 AsymmetryX1= 0.21	IntervalX1= 354.00 AsymmetryX1= 0.0004
IntervalX2= 112.00 AsymmetryX2= 0.05	IntervalX2= 140.00 AsymmetryX2= 0.14
IntervalX3= 162.00 AsymmetryX3= 0.28	IntervalX3= 95.00 AsymmetryX3= 0.02
IntervalX4= 346.00 AsymmetryX4= 0.17	IntervalX4= 342.00 AsymmetryX4= 0.17
IntervalX5= 161.00 AsymmetryX5= 0.25	IntervalX5= 147.00 AsymmetryX5= 0.01
IntervalX6= 355.00 AsymmetryX6= 0.32	IntervalX6= 354.00 AsymmetryX6= 0.36
IntervalX7= 254.00 AsymmetryX7= 0.21	IntervalX7= 323.00 AsymmetryX7= 0.08
IntervalX8= 106.00 AsymmetryX8= 0.08	IntervalX8= 134.00 AsymmetryX8= 0.14
IntervalX9= 135.00 AsymmetryX9= 0.16	IntervalX9= 53.00 AsymmetryX9= 0.01
General asymmetry value rX = 160.16	General asymmetry value rX = 147.16
General V value : 3.12e+020	General V value : 1.92e+020
15-17 лет	
IntervalX1= 322.00 AsymmetryX1= 0.002	IntervalX1= 245.00 AsymmetryX1= 0.11
IntervalX2= 113.00 AsymmetryX2= 0.05	IntervalX2= 125.00 AsymmetryX2= 0.06
IntervalX3= 166.00 AsymmetryX3= 0.33	IntervalX3= 67.00 AsymmetryX3= 0.13
IntervalX4= 304.00 AsymmetryX4= 0.13	IntervalX4= 350.00 AsymmetryX4= 0.12
IntervalX5= 133.00 AsymmetryX5= 0.06	IntervalX5= 143.00 AsymmetryX5= 0.01
IntervalX6= 354.00 AsymmetryX6= 0.30	IntervalX6= 359.00 AsymmetryX6= 0.32
IntervalX7= 321.00 AsymmetryX7= 0.07	IntervalX7= 238.00 AsymmetryX7= 0.15
IntervalX8= 202.00 AsymmetryX8= 0.02	IntervalX8= 120.00 AsymmetryX8= 0.03
IntervalX9= 175.00 AsymmetryX9= 0.33	IntervalX9= 61.00 AsymmetryX9= 0.13
General asymmetry value rX = 140.63	General asymmetry value rX = 131.00
General V value : 9.81e+020	General V value : 6.42e+019

Примечание: X₁ – петля P (PHoris); X₂ – петля QRS (QRSHoris); X₃ – петля T (THoris); X₄ – петля P (PSagittal); X₅ – петля QRS (QRSSagittal); X₆ – петля T (TSagittal); X₇ – петля P (PFrontal); X₈ – петля QRS (QRSFrontal); X₉ – петля T (TFrontal).

Относительный объем аттракторов ВСО девочек 7-17 лет
ХМАО – Югры и расстояние между геометрическими центрами
 (координаты вектора – параметры ВКГ)

V _x	V _y	dif	R, %	Z
7-10 лет				
V _{x0} = 1.33E20	V _{y0} = 4.56E19	8.78E19	65.83	Z ₀ = 38.48
V _{x1} = 4.02E17	V _{y1} = 1.55E17	2.476E17	61.41	Z ₁ = 34.43
V _{x2} = 1.38E18	V _{y2} = 4.95E17	8.79E17	63.97	Z ₂ = 38.19
V _{x3} = 1.71E18	V _{y3} = 5.56E17	1.15E18	67.50	Z ₃ = 38.26
V _{x4} = 3.73E17	V _{y4} = 1.36E17	2.37E17	63.48	Z ₄ = 21.69
V _{x5} = 4.73E17	V _{y5} = 2.22E17	2.51E17	52.99	Z ₅ = 37.23
V _{x6} = 3.81E17	V _{y6} = 1.47E17	2.34E17	61.42	Z ₆ = 38.13
V _{x7} = 4.26E17	V _{y7} = 2.20E17	2.06E17	48.33	Z ₇ = 38.45
V _{x8} = 1.39E18	V _{y8} = 6.16E17	7.73E17	55.67	Z ₈ = 38.36
V _{x9} = 2.67E18	V _{y9} = 7.23E17	1.94E18	72.88	Z ₉ = 38.41
11-14 лет				
V _{x0} = 3.12E20	V _{y0} = 1.92E20	1.20E20	38.33	Z ₀ = 22.44
V _{x1} = 1.30E18	V _{y1} = 5.43E17	7.61E17	58.37	Z ₁ = 19.83
V _{x2} = 2.78E18	V _{y2} = 1.37E18	1.41E18	50.67	Z ₂ = 21.67
V _{x3} = 1.92E18	V _{y3} = 2.02E18	-9.92E16	-5.16	Z ₃ = 22.36
V _{x4} = 9.01E17	V _{y4} = 5.62E17	3.39E17	37.61	Z ₄ = 22.39
V _{x5} = 1.94E18	V _{y5} = 1.31E18	6.28E17	32.46	Z ₅ = 22.24
V _{x6} = 8.78E17	V _{y6} = 5.43E17	3.35E17	38.16	Z ₆ = 13.28
V _{x7} = 1.23E18	V _{y7} = 5.95E17	6.32E17	51.51	Z ₇ = 22.37
V _{x8} = 2.94E18	V _{y8} = 1.43E18	1.51E18	51.22	Z ₈ = 22.10
V _{x9} = 2.31E18	V _{y9} = 3.63E18	-1.32E18	-57.08	Z ₉ = 22.44
15-17 лет				
V _{x0} = 9.81E20	V _{y0} = 6.42E19	9.17E20	93.45	Z ₀ = 25.59
V _{x1} = 3.05E18	V _{y1} = 2.62E17	2.78E18	91.40	Z ₁ = 24.32
V _{x2} = 8.68E18	V _{y2} = 5.14E17	8.17E18	94.08	Z ₂ = 24.80
V _{x3} = 5.91E18	V _{y3} = 9.59E17	4.95E18	83.78	Z ₃ = 24.09
V _{x4} = 3.23E18	V _{y4} = 1.84E17	3.04E18	94.31	Z ₄ = 21.08
V _{x5} = 7.38E18	V _{y5} = 4.49E17	6.93E18	93.91	Z ₅ = 25.59
V _{x6} = 2.77E18	V _{y6} = 1.79E17	2.59E18	93.54	Z ₆ = 23.05
V _{x7} = 3.06E18	V _{y7} = 2.70E17	2.79E18	91.17	Z ₇ = 24.89
V _{x8} = 4.86E18	V _{y8} = 5.35E17	4.32E18	88.98	Z ₈ = 24.17
V _{x9} = 5.61E18	V _{y9} = 1.05E18	4.55E18	81.22	Z ₉ = 24.87

Полученные результаты нашли свое подтверждение в электрокардиографических показателях у этих же школьников. Так изменение *электрической оси сердца* (ЭОС) отражает ориентацию анатомической оси сердца, а, соответственно, косвенно характеризует изменение сердечных камер при их перегрузке (Мурашко Е.В., 2003). Электрическая ось сердца от 7 к 17 годам смещалась в более левое положение лишь у мальчиков ханты (на $2,41^\circ$), что соответствует данным литературы (Евдокимов В.Г. и соавт., 2001). У уроженцев Среднего Приобья возрастная тенденция выражалась в смещении ЭОС в вертикальное положение.

При сравнении параметров *аттракторов* ВКГ установлено, что школьницы 7-10 лет имели наиболее выраженные различия по показателю асимметрии. У девочек, уроженок Среднего Приобья данной возрастной группы идентифицированы следующие параметры *аттракторов*: объем многомерного параллелепипеда составил $4,56e+019$, показатель асимметрии $rX=99,52$. У девочек ханты эти показатели выше: General V value: $1,33e+020$, $rX=151,14$ (табл. 127).

В группе уроженок Среднего Приобья среднего школьного возраста General V value: $3,12e+020$, а показатель асимметрии максимальный для всех возрастных групп ($rX=160,16$). У девочек ханты объем *аттрактора* отличался незначительно и составлял $1,92e+020$, а показатель асимметрии $rX=147,16$.

В 15-17 лет у девочек, уроженок Среднего Приобья объем *аттрактора* максимальный для всех сравниваемых групп ($9,81e+020$), а показатель асимметрии – $rX = 140,63$. У девочек ханты объем *аттрактора* на порядок меньше – $6,42e+019$ как и показатель асимметрии ($rX=131,00$).

У мальчиков 7-10 лет объем многомерного параллелепипеда, ограничивающего *аттрактор* движения вектора состояния системы составлял у уроженцев Среднего Приобья $1,53e+020$, а показатель асимметрии являлся минимальным для всех групп ($rX=108,51$) (табл. 129, 130).

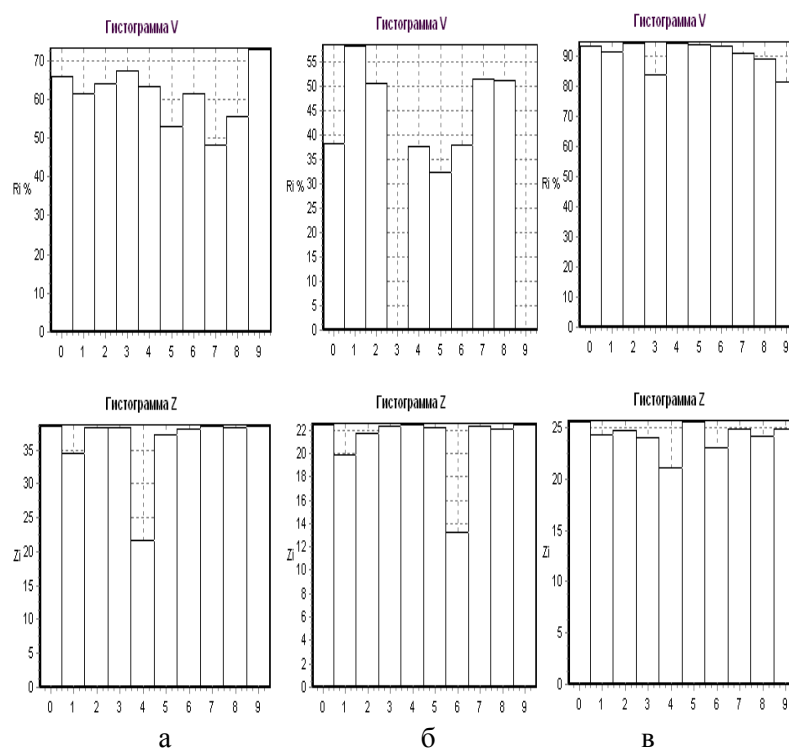


Рис. 74. Графическое представление относительных объемов аттракторов и расстояний между центрами при последовательном исключении ВКГ-координат ВСО девочек 7-17 лет ХМАО–Югры (а - 7-10 лет; б – 11-14 лет; в – 15-17 лет).

Параметры аттракторов ВСО мальчиков 7-17 лет ХМАО–Югры
(координаты вектора – параметры ВКГ)

Уроженки Среднего Приобья	Ханты
7-10 лет	
IntervalX1=324.00 AsymmetryX1= 0.008	IntervalX1= 352.00 AsymmetryX1= 0.03
IntervalX2= 263.00 AsymmetryX2= 0.25	IntervalX2= 161.00 AsymmetryX2= 0.20
IntervalX3= 69.00 AsymmetryX3= 0.005	IntervalX3= 213.00 AsymmetryX3= 0.35
IntervalX4= 312.00 AsymmetryX4= 0.17	IntervalX4= 315.00 AsymmetryX4= 0.11
IntervalX5= 318.00 AsymmetryX5= 0.19	IntervalX5= 196.00 AsymmetryX5= 0.07
IntervalX6= 148.00 AsymmetryX6= 0.07	IntervalX6= 145.00 AsymmetryX6= 0.12
IntervalX7= 281.00 AsymmetryX7= 0.08	IntervalX7= 350.00 AsymmetryX7=0.005
IntervalX8= 150.00 AsymmetryX8= 0.11	IntervalX8= 340.00 AsymmetryX8= 0.09
IntervalX9= 42.00 AsymmetryX9= 0.04	IntervalX9= 169.00 AsymmetryX9= 0.39
General asymmetry value rX = 108.51	General asymmetry value rX = 116.41
General V value : 1.53e+020	General V value : 2.17e+021
11-14 лет	
IntervalX1= 330.00 AsymmetryX1= 0.06	IntervalX1= 345.00 AsymmetryX1= 0.05
IntervalX2= 137.00 AsymmetryX2= 0.07	IntervalX2= 117.00 AsymmetryX2= 0.11
IntervalX3= 244.00 AsymmetryX3= 0.26	IntervalX3= 114.00 AsymmetryX3= 0.16
IntervalX4= 326.00 AsymmetryX4= 0.18	IntervalX4= 359.00 AsymmetryX4= 0.08
IntervalX5= 295.00 AsymmetryX5= 0.10	IntervalX5= 118.00 AsymmetryX5= 0.10
IntervalX6= 345.00 AsymmetryX6= 0.38	IntervalX6= 353.00 AsymmetryX6= 0.31
IntervalX7= 354.00 AsymmetryX7= 0.04	IntervalX7= 344.00 AsymmetryX7=0.005
IntervalX8= 346.00 AsymmetryX8= 0.11	IntervalX8= 311.00 AsymmetryX8= 0.06
IntervalX9= 156.00 AsymmetryX9= 0.35	IntervalX9= 53.00 AsymmetryX9= 0.06
General asymmetry value rX = 173.12	General asymmetry value rX = 117.94
General V value : 6.99e+021	General V value : 3.90e+020
15-17 лет	
IntervalX1= 267.00 AsymmetryX1= 0.15	IntervalX1= 334.00 AsymmetryX1= 0.07
IntervalX2= 168.00 AsymmetryX2= 0.13	IntervalX2= 112.00 AsymmetryX2= 0.08
IntervalX3=117.00 AsymmetryX3= 0.003	IntervalX3= 60.00 AsymmetryX3= 0.08
IntervalX4= 352.00 AsymmetryX4= 0.15	IntervalX4= 336.00 AsymmetryX4= 0.11
IntervalX5= 158.00 AsymmetryX5= 0.17	IntervalX5= 179.00 AsymmetryX5= 0.23
IntervalX6= 350.00 AsymmetryX6= 0.39	IntervalX6= 345.00 AsymmetryX6= 0.39
IntervalX7= 331.00 AsymmetryX7= 0.09	IntervalX7= 282.00 AsymmetryX7= 0.06
IntervalX8= 133.00 AsymmetryX8= 0.13	IntervalX8= 210.00 AsymmetryX8= 0.24
IntervalX9= 199.00 AsymmetryX9= 0.30	IntervalX9= 66.00 AsymmetryX9= 0.16
General asymmetry value rX = 170.23	General asymmetry value rX = 155.94
General V value : 8.95e+020	General V value : 1.82e+020

Примечание: X₁ – петля P (PHoris); X₂ – петля QRS (QRSHoris); X₃ – петля T (THoris); X₄ – петля P (PSagittal); X₅ – петля QRS (QRSSagittal); X₆ – петля T (TSagittal); X₇ – петля P (PFrontal); X₈ – петля QRS (QRSFrontal); X₉ – петля T (TFrontal).

У мальчиков ханты объем аттрактора был на порядок выше ($2,17 \times 10^{21}$), а показатель асимметрии отличается незначительно ($rX=116,41$).

Таблица 130

**Относительный объем аттракторов ВСО мальчиков 7-17 лет
ХМАО – Югры и расстояние между геометрическими центрами
(координаты вектора – параметры ВКГ)**

Vx	Vy	dif	R, %	Z
7-10 лет				
Vx0 = 2.67E21	Vy0 = 1.53E20	2.52E21	94.28	Z0 = 38.34
Vx1 = 7.58E18	Vy1 = 4.72E17	7.11E18	93.78	Z1 = 37.31
Vx2 = 1.66E19	Vy2 = 5.81E17	1.60E19	96.50	Z2 = 34.96
Vx3 = 1.25E19	Vy3 = 2.22E18	1.03E19	82.33	Z3 = 38.33
Vx4 = 8.48E18	Vy4 = 4.90E17	7.99E18	94.22	Z4 = 25.48
Vx5 = 1.36E19	Vy5 = 4.81E17	1.31E19	96.47	Z5 = 37.89
Vx6 = 1.53E19	Vy6 = 1.03E18	1.43E19	93.27	Z6 = 38.33
Vx7 = 7.63E18	Vy7 = 5.44E17	7.08E18	92.87	Z7 = 34.70
Vx8 = 7.85E18	Vy8 = 1.02E18	6.83E18	87.02	Z8 = 38.11
Vx9 = 1.54E19	Vy9 = 3.64E18	1.18E19	76.42	Z9 = 38.25
11-14 лет				
Vx0 = 6.99E21	Vy0 = 3.90E20	6.60E21	94.42	Z0 = 33.55
Vx1 = 2.12E19	Vy1 = 1.13E18	2.01E19	94.66	Z1 = 30.04
Vx2 = 5.11E19	Vy2 = 3.34E18	4.77E19	93.47	Z2 = 31.72
Vx3 = 2.87E19	Vy3 = 3.42E18	2.52E19	88.06	Z3 = 31.15
Vx4 = 2.15E19	Vy4 = 1.09E18	2.04E19	94.93	Z4 = 31.19
Vx5 = 2.37E19	Vy5 = 3.31E18	2.04E19	86.05	Z5 = 32.83
Vx6 = 2.03E19	Vy6 = 1.11E18	1.92E19	94.55	Z6 = 26.61
Vx7 = 1.98E19	Vy7 = 1.13E18	1.86E19	94.26	Z7 = 33.44
Vx8 = 2.02E19	Vy8 = 1.26E18	1.90E19	93.79	Z8 = 33.53
Vx9 = 4.48E19	Vy9 = 7.36E18	3.75E19	83.58	Z9 = 33.51
15-17 лет				
Vx0 = 8.95E20	Vy0 = 1.82E20	7.13E20	R0= 79.66	Z0 = 24.88
Vx1 = 3.35E18	Vy1 = 5.45E17	2.81E18	R1= 83.74	Z1 = 24.47
Vx2 = 5.33E18	Vy2 = 1.63E18	3.70E18	R2= 69.49	Z2 = 24.53
Vx3 = 7.65E18	Vy3 = 3.03E18	4.62E18	R3= 60.34	Z3 = 24.54
Vx4 = 2.54E18	Vy4 = 5.42E17	2.00E18	R4= 78.69	Z4 = 21.01
Vx5 = 5.66E18	Vy5 = 1.02E18	4.65E18	R5= 82.05	Z5 = 24.88
Vx6 = 2.56E18	Vy6 = 5.28E17	2.03E18	R6= 79.37	Z6 = 24.86
Vx7 = 2.70E18	Vy7 = 6.46E17	2.06E18	R7= 76.13	Z7 = 18.91
Vx8 = 6.73E18	Vy8 = 8.67E17	5.86E18	R8= 87.12	Z8 = 22.55
Vx9 = 4.50E18	Vy9 = 2.76E18	1.74E18	R9= 38.67	Z9 = 24.62

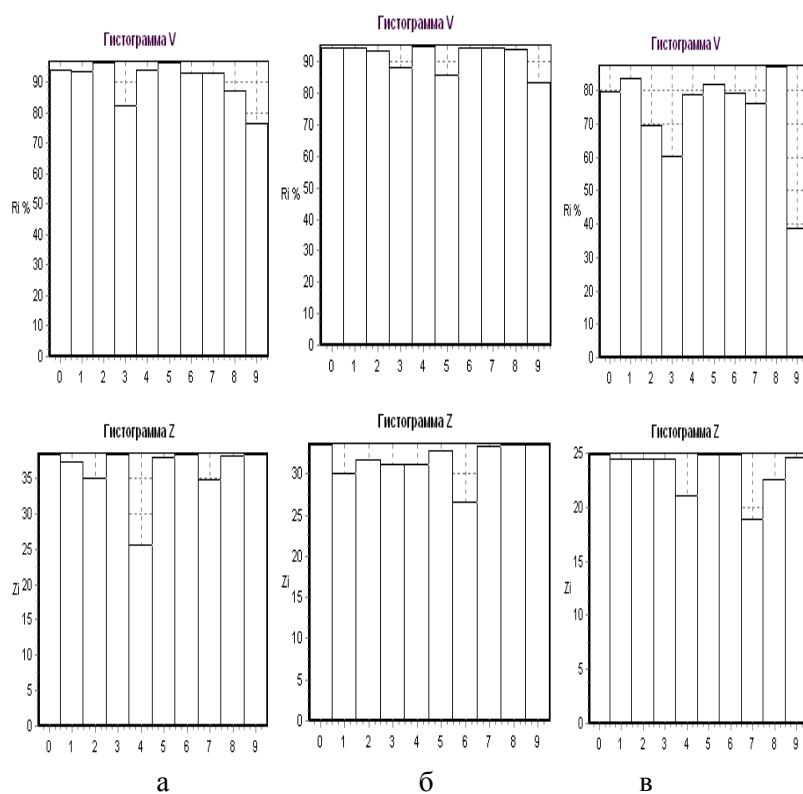


Рис. 75. Графическое представление относительных объемов аттракторов и расстояний между центрами при последовательном исключении ВКГ-координат ВСО мальчиков 7-17 лет ХМАО-Югры (а – 7-10 лет; б – 11-14 лет; в – 15-17 лет).

В среднем школьном возрасте общий объем, и показатель асимметрии были значительно больше в группе уроженцев Среднего Приобья, чем у мальчиков *ханты* (General V value: $6,99\text{e}+021$ и $rX=173,12$, против General V value: $3,90\text{e}+020$ и $rX=117,94$, соответственно). В возрасте 15-17 лет у уроженцев Среднего Приобья General V value: $8,95\text{e}+020$, а $rX=170,23$, что незначительно превышало показатели параметров *аттракторов*

ханты (General V value: 1,82e+020 и $rX=155,94$).

Таким образом, для групп мальчиков и девочек межпопуляционные различия параметров *аттракторов* в младшем, среднем и старшем школьном возрасте не превышают для объемов одного порядка, а по показателям асимметрии они несущественны.

4.3. Заключение

Сохранение и укрепление здоровья детского населения на Севере России приобретает большую значимость. Это связано с резко ухудшающимися демографическими, медико-биологическими и социально-гигиеническими факторами (Макарова В.И., 2003; Дьячкова М.Г. и соавт., 2005). Сегодня северные территории выделяются в особую зону, требующую пристального внимания, так как имеющий тенденцию к резкому увеличению с возрастом удельный вес хронических болезней детей и подростков крайнего Севера и районов к нему приравненных обуславливает актуальность прогнозирования и качественное проведение профилактических мероприятий на популяционном уровне.

Проблема ухудшения здоровья детей и подростков, проживающих в северных регионах, является особенно сложной и актуальной, так как многогранна и далека от окончательного решения. 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. Так климатические и экологические условия оказывают существенное влияние на ростовые процессы, способствуют развитию дезадаптивных реакций, снижению резервных гомеостатических механизмов, и как следствие, ведут к росту заболеваемости (Теддер Ю.Р. и соавт., 2000; Прахин Е.И. и соавт., 2002; Зайцева О.И. и соавт., 2005; Токарев С.А., 2008).

Изучение здоровья детей северных территорий позволило говорить о проблемах краевой патологии, адаптации, этнических особенностях формирования и клинического течения забо-

леваний (Капустина Т.А., 2001). Сегодня выделяют три принципиально важные особенности течения патологических процессов у детей и подростков северных территорий: прогрессирующий рост хронических заболеваний, резкое повышение удельного веса социально обусловленной патологии и рост экзозависимых заболеваний (Юрьев В.К. и соавт., 2001; Артемова Н.А. и соавт., 2003; Токарев С.А. и соавт., 2003).

Развитие на Тюменском севере новых промыслов нефти и газа, прокладка нефте- и газопроводов, линий электропередач, проведение капитального строительства, расширение масштабов добычи полезных ископаемых не может осуществляться силами аборигенного населения. На современном этапе это возможно лишь при продолжающейся массовой миграции в этот регион населения других районов страны. Сегодня четко прослеживается процесс «укоренения» мигрантов первой волны, прибывших в регион в 80-90-х годах прошлого столетия, кроме того, и вахтовый труд постепенно заменяется на стабильных мигрантов.

Население, проживающее в регионе Среднего Приобья, подвергается комплексному воздействию неблагоприятных климато-географических факторов, оказывающих активное негативное влияние на качество жизни и уровень здоровья (Поборский А.Н., 2007). Сюда следует отнести как *неспецифические* (холод, особенности питания, тяжелый аэродинамический режим и др.), так и *специфические* (изменение фотопериодизма, факторы электромагнитной природы). Связь между климатическими факторами и морфологическими особенностями населения различных географических зон изучались многими исследователями. Имеются сведения о влиянии климатических факторов на пропорции тела, на изменчивость антропометрических признаков взрослого населения (Бутова О.А., 1998). Большой интерес представляют концепции Т.И. Алексеевой (1986) по «адаптивным типам» и Н.А. Агаджаняна (1997) об «экологическом портрете». В ряде исследований показана экологическая дифференциация человечества, которая обнаруживается на ранних стадиях роста и развития (Соколов В.В. и соавт., 2005; Тамбовцева Р.В. и соавт., 2005; Целых Е.Д., 2009).

Здоровье и благополучие детей – это главная забота госу-

дарства и общества в целом, так как дети составляют единственный резерв страны, который в недалеком будущем будет определять его благополучие, уровень экономического и духовного развития, состояние культуры и науки (Вельтищев Ю.В., 2000; Чирятьева Т.В., 2001). Юганские *ханты* являются самобытным этносом, для которого характерны низкая продолжительность жизни, низкие показатели рождаемости, относительно высокая младенческая и детская смертность, рост распространенных хронических заболеваний различной этиологии, что в свою очередь определяет величину репродуктивных потерь, негативно влияющих на развитие данного этноса.

Известно, что возрастную изменчивость соотношения уровней физического развития школьников в целом можно отнести за счет гетерохронии процессов увеличения морфологических признаков, как длиннотных, так и широтных, и значительной вариабельности функциональных параметров (Изаак С.И. и соавт., 2005).

Недостаточность сведений о закономерностях роста и развития организма детей школьного возраста в специфических климатических условиях Среднего Приобья, а также о функциональных возможностях и резервах организма определили значимость решения поставленной проблемы. Результаты позволят оценивать морфофункциональное развитие организма школьника, выявлять онтогенетическую динамику структурно-функциональных изменений в деятельности изучаемых функциональных систем, а также прогнозировать вероятные изменения в деятельности этих систем у будущих поколений укоренившихся мигрантов, что дает время для коррекции отклонений в состоянии здоровья и профилактике заболеваний среди сельских школьников Среднего Приобья уже сегодня.

Результаты сравнительного исследования школьников *ханты* и детей контрольной группы, аборигенов первого поколения, 7-17 лет дают всестороннее представление о динамике формирования конституциональных особенностей организма детей малочисленных народностей Севера, что позволяет глубже понять общие закономерности ростовых процессов у представителей рассматриваемых популяций. Анализ показал, что

гипокомфортные условия Среднего Приобья вызывают некоторую задержку соматического развития и формируют в организме ряд морфофункциональных перестроек, которые позволяют оптимально развиваться детскому организму в специфичной климатической среде.

Характеристика ростовых процессов в организме детей ханты и школьников, уроженцев Среднего Приобья позволила выявить как возрастные, так и межэтнические различия с целым комплексом признаков, определяющих формирование у них экологического адаптивного типа. Специфичный соматотип *ханты*, являясь результатом эволюционного процесса, по-видимому, способствует созданию оптимальных условий роста и развития детского организма в суровой климатической среде со специфичным укладом жизни.

Относительно узкий диапазон внутригрупповой изменчивости у детей *ханты* определяется высокой экологической (территориальной) дифференциацией организма, что в свою очередь нельзя сказать о школьниках, родители которых мигрировали на север из различных регионов России и передали своим детям черты соматотипов, характерные для жителей тех территорий. В связи с этим состояние организма приезжих характеризуется рядом проявлений, которые не укладываются в общепринятые нормы, что согласно исследованиям НИИ медицинских проблем Крайнего Севера РАМН (Буганов А.А. и соавт., 2000; Агаджанян Н.А. и соавт., 2002; Агбалян Е.В., 2004) может затруднять разграничение адаптационных сдвигов и патологических реакций.

П.Н. Жвавый и соавт. (2001) установили, что на вариабельность показателей массы тела значительное влияние оказывают возраст и этническая принадлежность. При исследовании возрастных изменений дефицита и избытка массы тела нами обнаружено достоверное преобладание первого над вторым во всех возрастах школьников *ханты* как у мальчиков, так и у девочек, что нельзя сказать о школьниках, уроженцах Среднего Приобья, у которых во всех возрастно-половых группах преобладал некоторый избыток массы тела. Аналогичная картина была характерна и для длины тела.

Пубертатный скачок – явление, проявляющееся в условиях

нормального физического развития у всех детей, имеет индивидуальные различия (Козлов В.И. и соавт., 1983). Пубертатный скачок роста в 11-14 лет более выражен в этнических группах девочек и у мальчиков, уроженцев Среднего Приобья, но в подростковом возрасте ростовая активность несколько затормаживается, тогда как у мальчиков *ханты* этот процесс активно продолжается и в старшем школьном возрасте. В сравнении с детьми других природно-климатических зон (Ямпольская Ю.А., 1996) и школьниками, уроженцами Среднего Приобья пубертатный скачок роста у мальчиков *ханты* наступает гораздо позже, а продолжительность периода этого скачка значительно длиннее.

Вероятно, климатические условия Тюменского Севера определяют некоторое замедление ростовых процессов детей коренного населения, а половые различия определяются неодинаковыми сроками в ускорении ростовых процессов и временем их действия, что совпадает с мнением Н.Я. Прокопьева с соавт. (2002), обследовавшими этнические группы ненцев и селькупов.

Согласно мнению ряда авторов (Ямпольская Ю.А., 1996; Гребнева Н.Н. и соавт., 2001) изменение массы тела и ее дефицит у обследованных школьников можно рассматривать как неблагоприятную тенденцию и один из факторов риска функциональных отклонений у относительно здоровых детей ханты.

Согласно Н.А. Агаджаняну (1998), у женщин, постоянно проживающих на Севере, увеличиваются размеры грудной клетки. В сравнительных этнических исследованиях соматометрии школьников Тюменского Севера ряд авторов (Важенин А.А., 2002; Соколов А.Г., 2002) выявили достоверное увеличение окружности грудной клетки у девочек селькупов и высокие годовые прибавки в показателях окружности грудной клетки у девочек *ханты* 13-15 лет и у мальчиков *ханты* 13-16 лет. Наши исследования полностью совпадают с мнением этих авторов. Наибольшее превышение параметров относительной нормы ОГК установлены нами в возрасте 11-14 лет в обеих популяционных группах девочек и у мальчиков, уроженцев Среднего Приобья, что можно объяснить изменением телосложения при происходящем в этом возрасте препубертатном скачке повышения тотальных размеров тела, особенно конечностей, при замедлении диаметров и

периметров тела (Безруких М.М. и соавт., 2009).

До настоящего времени одним из самых распространенных методов, используемых в антропологических исследованиях, является метод индексов, который выполняет вспомогательную функцию при массовом профилактическом обследовании населения, главным образом для оценки пропорциональности развития, а также для диагностики избытка или недостатка массы тела (Беляева О.Е., 2005; Калмин О.В. и соавт., 2007). Особенно широко индексы применяются в настоящее время при определении уровня физического развития за рубежом (Komlos J., 1989; Steckel R.H., 1995; Rush et al., 2003; Samanic C. et al., 2004). Установлено, что конституциональный тип можно рассматривать как относительный генетический маркер индивидуальной изменчивости человека (Никитюк Б.А. и соавт., 1994).

Наши исследования показали, что высокая мышечная плотность тела в условиях Среднего Приобья, являющаяся экологически важным признаком на Севере, определяющим высокие энергетические способности организма, на которую указывают В.Л. Хрущев (1994) и Н.Я. Прокопьев (2002), достигается ханты в более старшем возрасте, особенно у мальчиков. В то время как более высокая удельная плотность тела девочек как у ханты, так и уроженцев Среднего Приобья, являющаяся результатом относительного укрупнения размерных признаков, объясняется специфичным влиянием климата Среднего Приобья. Данный признак, вероятно, является доминантой передающейся по женской линии.

Соматотипы школьников *ханты* и уроженцев Среднего Приобья характеризуются комплексом морфофункциональных особенностей, которые формируются по закономерностям общебиологического онтогенетического развития. Вместе с влиянием этнического фактора у детей *ханты* гипокомфортные условия моделируют экотип детей Севера, на что в своих работах указывают А.Г. Соколов (2002), А.П. Койносов (2007).

Задержка созревания аборигенных детей в условиях Севера по сравнению с детьми средней полосы России была отмечена еще Ж.Ж. Рапопортом в конце 70-х годов, однако укоренившееся пришлое население, с более высоким социальным уровнем жизни, в наших исследованиях, демонстрировало некоторое укруп-

нение размерных признаков. Эту тенденцию отмечали В.Р. Кучма и др. (1999), обнаружившими отдельные проявления процессов акселерации у детей Приполярья и Е.З. Година (2003), указывающая на то, что дети из более обеспеченных семей выше и тяжелее, чем дети из малообеспеченных семей, однако масштаб различий сильно варьирует и зависит как от выбора критериев, положенных в основу социальной стратификации, так и от фактических условий жизни в рассматриваемых популяциях.

Прокопьев Н.Я. с соавт. (2002) указывают на то, что в условиях многовековой адаптации к северным условиям у детей коренных национальностей севера школьного возраста, на современном этапе, происходит формирование телосложения по астеническому типу с высокой долей брахиморфных пропорций. Астенизация более характерна для детей младшего школьного возраста. У хантыйских и русских девочек после завершения полуростового скачка, в младшем школьном возрасте, увеличение длины и массы тела происходит таким образом, что чаще появляются явные признаки долихоморфии, о которой с возрастом можно говорить весьма условно (Соколов А.Г., 2002). Наши исследования показали, что этот процесс характеризуется дефицитом массы тела, отсутствием крепости телосложения, опережением по ОГК у девочек и отставанием у мальчиков, что совпадает с данными современных исследователей (Кривошеков С.Г. и соавт., 2000; Гребнева Н.Н., 2006).

Таким образом, можно сказать, что формирование «арктического адаптивного типа» у школьников *ханты* Среднего Приобья происходит в пубертатный период при изменении гормонального баланса организма. У подростков – уроженцев Среднего Приобья этот процесс начинается раньше и характеризуется более интенсивным увеличением длины и массы тела. Этническая дифференциация начинается уже в младшем школьном возрасте и усиливается с началом периода полового созревания осуществляясь, в первую очередь, на основе антропометрических показателей направленных у аборигенного населения на снижение теплоотдачи с поверхности тела. По-видимому, формирующаяся в онтогенезе низкорослость, уширение грудной клетки (особенно у девочек) и отставание параметров площади

поверхности тела детей ханты связана с конституциональной обусловленностью фенотипической нормы реакций защитных функций организма. Необходимо отметить, что, несмотря на определенную метизацию аборигенного населения и резкие социально-экономические изменения у школьников *ханты* сохранились генетически закрепленная программа темпов роста и развития, которая сформировалась на протяжении многих веков и является наиболее оптимальной в гипокомфортных условиях Среднего Приобья (Соколов А.Г., 2002).

Одной из важнейших задач экологической возрастной физиологии является изучение развития сердечно-сосудистой системы человека на всех этапах онтогенеза в различных эколого-географических условиях (Слоним А.Д., 1984; Совершаева С.Л. и соавт., 1984; Шишелова О.В., 2004; Целых Е.Д., 2009; Kahneman D. et al., 1973; Akselrod S.D. et al., 2000; Buchheit M. et al., 2007; Kaufman C.L. et al., 2007).

Артериальное давление – жесткая гемодинамическая константа. Его величина зависит от комплекса факторов, в том числе: мощности левого желудочка, емкостью сосудистого русла и тонуса артериальных сосудов. САД детей ниже, чем у взрослых. Их организм отличается небольшим запасом потенциальной энергии в сосудах компрессионной камеры, поэтому высокая объемная скорость кровотока компенсируется низким УПСС. Такой МОК, сочетающийся с низким удельным сопротивлением периферических сосудов, малым размером сердца, обуславливает меньшее, чем у взрослых, время кругооборота крови (Белоконь Н.А. и соавт., 1987). Половые различия в уровне АД становятся очевидными только в школьном возрасте и связаны, по мнению ряда авторов, с различиями в скорости роста детей (Калужная Р.А., 1973; Розанов В.Б. и соавт., 1990). В наших исследованиях анализ динамики показателей САД показал достоверное превышение $\bar{P}_S$ и $\bar{P}_D$ мальчиков и девочек *ханты* 7-10 лет и отставанием в 11-14 лет $\bar{P}_S$ у мальчиков *ханты* и $\bar{P}_D$ у девочек 15-17 лет.

Известно, что фенотипическая изменчивость САД определяется генетическими факторами только на 38 %, ДАД – на 42 %, а

наибольший вклад в уровень АД вносят средовые факторы. Материнский фактор, аккумулирующий как генетический, так и средовые моменты, определяет, соответственно 6 % и 3 % фенотипической изменчивости $\bar{P}_S$ и $\bar{P}_D$ (Александров А.А. и соавт., 1998).

Среднее кровяное давление выражает энергию непрерывного движения крови; представляет собой довольно постоянную величину для данного сосуда и данного организма и отражает степень эластичности артериальной стенки. Нами установлено, что эффект экономизации кровообращения у школьников *ханты* и уроженцев Среднего Приобья несколько снижается с возрастом, о чем свидетельствуют данные $\bar{P}_A$.

Показатели *коэффициента выносливости* выявили достоверное межпопуляционное превышение в группе 15-17-летних девочек, уроженок Среднего Приобья ($p < 0,05$), что может свидетельствовать о некотором снижении функциональных возможностей системы кровообращения у девочек в этом возрасте. Кроме того, выявленное нами снижение *пульсового давления* у 15-17-летних девочек этой группы отражает процесс повышение тонуса артериол, ухудшающее доступ крови на периферию. Вероятно специфичные климатические условия Среднего Приобья, аборигенов первого поколения в этом возрасте, изменяют функциональное состояние артерий, что выражается в характерной динамике сосудистого сопротивления. Периферическое сопротивление повышается, что приводит к уменьшению кровотока в капиллярах.

По данным Н.И. Аринчина и соавт. (1987) с 4 до 8 лет преобладает *гиперкинетический* и *гипокинетический* типы кровообращения, с 9 до 13 лет – *эукинетический*. В.И. Макарова и соавт. (1994) отмечают, что у детей-северян чаще встречается *гиперкинетический тип*. По мнению Н.В. Исмагиловой (1997), учет типа саморегуляции кровообращения позволяет достоверно судить о различиях между группами по показателям гемодинамики в состоянии покоя. Автор отмечает, что дети с *эукинетическим типом* имеют большие адаптационные возможности.

Наши исследования параметров периферического кровообращения в группах школьников *ханты* показали, что у девочек с

началом пубертатного скачка, закономерный процесс усиления функциональных возможностей периферического кровообращения начинается раньше такового у мальчиков. Этот процесс происходит на фоне общего ослабления деятельности сердечно-сосудистой системы. У школьников, уроженцев Среднего Приобья, формирование сердечно-сосудистой системы происходило с меньшим уменьшением резервов физиологических возможностей кровообращения.

Это подтверждает и тот факт, что в группах школьников Югры на всех этапах онтогенеза явно доминировал *гиперкинетический тип кровообращения*, для обеих популяционных групп была характерна общая тенденция возрастного изменения типа кровообращения. Менее благоприятный *гиперкинетический тип* в 15-17 лет встречается реже, чем у 7-10-летних школьников, за счет увеличения, в этом возрасте, доли детей с более благоприятным *эукинетическим типом*. При этом у школьников *ханты* менее экономичный режим и ограниченный диапазон компенсаторных возможностей сердечно-сосудистой системы у мальчиков сохраняется преимущественно до 15-17-летнего возраста, а у девочек остается относительно высоким во все возрастные периоды, несколько снижаясь с началом периода полового созревания. Для школьников, уроженцев Среднего Приобья характерны и более благоприятные *гипо- и эукинетические типы кровообращения*, так как они составили 51 % всех случаев у мальчиков и 48 % у девочек.

По данным А.А. Александрова и В.Б. Розанова (1998) уже в детском возрасте отмечается прямая связь между избыточной массой тела и повышенным АД, а людям с нехваткой массы тела чаще соответствует пониженное АД. В наших исследованиях просматривается обратная тенденция: у школьников *ханты* при недостатке массы тела установлена *гиперткинетическая наклонность гемодинамики*, которая сохраняется и в более старшем возрасте. У уроженцев Среднего Приобья, при некотором превышении массы тела среднестатистических значений, особенно в 11-14 лет, АД соответствует норме и частота встречаемости *гиперкинетической направленности* в деятельности сердечно-сосудистой системы много реже.

Развитие сердечно-сосудистой системы школьников Среднего Приобья аборигенного и пришлого населения характеризуется гетерохронией, в разной степени проявляющейся при анализе возрастной динамики показателей центрального, периферического кровообращения и биоэлектрических процессов в миокарде. Имеются существенные изменения морфофункциональных показателей миокарда в обеих популяциях школьников. При этом весьма важным является то обстоятельство, что морфологические перестройки сердечной мышцы всегда возникают раньше, нежели функциональные и под влиянием тех регуляторных механизмов, которые оказываются наиболее чувствительны к полному комплексу социально-климатических факторов нашего региона.

С целью изучения распространенности нарушений ритма сердца у школьников обследуемых популяций было проведено электрокардиографическое обследование. Синусовая тахикардия наиболее характерна для 7-10-летних школьников, причем у девочек ханты данная дизритмия встречается чаще во всех изучаемых периодах онтогенеза. Нами отмечена высокая частота встречаемости синусовой брадикардии у школьников *ханты* 11-14 лет обеих половых групп. М.К. Осколкова и др. (2001) считают синусовую брадикардию проявлением пониженного автоматизма синусового узла, что может являться следствием повышенного тонуса блуждающего и пониженного тонуса симпатического нерва, или как физиологическое явление у тренированных детей. Изложенное в ранее опубликованных работах мнение И.О. Тупицына (1985) о том, что брадикардия является проявлением становления более совершенных форм нейрогуморальной регуляции сердца, позволяет предполагать, что функциональное состояние детей с подобными хронотропными характеристиками окажутся лучше, чем у их сверстников, имеющих иную ЧСС.

Нами установлено, что синусовая аритмия встречалась во всех возрастных и половых группах обследованных школьников, однако в пре- и пубертатном периодах онтогенеза у мальчиков *ханты* частота встречаемости синусовой аритмии выше, чем у девочек и школьников, уроженцев Среднего Приобья того

же возраста. Кроме того, в группе мальчиков *ханты* с возрастом увеличивается частота встречаемости признаков повышения нагрузки на левое предсердие. Согласно М.А. Поповой и др. (2003) и О.Г. Петриченко и др. (2006), данные признаки могут быть обусловлены диастолической дисфункцией левого желудочка, характерной для жителей высоких широт. Некоторое замедление проведения электрического импульса по левому предсердию может постепенно привести к более позднему, чем в норме, окончанию его возбуждения и к усилению асинхронизма деполяризации обоих предсердий (Роцевский М.П. и соавт., 1995).

При сравнении возрастной динамики показателей возбудимости миокарда у мальчиков и девочек изучаемых групп выявляются существенные половые и межпопуляционные отличия, заключающиеся в большей амплитуде зубца Р у мальчиков 15-17 лет обеих групп школьников. При этом выявляется большая амплитуда зубца Р в грудных отведениях у мальчиков *ханты* 11-17 лет и у уроженцев Среднего Приобья 15-17 лет, чем у девочек соответствующих популяционных групп. Можно сказать, что возбудимость миокарда предсердий у девочек с возрастом снижается, а у мальчиков повышается в разные сроки, в зависимости от длительности проживания в регионе.

Возрастной анализ состояния функции возбудимости миокарда желудочков, показал различную возрастную динамику. Так у девочек *ханты* происходит ее скачкообразное повышение в 11-14 лет, а у уроженков Среднего Приобья – плавное снижение с этого возраста; в обеих популяционных группах мальчиков четко прослеживалось стабильное возрастное повышение функции возбудимости миокарда желудочков от 7-10 до 15-17 лет.

Известно, что на длительность предсердно-желудочковой проводимости существенное влияние оказывает вегетативная нервная система: усиление симпатических воздействий на миокард и снижение тонуса вагуса вызывают ускорение проведения возбуждения через атриовентрикулярный узел и укорочение времени предсердно-желудочковой проводимости. Противоположные процессы, соответственно, способствуют увеличению длительности атриовентрикулярной проводимости (Тупицын И.О. и соавт., 2000).

В наших исследованиях, у школьников постоянно проживающих в климатических условиях Среднего Приобья происходит неравномерное изменение электрической активности миокарда при разном сроке проживания на севере. Длительность атриовентрикулярной проводимости выше у аборигенного населения школьного возраста, особенно у мальчиков 7-10 лет.

Анализ возрастных изменений длительности внутрижелудочковой проводимости показал, что у мальчиков от 7-10 до 15-17 лет параметр изменяется волнообразно, оставаясь большим у уроженцев Среднего Приобья, особенно в 11-14 лет. У девочек показатель остается относительно стабильным, несколько увеличиваясь у девочек *ханты* и снижаясь у уроженок Среднего Приобья с 11-14 лет.

Г.В. Рябыкина и др. (2005) указывают на тот факт, что снижение всего сегмента S-T относительно уровня базовой линии является основным признаком ишемической динамики. По мнению З.З. Дорофеевой (1982), формирование сдвигов сегмента S-T происходит вследствие взаимодействия двух факторов - ухудшения кровоснабжения миокарда через стенозированную коронарную артерию в том участке миокарда, который ей кровоснабжается и нарушения метаболизма в целом.

Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов (2000) снижение процессов реполяризации (снижение зубца Т и снижение S-T в I, II, V5, V6) обозначают как один из показателей развития функциональной кардиопатии, то есть изменений в сердце, возникающих в результате нарушения нейрогуморальной регуляции его деятельности. Как правило, может возникать на фоне синдрома вегетососудистой дистонии, являясь его составной частью, но могут существовать и самостоятельно. Нами отмечено некоторое снижение S-T в указанных авторами отведениях в обеих популяционных группах, кроме девочек, уроженок Среднего Приобья, у которых в 11-14 лет показатель достоверно увеличивался.

Ряд электрофизиологических феноменов, выявляемые на стандартной кардиограмме в детском возрасте, относятся к ряду особенностей детской ЭКГ (Рублева Л.В., 1999, 2008; Макаров Л.М., 2002; Крысюк О.Н., 2007). Достаточно часто на детской ЭКГ встречается синдром ранней реполяризации желудоч-

ков и их преждевременного возбуждения (Мурашко Е.В., 2005). Данный синдром возникает, по мнению ряда авторов, вследствие нарушения в вегетативной сфере с преобладанием вагусного влияния (Бенюмович М.С. и соавт., 1984; Большакова Т.Ю., 1992; Wasserburger R.D. et al., 1961; Morace G. et al., 1979) или является самостоятельным фактором, формирующим сердечную недостаточность (Бобров А.Л. и соавт., 2005; Шуленин С.Н. и соавт., 2008). В наших исследованиях признаки ранней реполяризации желудочков чаще регистрировались в популяционных группах мальчиков – у мальчиков *ханты* в 15-17 лет, у уроженцев Среднего Приобья в 11-14 лет.

Интервал QT (≥ 460 мс) – один из наиболее значимых параметров ЭКГ. Удлинение QT расценивается как один из основных достоверных маркеров риска опасных желудочковых аритмий (Moss A., 1997). Кроме того доказано, что у больных с синдромом удлиненного интервала Q-T имеется врожденный симпатический дисбаланс (асимметрия иннервации сердца) с преобладанием левосторонней симпатической иннервации (Лиманкина И.Н., 2008). Синдром удлиненного интервала Q-T называется еще синдромом замедленной реполяризации. В литературе описаны два варианта врожденного синдрома: с наличием сопутствующей тугоухости и без тугоухости. Прогноз при данном синдроме серьезен (Осколкова М.К., 2004). Е.В. Заклязьминская и др. (2006) установили, что возникновение этого синдрома является результатом мутаций в генах, кодирующих белки сердечных ионных каналов и их модуляторов. В наших исследованиях данный синдром встречался редко, чего нельзя сказать о синдроме короткого Q-T.

Считается, что синдром короткого интервала Q-T – генетическое заболевание, при котором поражается электрическая система сердца. Заболевание характеризуется определенным симптомокомплексом включающим укорочение интервала Q-T (≤ 300 мс), выявляемое методом электрокардиографии, высокими и заостренными зубцами Т. Анатомическая структура миокарда при этом остается нормальной. Синдром короткого интервала Q-T наследуется по аутосомально-доминантному типу. Из-за наследственной природы заболевания и доминантного типа на-

следования, в семьях пациентов прослеживаются случаи внезапной смерти в молодом возрасте (даже в младенчестве), сердцебиения, фибрилляции предсердий (Рябыкина Г.В. и соавт., 2005). Locati E. (2001) ассоциирует синдром короткого интервала Q-T с увеличенным риском внезапной смерти, как правило, вследствие фибрилляции желудочков. Нами установлена *высокая распространенность данного синдрома в популяциях школьников* Сургутского района. Особенно вызывает беспокойство тот факт, что у школьников, уроженцев Среднего Приобья данная особенность биоэлектрической активности миокарда встречается значительно чаще, чем у коренного населения. Кроме того, нами отмечена общая для всех школьников, уроженцев Среднего Приобья тенденция более короткого интервала P-Q, чем у школьников *ханты*, что может свидетельствовать о появлении ранних признаков развития ИБС, гипертонической болезни, гипертиреоза (Арустамов А.С., 2007).

Вероятно, у пришлого населения процесс формирования адаптивных реакций сердечно-сосудистой системы приближается к тем функциональным процессам, которые произошли у *ханты* в процессе онтогенеза и филогенеза в более поздние сроки или с увеличением числа поколений.

Таким образом, частота встречаемости функциональных нарушений деятельности центрального звена кровообращения, в климатических условиях Среднего Приобья, существенно различается в различные возрастные периоды и зависит от длительности проживания на этой территории. Частота выявлений различных функциональных нарушений наиболее высока в период полового созревания, что вероятно связано с рассогласованностью симпатических и парасимпатических влияний на хронотропную функцию сердца. Наибольшее распространение имеет такое функциональное изменение электрической активности, как короткий Q-T.

Дьячкова М.Г. и соавт. (2005) указывают на тот факт, что при прочих равных условиях проживания в одной школе-интернате у детей пришлого населения Ненецкого автономного округа были существенно больше выражены дисфункции сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системы.

Нами установлено, что у детей аборигенного населения севера повышение резервных возможностей центральной гемодинамики наблюдается в разные возрастные периоды – у девочек раньше, у мальчиков позже и является следствием физиологического увеличения размеров сердца и хорошо выраженной насосной функции уже в младшем школьном возрасте.

Показатели гемокардиодинамики, определяемые нами методом эхокардиографии, свидетельствуют о закономерном увеличении линейных размеров сердца (КДР, КСР, МЖП, ЗС) и его объемов с возрастом в обеих популяциях школьников, причем у мальчиков ханты эти показатели преобладают только в 7-10 лет, а в период 11-14 лет линейные размеры становятся выше у уроженцев Среднего Приобья. Более существенные межпопуляционные различия в данных о структурно-функциональном изменении сердца зарегистрированы нами к 15-17 годам. Для школьников *ханты* обеих половых групп с началом периода полового созревания характерна общая направленность на снижение линейных размеров сердца относительно своих сверстников, уроженцев Среднего Приобья, а объемы полостей левого желудочка увеличиваются. Это может объясняться тем, что *ханты* – популяция с высоким уровнем двигательной активности, которую обеспечивает традиционный уклад жизни. Н.А. Фомин с соавторами (2005) сопоставляет интенсивность бытовой деятельностью аборигенного населения с длительной работой на выносливость у спортсменов.

Выявленное нами совпадение более высокого АД (в разные возрасты систолической и диастолической его части) у школьников *ханты*, как мальчиков, так и девочек с динамикой сегмента S-T, так же может указывать на некоторое левожелудочковое перенапряжение, вызванное ростом внутрижелудочкового давления (Рябыкина Г.В. и соавт., 2005).

Современное понимание принципов экономизации функций организма позволяет объективизировать возрастные перестройки, происходящие в организме и дать дополнительные обобщенные сведения об особенностях адаптации детского организма к суровым природно-климатическим условиям Севера (Тюрнина А.И., 2003).

Многочисленные исследования вегетативной регуляции сердечного ритма подтверждают, что колебания статистических характеристик variability ритма раньше, чем другие функциональные показатели сигнализируют о чрезмерности нагрузки, так как нервная и гуморальная регуляция кровообращения изменяются раньше, чем выявляются энергетические, метаболические и гемодинамические нарушения (Демина Д.М. и соавт., 1986; Безруких М.М., 1989; Волокитина Т.В. и соавт., 2004).

При напряжении механизмов адаптации наблюдается уменьшение вариационного размаха и увеличение *индекса напряжения*. Перенапряжение регуляторных механизмов влечет за собой одновременное повышение тонуса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, что находит выражение в увеличении моды и уменьшении вариационного размаха (Кубергер М.Б., 1999). Наши исследования совпадают с этим мнением и показывают, что у мальчиков и девочек *ханты* 7-10 лет установлена высокая доля как адренергических, так и холинергических влияний, но в онтогенезе (к 15-17 годам) тонус вегетативной нервной системы смещается в сторону парасимпатического отдела. У 11-14-летних девочек выявлено состояние напряжения регуляторных механизмов с малым вариационным размахом и большой амплитудой моды, что соответствует высокому уровню активности симпатoadреналовой системы. По всей видимости, периоды напряжения механизмов адаптации у относительно здоровых детей коренной национальности ханты в младшем и среднем школьном возрасте у девочек и младшем у мальчиков, следует считать периодами временного риска срыва адаптации.

Возрастная динамика водителя ритма у школьников, уроженцев Среднего Приобья отражает известную тенденцию повышения парасимпатической активности вегетативной нервной системы с возрастом, что совпадает с закономерностями роста и развития детского организма и подтверждается другими авторами (Сирота Т.И., 1980; Волокитина Т.В. и соавт., 2004). Однако, уровень симпатических влияний на хронотропную функцию сердца у девочек, уроженок Среднего Приобья к 11-14 годам выше, чем у мальчиков. Это, по-видимому, связано у девочек с

более ранним периодом полового созревания (Агаджанян Н.А. и соавт., 2006). Высокий уровень напряжения регуляторных механизмов у мальчиков 15-17 лет и девочек 11-14 лет позволяет говорить о снижении функциональных резервов у школьников этого возраста.

В настоящее время является общепризнанным участие симпатической нервной системы в реакциях организма на острое охлаждение, которая увеличивает теплопродукцию и регулирует теплоотдачу (Ефес Е.Д., 1992; Козырева Т.В., 1992; Колпаков В.В. и соавт., 1996). Вероятно, этот процесс и закрепился в онтогенезе и выразился такой специфичностью у *ханты*, особенно у девочек.

Установленные нами особенности в напряжении механизмов адаптации у детей школьного возраста с учетом пола, возраста и длительности проживания в специфичных климатических условиях Среднего Приобья свидетельствуют о характере зависимости физиологических процессов от конкретных средовых факторов. Сравнительное изучение возрастных и популяционных изменений физиологических показателей деятельности сердечно-сосудистой системы организма школьников в климатических условиях Среднего Приобья позволило установить специфические адаптационные реакции регуляторных систем напрямую зависящих от длительности проживания в этой среде. Корреляционный анализ показал, что наибольшее количество сильных связей между параметрами ЭХО и вариационной пульсометрии выявлено нами у девочек *ханты* 11-14 лет и у девочек, уроженок Среднего Приобья 15-17 лет. В группах мальчиков *ханты* такая взаимосвязь установлена минимальное количество раз в 7-10 лет, а у уроженцев Среднего Приобья она отсутствовала вообще.

Нами установлено, что у девочек *ханты* к 11-14 годам постепенно нарастает теснота корреляционных связей эхокардиографических показателей с показателями как симпатической, так и парасимпатической активности. У мальчиков тот процесс касается преимущественно линейных размеров сердца и постепенно нарастает к 15-17 годам. В популяции уроженцев Среднего Приобья, у мальчиков 7-10 лет, практически все обсуждаемые эхокардиографические показатели имеют значительную корреляционную связь с водителем ритма, которая с возрастом осла-

бевают.

Таким образом, опираясь на теорию фазности течения реакций адаптации Г. Селье (1960, 1992), популяция *ханты* эволюционно-генетически находится в *третьей фазе адаптации – устойчивой адаптации*, для которой характерно приобретение организмом неспецифической и специфической резистентности – устойчивости. Эта фаза требует напряженного управления, что и обуславливает невозможность ее бесконечного протекания.

Физическое развитие обследованных нами школьников свидетельствовало о преобладании мезоморфных процессов в младшем школьном возрасте и возрастанием числа случаев умеренно брахиморфных пропорций в старшем школьном возрасте. Вероятно, более низкие показатели асимметрии, объема фазового пространства по весоростовым признакам и интегральным параметрам у современного подрастающего поколения *ханты* указывают на процесс грацилизации уже в 7-10 лет, а у школьников, уроженцев Среднего Приобья – на отдельные проявления акцелерации.

Дифференциальная оценка функции сердечно-сосудистой системы показала, что 74 % обследованных детей *ханты* и 50 % детей уроженцев Среднего Приобья имели *гиперкинетический тип кровообращения*.

Выявлены популяционные особенности биоэлектрической активности миокарда детей *ханты* 7-17 лет. У девочек установлена высокая возбудимость миокарда предсердий и желудочков в 7-10 лет; у мальчиков на всех этапах онтогенеза – низкая предсердная, а в 15-17 лет и желудочковая возбудимость. Длительность предсердной проводимости в обеих половых группах *ханты* оставалась высокой, в то время как атриовентрикулярная проводимость характеризовалась как низкая. Удлинение времени проведения возбуждения по предсердиям и желудочкам сердца у мальчиков, уроженцев Среднего Приобья среднего и старшего школьного возраста совпадает со временем наиболее быстрого увеличения общего размера сердца в этом возрасте. Наиболее выраженные различия параметров *аттракторов* ВСОЧ установлены в группах школьников 11-14 лет.

Полученные данные стандартной электрокардиографии

свидетельствовали о высокой частоте встречаемости номотопных аритмий в популяции *ханты* (75 %), особенно в младшем школьном возрасте. У уроженцев Среднего Приобья дизритмии зарегистрированы в более 50 % случаев.

У школьников *ханты* 7-10 лет установлена высокая доля как адренергических, так и холинергических влияний, но в онтогенезе, в обеих популяционных группах, (к 15-17 годам) тонус вегетативной нервной системы смещался в вагальную сторону. В 7-10 лет у мальчиков и в 11-14 лет у девочек *ханты* выявлено некоторое напряжение регуляторных механизмов с малым вариационным размахом и большим индексом напряжения и амплитудой моды, что может быть обусловлено снижением функции парасимпатической и повышением функции симпатической нервной системы. В группах уроженцев Среднего Приобья эти периоды приходятся на 11-14 лет у девочек и 15-17 лет у мальчиков.

К 7-10 годам у мальчиков и 11-14 годам у девочек *ханты*, а также 7-10 годам у мальчиков и 15-17 годам у девочек, уроженцев Среднего Приобья происходит увеличение числа значительных и сильных корреляционных связей между изученными параметрами электро- и эхокардиографии и вариационной пульсометрии, что свидетельствует об усилении адаптационного напряжения сердца в этом возрасте.

Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы с использованием предложенных методов показано всем детям школьного возраста в целях повышения информативности оценки и мониторинга общего функционального состояния организма и выраженности вегетативных расстройств. Снижение текущего функционального состояния вегетативной нервной системы ребенка, вероятно, является самостоятельным фактором риска развития сердечно-сосудистой патологии.

При принятии решения об отнесении ребенка к группе риска по сердечно-сосудистой патологии, при занятиях физической культурой в спецмедгруппах, а также возможной постановке на диспансерный учет, необходимо учитывать общее функциональное состояние вегетативной нервной системы, ориентируясь на показатель суммарной активности регуляторных механизмов по среднему квадратическому отклонению интервала R-

R (СКО R-R), баланс отделов вегетативной нервной системы и показатель симпатической активности – I_n , отражающий степень централизации управления сердечным ритмом.

При необходимости проведения медикаментозной коррекции выбор лекарственного препарата должен осуществляться с учетом исходного вегетативного статуса.

ОСНОВНАЯ ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Авцын А.П. Патология человека на Севере / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, А.Г. Марачев. – М.: Медицина, 1985. – 215 с.
2. Агаджанян Н.А. Критерии адаптации и экопортрет человека / Н.А. Агаджанян // Бюл. СО АМН СССР. – 1981. – №6. – С. 35.
3. Агаджанян Н.А. Человек и биосфера. Медико-биологические аспекты / Н.А. Агаджанян. – М.: Знание, 1987а. – 93 с.
4. Агаджанян Н.А. Экология человека / Н.А. Агаджанян. – М.: КРУК, 1987б. – 297 с.
5. Агаджанян Н.А. Интегративная антропология и экология человека: области взаимодействия / Н.А. Агаджанян, Б.А. Никитюк, И.Н. Полунин. – М; Астрахань: Изд-во АГМИ, 1995. – 134 с.
6. Агаджанян Н.А. Человек в условиях Севера / Н.А. Агаджанян, П.Г. Петрова. – М.: КРУК, 1996. – 208 с.
7. Агаджанян Н.А. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы юношеского организма / Н.А. Агаджанян, И.В. Руженкова, Ю.П. Старшинов // Физиология человека. – 1997. – Т.23, №1. – С. 93-97.
8. Агаджанян Н.А. Экологический портрет человека на Севере / Н.А. Агаджанян, Н.В. Ермакова. – М., 1997. – 205 с.
9. Агаджанян Н.А. Экологическая физиология человека / Н.А. Агаджанян, А.Г. Марачев, Г.А. Бобков. – М.: КРУК, 1998. – 416 с.
10. Агаджанян Н.А. Учение о здоровье и проблемы адаптации / Н.А. Агаджанян, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2000. – 204 с.
11. Агаджанян Н.А. Уровень здоровья и адаптации у населения Крайнего Севера / Н.А. Агаджанян, Л.В. Саламатина, Е.Н. Леханова. – Москва, Надым, 2002. – 160 с.
12. Агаджанян Н.А. Критерии и нормы здоровья в различных экологических условиях. / Н.А. Агаджанян, Г.А. Егорова, П.Г. Петрова // Вопросы профилактической медицины в регионах Крайнего Севера: Тезисы научно-практической конференции. – Надым, 2004. – С. 4-5.
13. Агаджанян Н.А. Физиология человека / Н.А. Агаджанян, Л.З. Тель, В.И. Циркин и др. – М.: Медицинская книга; Н.Новгород: Изд-во НГМА, 2005. – 526 с.
14. Агаджанян Н.А. Проблемы адаптации и учение о здоровье / Н.А. Агаджанян, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 284 с.
15. Агбалян Е.В. Липидный профиль и его нарушения на Крайнем Севере / Е.В. Агбалян. – Надым, 2004. – 108с.
16. Адаптогены в медицинских и биологических системах (Теория и практика восстановительной медицины. Том III): Монография / Хадарцев А.А. [и др.]; [науч. Ред. А.А. Хадарцева и В.М. Еськова] – Тула: ООО РИФ «ИНФРА» – Москва, 2005. – 220 с.

17. Александров А.А. Эпидемиология и профилактика повышения артериального давления у детей и подростков / А.А. Александров, В.Б. Розанов // Рос. педиатр. журнал. – 1998. - № 2. – С. 16-23.
18. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем / П.К. Анохин. – М.: Медицина, 1975. – 447 с.
19. Аринчин Н.И. Становление и развитие периферических «сердец» в онтогенезе / П.И. Аринчин, Я.Т. Володько, Г.Д. Недвецкая – Минск: Наука и техника, 1986. – 208 с.
20. Арон Д.И. Материалы по физическому развитию детей и подростков городской и сельской местности СССР / Д.И. Арон, А.Б. Ставицкая. – М., 1965. – С. 5-53.
21. Артемова Н.А. Состояние здоровья детей города Северодвинска – Государственного Российского Центра атомного судостроения / Н.А. Артемова, Л.И. Меньшикова, Л.А. Ощуркова // Экология человека. – 2003. – № 6. – С. 34-37.
22. Арустамов А.С. Анализ показателей электрокардиограмм и причины их разночтений / А.С. Арустамов. – Москва: Триада-Х, 2007. – 64 с.
23. Аршавский И.А. Очерки по возрастной физиологии / И.А. Аршавский. – М.: Медицина, 1967. – 476 с.
24. Аршавский И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития / И.А. Аршавский. – М.: Наука, 1982. – 270 с.
25. Бабейко Р.В. Состояние физиологических и психофизиологических свойств 16-17-летних школьников при общеобразовательном и инновационном обучении: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Р.В. Бабейко. – Тюмень, 2004. – 23 с.
26. Баевский Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов – М.: Институт медико-биологических проблем, ММА, 2000. – 253 с.
27. Балтиков А.Р. Сравнительный анализ параметров организма учащихся, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта в условиях Югры: Дис. ... к.б.н., Сургут, 2009. – 129 с.
28. Безруких М.М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 416 с.
29. Безруких М.М. Особенности регуляции сердечного ритма у школьников 13-16 лет под влиянием учебных занятий / М.М. Безруких // Физиология человека. – 1989. - № 2. – С. 85-87.
30. Беляева О.Е. Конституциональные особенности физического статуса близоруких девушек: автореф. канд. мед. наук. / О.Е. Беляева. - Красноярск, 2005. - 27 с.
31. Бенюмович М.С. Дифференциальная диагностика синдрома преждевременной реполяризации желудочков и поражений миокарда / М.С. Бенюмович, С.Н. Сальников // Кардиология. – 1984. – Т. 24, № 5. – С.96-99.

32. Богданов А.Н. Артериальная гипертензия, мозговой инсульт и хроническая цереброваскулярная патология в Среднем Приобье / А.Н. Богданов // Актуальные проблемы адаптации человека: межвузовский сборник научных трудов. – Сургут, 2001. – С. 12-17.
33. Буганов А.А. Вопросы профилактической кардиологии в экологически нестабильном районе Крайнего Севера / А.А. Буганов, Е.Л. Уманская, Л.В. Саламатина – Надым, 2000. – 204 с.
34. Буганов А.А. Микроэлементные маркеры патологических клинических синдромов у некоренных жителей Ханты – Мансийского автономного округа / А.А. Буганов, Т.Я. Корчина, Л.И. Кирилук // Вестник Санкт – Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова. – 2008. – № 1. – С.58 – 62.
35. Бутова О.А. Прогностическая значимость морфотипа и компонентного состава тела (сообщение второе) / О.А. Бутова // Российские морфологические ведомости. – 1998. - № 1-2. – С. 193-197.
36. Важенин А.А. Физическое развитие и функциональное состояние организма детей 8-11 лет отдельных этнических групп Тюменского Севера: автореф. дисс. ... канд. мед. наук / А.А. Важенин // Тюм. гос. ун-т. – Тюмень, 2002. – 19 с.
37. Ванюшин Ю.С. Показатели кардиореспираторной системы у спортсменов разного возраста / Ю.С. Ванюшин // Физиология человека. – 1998. – Т. 24, № 3. – С. 105-108.
38. Вейн А.М. Вегетативно-сосудистая дистония / А.М. Вейн, А.Д. Соловьева, О.А. Колосова. – М.: Медицина, 1981. – 306 с.
39. Вельтищев Ю.Е. Рост ребенка: закономерности, нормальные вариации, соматотипы, нарушения и их коррекция / Ю.Е. Вельтищев. – М.: Наука, 2000. - 78 с.
40. Вечканов И.Н. Использование методов системного анализа и синтеза в изучении динамики инфекционных заболеваний в условиях Югры: Автореф. дис. ... к.м.н., Сургут, 2009.– 27 с.
41. Волокитина Т.В., Грибанов А.В. Вариабельность сердечного ритма у детей младшего школьного возраста / Т.В. Волокитина, А.В. Грибанов // Вариабельность сердечного ритма у детей младшего школьного возраста. – Архангельск: Поморский ун-т, 2004. – 194 с.
42. Воронцов И.М. Закономерности физического развития детей и методы его оценки / И.М. Воронцов. – СПб.: ЛПМИ, 1986. – 56 с.
43. Вяткина Г.Я. Использование различных подходов для оценки физического здоровья детей: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Г.Я. Вяткина. – Тюмень, 2004. – 18 с.
44. Галлеев А.Р. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6-16 лет / А.Р. Галлеев, Л.Н. Игишева, Э.М. Казин // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. - № 4. – С. 54-58.
45. Гацко Ю.С. Системный анализ эффективности лечения отомикоза желатиновыми плёнками: Автореф. дис. ... к.м.н., Сургут, 2009.– 23 с.

46. Гребнева Н.Н. Закономерности процессов развития и функциональные резервы детского организма в условиях Западной Сибири / Н.Н. Гребнева, А.Б. Загайнова, Т.В. Сазанова // Тезисы докладов на XVIII съезде физиологов России. – Казань, 2001. – С.503.
47. Гребнева Н.Н. Эколого-физиологический портрет современных детей и подростков в условиях Тюменской области / Н.Н. Гребнева // Эколого-физиологический портрет современных детей и подростков в условиях Тюменской области. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2006. – 240 с.
48. Губин Г.Д. Здоровье человека на Севере и некоторые проблемы хронобиологии / Г.Д. Губин, Д.Г. Губин, П.И. Комаров // Медикобиологические и экологические проблемы здоровья человека на Севере: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Ч.1. – Сургут: СурГУ, 2000. – С. 64-66.
49. Гудков А.Б. Реакция регуляторных систем организма рабочих при экспедиционно-вахтовом режиме труда в Заполярье / А.Б. Гудков, Ю.Р. Теддер // Экология человека, 2000. - № 1. – С. 5-9.
50. Гуминский А.А. Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии / А.А. Гуминский, Н.Н. Леонтьева, К.В. Маринова. – М.: Просвещение, 1990. – 239 с.
51. Данишевский Г.М. Патология человека и профилактика заболеваний на Севере / Г.М. Данишевский. – М.: Медицина, 1968. – 412 с.
52. Денежкина В.Л. Циркадианные ритмы показателей кардиореспираторной системы и оценка биологического возраста у коренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа: автореф. дис. ... канд. мед. наук / В.Л. Денежкина. – Тюмень, 2005. – 22 с.
53. Дерпак В.Ю. Сравнительный системный анализ параметров стоматологического статуса детей коренного и пришлого населения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: Автореф. дис. ... к.м.н., Сургут, 2009.– 24 с.
54. Долгушин А.Е. Сравнительный системный анализ околосуточных ритмов показателей кардио-респираторной системы и биологического возраста жителей югры и юга тюменской области: Автореф. дис. ... к.м.н., Сургут, 2009.– 25 с.
55. Дощицын В.Л. Практическая электрокардиография / В.Л. Дощицын. – М.: Медицина, 1987. – 336 с.
56. Евдокимов В.Г. Возраст и амплитудно-временные характеристики ЭКГ у жителей Севера / В.Г. Евдокимов, Н.Г. Варламова // Кардиология. – 2001. - № 2. – С. 75-78.
57. Еськов В.М., Филатова О.Е. Куделькин В.А. Рефлексометр. А.с. СССР №1807591. Москва. 1990.
58. Еськов В.М., Филатова О.Е., Якунин В.Е. Способ регуляции дыхания. А.с. СССР № 1745268. Москва. 1990.
59. Еськов В.М., Филатова О.Е., Якунин КЕ. Способ восстановления дыхания у экспериментальных животных. А.с. СССР № 1794457. Москва. 1990.

60. Еськов В.М., Филатова О.Е., Горев Е.С. Устройство для разрушения локальных структур организма. А.с. СССР М2 1826196. Москва. 1990.
61. Еськов В.М., Филатова О.Е., Иващенко В.П. Компьютерная идентификация иерархических компартментных нейронных сетей // Измерительная техника. 1994. №8. С. 67–72.
62. Еськов В.М. Автоматическая идентификация дифференциальных уравнений, моделирующих нейронные сети // Измерительная техника. 1994. №3. С. 66–68.
63. Еськов В.М. Введение в компартментную теорию респираторных нейронных сетей / В.М. Еськов. – М.: Наука, 1994. – 168 с.
64. Еськов В.М. Компартментная теория респираторных нейронных сетей. / Автореферат дисс. на соиск.уч.ст. д.ф.–м.н. Красноярск, 1994.
65. Еськов В.М., Филатова О.Е. Компьютерная идентификация респираторных нейронных сетей. Монография, ОНТИ РАН, Пушкино. 1994. 84 с.
66. Еськов В.М. Компьютерная идентификация респираторных нейронных сетей. / Монография, Пушкино, 1994., – 92 с.
67. Еськов В.М., Филатова О.Е. Биофизический мониторинг в исследованиях действия ГАМК и ее производных на нейросетевые системы продолговатого мозга: Монография. – Пушкино: РАН ОНТИ, 1997. – 160 с.
68. Еськов В.М., Филатова О.Е. Компартментный подход при моделировании нейронных сетей. Роль тормозных и возбуждающих процессов // Биофизика. 1999. том 44. вып.3. С. 518 – 525.
69. Еськов В.М., Кулаев С.В. Идентификация периодических электрофизиологических сигналов. / Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2000610600, Роспатент, Москва, 2000.
70. Еськов В.М. Поддержка одаренности – социальная необходимость для обеспечения безопасности России: Монография. РАН: Изд-во СурГУ, 2001. 205 с.
71. Еськов В.М. Федеральные и региональные аспекты проблемы поддержки одаренных в России. Сургут: Изд-во СурГУ, 2001., 90 с.
72. Еськов В.М., Бондарева В.В., Попов Ю.М. Исследование переходных процессов в респираторных нейронных сетях в условиях действия ГАМК и ее производных // Вестник новых медицинских технологий. 2002. т. IX. № 3., С. 7–8.
73. Еськов В.М. Компартментно–кластерный подход в исследованиях биологических динамических систем (БДС). Монография. – Ч.1. Межклеточные взаимодействия в нейрогенераторных и биомеханических кластерах. – Самара: Изд-во «НТЦ», 2003. – 198 с.
74. Еськов В.М., Хадарцев А.А. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Часть IV. Обработка

информации, системный анализ и управление (общие вопросы в клинике, в эксперименте). Монография. – Тула: Изд-во ТулГУ. 2003. – 203 с.

75. Еськов В.М. Адаптационные реакции сердечно-сосудистой системы жителей ХМАО на резкие перепады температур в зимнее время / В.М. Еськов, О.Е. Филатова, В.А. Рачковская // Эколого-физиологические проблемы адаптации: материалы Международного симпозиума. – М.: Изд-во РУДН, 2003. – С. 187-188.

76. Еськов В.М., Филатова О.Е. Экологические факторы Ханты–Мансийского автономного округа: Часть I – Самара: ООО «Офорт», 2004. (гриф РАН), 182 с.

77. Еськов В.М., Филатова О.Е., Карпин В.А., Папшев В.А. Экологические факторы Ханты–Мансийского автономного округа: Часть II Безопасность жизнедеятельности человека на севере РФ. / Самара: ООО «Офорт», (гриф РАН), 2004, 172 с.

78. Еськов В.М., Ефремов А.В., Степаненко П.Ю. Поддержка одаренной молодежи в России. Опыт Югры. Часть I // Монография, Самара – 2004, Офорт (гриф РАО), 225 с.

79. Еськов В.М., Живогляд Р.Н. Клинические аспекты кластерной теории фазотона мозга (регуляция ФСО человека и гомеостаза в целом) // Монография, Самара – 2004, Офорт, 120 с.

80. Еськов В.М., Ведясова О.А., Филатова О.Е. Системный компартиментно – кластерный анализ механизмов устойчивости дыхательной ритмики млекопитающих. // Монография, Самара – 2005, Офорт (гриф РАН), 198 с.

81. Еськов В.М., Ефремов А.В., Пшенцова И.Л. Поддержка одаренной молодежи в России. Опыт Югры в связи с переходом на профильное образование. Часть II. // Монография, Самара – 2005, Офорт (гриф РАО), 180 с.

82. Еськов В.М., Пшенцова И.Л., Томазова А.Н. Дидактические материалы к элективным курсам в образовательных учреждениях ХМАО–Югры. / Под ред. А.М. Новикова Самара: ООО «Офорт», 2006. – 158 с.

83. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Синергетика в клинической кибернетике. Часть I. Теоретические основы системного синтеза и исследований хаоса в биомедицинских системах. (монография) / Под ред. Академика РАН и РАМН Григорьева А.И. Самара: ООО «Офорт», 2006. – 233 с.

84. Еськов В.М. Основы теории хаоса и синергетики / В.М. Еськов, А.А. Хадарцев // Экстремальная медицина. Проблемы экстремальных состояний: материалы научно-практической конференции. – Владикавказ, 2006. – С. 86-91.

85. Еськов В.М. Программа идентификации параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m-мерном пространстве / В.М. Еськов, М.Я. Брагинский, С.Н. Русак, А.А. Устименко, Ю.В. Добрынин. – Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2006613212. РОСПАТЕНТ. – Москва, 2006.

86. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Синергетика в клинической кибернетике. Часть II. Особенности саногенеза и патогенеза в условиях Ханты – Мансийского автономного округа – Югры. / Под ред. Академика РАН и РАМН А.И. Григорьева Самара: ООО «Офорт», 2007. – 292 с.
87. Еськов В.М., Добрынина И.Ю., Филатова О.Е., Пятин В.Ф. Синергетика в клинической кибернетике. Часть III. Синергетический подход в клинике метаболических нарушений (монография) / Под ред. Академика РАН и РАМН А.И. Григорьева Самара: ООО «Офорт», 2007. – 281 с.
88. Еськов В.М., Климов О.В., Филатова О.Е. Состояние функций организма учащихся Ханты – Мансийского автономного округа – Югры. – 2009 – 163 с.
89. Ефес Е.Д. Механизм влияния симпатической нервной системы на рецепторы кожи / Е.Д. Ефес // Нейрофизиология. – 1992. – Т. 24. – № 5. – С. 552-559.
90. Жафярова С.А., Лысова Н.Ф. Основные закономерности роста и развития детей и подростков / С.А. Жафярова, Н.Ф. Лысова. – Новосибирск: Изд-во гос. пед. ун-та, 1997. – 30 с.
91. Завертаная Е.И. Психофизиологические особенности состояния организма школьников выпускных классов общеобразовательных школ г. Тюмени: автореф. дис. ... к.б.н. / Е.И. Завертаная. – Тюмень, 2002. – 22 с.
92. Захарова Л.Б. Особенности течения адаптационных реакций у подростков коренных народностей Севера / Л.Б. Захарова, Л.А. Нагирная, Г.Н. Светличная // Бюл. Сиб. отд. АМН СССР. – 1988. – № 5,6. – С. 16-19.
93. Зуевский В.П. Экологическая ситуация и медицинские проблемы в Ханты-Мансийском автономном округе // Медико-биологические и экологические проблемы здоровья человека на Севере: материалы Всерос. научно-практической конференции. Ч.1. – Сургут: СурГУ, 2000. – С. 59-64.
94. Изаак С.И. Характеристика физического развития школьников различных регионов России / С.И. Изаак, Т.В. Панасюк // Гигиена и санитария. – 2005. - № 5. – С. 61-64.
95. Информационные технологии в медицине. / Монография / Хадарцев А.А. [и др.]; [научн.ред. А.А. Хадарцева] – Тула, 2006. – 272 с.
96. Казначеев В.П. Адаптация и конституция человека / В.П. Казначеев, С.В. Казначеев – Новосибирск: Наука, 1986. – 118 с.
97. Казначеев В.П. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения / В.П. Казначеев, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева – Л.: Медицина, 1980. – 235 с.
98. Казначеев В.П. Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт / В.П. Казначеев, В.Ю. Куликов, Л.Е. Панин – Л.: Медицина, 1980. – 199 с.
99. Казначеев В.П. Особенности экологических факторов высоких широт / В.П. Казначеев, В.Ю. Куликов. – Л.: Медицина, 1980. – С. 10-23.

100. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации / В.П. Казначеев. – Новосибирск.: Наука, 1980. – 192 с.
101. Калмин О.В. Антропометрическая характеристика населения Пензенского региона в возрасте 16-21 года / О.В. Калмин, Т.Н. Галкина // Морфологические ведомости. – 2007. – № 1-2. – С. 244-249.
102. Калюжная Р.А. Физиология и патология сердечно-сосудистой системы у детей и подростков / Р.А. Калюжная. – М.: Медицина, 1973. – 327 с.
103. Капустина Т.А. Этнические особенности распространенности хронических заболеваний уха, горла и носа у детей северных регионов Восточной Сибири / Т.А. Капустина // Педиатрия. – 2001. – № 2. – С. 49-51.
104. Козупица Г.С. Информационно-энтропийная и физиологическая оценки типов морфофункциональных изменений сердца в процессе долговременной адаптации человека к физическим нагрузкам / Козупица Г.С., Ратис Ю.Л., Ратис Е.В. // Теория и практика физ. культуры. – 2000. – N 1. – С. 5-8.
105. Козырева Т.В. Модуляция функциональных свойств терморецепторов кожи / Т.В. Козырева // Нейрофизиология. – 1992. – Т.24. – N 5. – С. 542-551.
106. Койносов П.Г. Формирование экологического типа у детей на Тюменском Севере / П.Г. Койносов [и др.] // Медико-биологические и экологические проблемы здоровья человека на Севере: материалы Всерос. научно-практической конференции. Ч.1. – Сургут: СурГУ, 2000. – С. 72-76.
107. Колпаков В.В. Реактивность сердечно-сосудистой системы к нейромедиаторам в условиях низких температур / В.В. Колпаков, В.Н. Ананьев – Тюмень, 1996. – 206 с.
108. Копосова Т.С. Соматотипы и особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у 11-12-летних детей, проживающих в условиях приполярного региона / Т.С. Копосова, С.Ф. Лукина, И.А. Савенкова // Экология человека. – 2008. – № 5. – С. 21-27.
109. Корчина И.В. Сравнительный системный анализ эффективности сахароснижающей терапии у больных сахарным диабетом 2-го типа в постинфарктном периоде: Автореф. дис. ... к.м.н., Сургут, 2009. – 28 с.
110. Кострубина В.А. Системный анализ эффективности диагностики и оптимального управления программой диспансеризации и реабилитации больных «холодовой» бронхиальной астмой на севере: Автореф. дис. ... к.м.н., Сургут, 2009. – 27 с.
111. Кошевой О.А. Системный анализ влияния комплекса реабилитационных мероприятий на параметры организма больных, перенесших инсульт: Автореф. дис. ... к.б.н., Сургут, 2009. – 20 с.
112. Кривошеков, С.Г. Характеристика морфологических особенностей и функционального состояния организма подростков в условиях адаптации к Северу / С.Г. Кривошеков, Н.Н. Гребнева // Физиология человека. – М.: Наука, 2000. – Т. 26, № 2. – С. 93-98.

113. Крысюк О.Н. Возрастные, типологические и индивидуальные особенности биоэлектрической активности миокарда и автономной нервной регуляции сердечного ритма у детей 7-11 лет: автореф. дис. ... канд. биол. наук / О.Н. Крысюк. – Москва, 2007. – 20 с.
114. Кузнецова О.В., Особенности регуляции звеньев респираторно-гемодинамической системы у детей младшего школьного возраста: автореф. дис. канд. биол. наук / О.В. Кузнецова. – Москва, 2007. – 21 с.
115. Куликов В.Ю. Структура заболеваемости на Крайнем Севере / В.Ю. Куликов // Клинические аспекты полярной медицины / под ред. В.П. Казначеева. – М.: Медицина, 1986. – С. 169-180.
116. Курзина С.Ю. Системный анализ и синтез параметров аттракторов динамики поведения вектора состояний больных сахарным диабетом 2 типа: Автореф. дис. ... к.м.н., Сургут, 2008. – 27 с.
117. Куртев С.Г. Исследование кардиореспираторной системы у лиц, занимающихся физической культурой и спортом / С.Г. Куртев, Л.А. Лазарева – Омск: СибГАФК, 1997. – 52 с.
118. Кучма В.Р. Медико-социальные аспекты формирования здоровья младших школьников / В.Р. Кучма, И.В. Звездина, Н.С. Жигарева // Вопросы современной педиатрии. – 2008. – Т. 7, № 4. – С. 9-12.
119. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1968. – 284 с.
120. Леонтьева И.В. Лекции по кардиологии детского возраста / И.В. Леонтьева. – М.: ИД Медпрактика-М, 2005. – С. 536.
121. Лиманкина И.Н., Синдром удлиненного интервала QT и проблемы безопасности психофармакотерапии / И.Н. Лиманкина // Вестник аритмологии. – 2008. – № 52. – С. 66-71.
122. Литовченко О.Г. Некоторые параметры внешнего дыхания уроженцев Среднего Приобья 7-20 лет / О.Г. Литовченко // Экология человека. – 2009. – № 1. – С. 43-46.
123. Литовченко О.Г. Особенности морфофункционального и психофизиологического развития уроженцев Среднего Приобья в возрасте 7-20 лет: автореф. дис. ... д.б.н. / О.Г. Литовченко. – Челябинск, 2009 – 44 с.
124. Логинов С.И. Многофакторный анализ поведения, связанного со здоровьем студентов-ювеналов Среднего Приобья / С.И. Логинов, М.П. Комиссаров // Совершенствование системы физического воспитания, оздоровления детей и учащейся молодежи в условиях различных климато-географических зон: материалы Всероссийской конференции. – Сургут, 2000. – С. 34-36.
125. Логинов С.И. Системный анализ и управление физической активностью человека в условиях ХМАО-Югры: автореф. дис. ... д.б.н. / С.И. Логинов // СурГУ. – Сургут, 2008. – 46 с.
126. Логинов С.И. Электрокардиографические показатели детей Северного Приобья: исследование в рамках школьной службы здоровья / С.И. Логинов, С.И. Борисовская // Совершенствование системы физического воспитания, оздоровления детей и учащейся молодежи в условиях различных климатогеографических зон: материалы Всерос-

сийской научно-практической конференции. – Сургут: Изд-во СурГУ, 2000. – С. 113-117.

127. Лучанинова В.Н. Медико-биологические проблемы адаптации и здоровья / В.Н. Лучанинова // Проблемы первичной профилактики и восстановительного лечения: сборник научных трудов. – Новосибирск, 1994. – С. 47-55.

128. Лушнов М.С., Кидалов В.Н., Хадарцев А.А., Еськов В.М. Влияние ритмов геокосмоса на функциональное состояние организма и систему крови. / Под ред. Хадарцева А.А.. – Санкт – Петербург – Тула: ООО РИФ «ИНФРА», 2007. – 188 с.

129. Лысакова Т.Н. Особенности адаптивных реакций организма студентов первого курса при комбинированном воздействии факторов учебного процесса: автореф. дис. ... к.б.н. / Т.Н. Лысакова. – Петропавловск, 2005. – 25 с.

130. Макаров В.А. Основные законы, формулы, уравнения / В.А. Макаров. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. – 112 с.

131. Макаров Л.М. ЭКГ в педиатрии / Л.М. Макаров. – М.: ИД «Медпрактика-М», 2002. – 274 с.

132. Меерсон Ф.З. Основные закономерности индивидуальной адаптации. Срочный и долговременный этапы адаптации / Ф.З. Меерсон // Физиология адаптационных процессов. Руководство по физиологии. – М.: Наука, 1986. – 10 с.

133. Мурашко Е.В. Стандартная электрокардиограмма в диагностике пороков сердца у детей / Е.В. Мурашко // Педиатрия. – 2003 - № 6. – С. 73-76.

134. Мызников И.Л. Информационная модель развития адаптации / И.Л. Мызников // Физиология человека. – 1995. – № 4. – С. 63-68.

135. Назарова И.Б. О здоровье населения в современной России / И.Б. Назарова // Социс. – 1998. – № 11. – С. 117-123.

136. Никитюк Б.А. Современные проблемы антропологии и перспективы их развития / Б.А. Никитюк, А.Г. Щедрина, Н.Ф. Жвавый // Мат. 3 съезда анат., гист., эмбриол. РФ – Тюмень, 1994. – С. 32.

137. Нифонтова О.Л. Системный анализ параметров сердечно-сосудистой системы учащихся Югры: Дис. ... д.б.н., Сургут, 2009. – 363 с.

138. Новокрестова С.В. Особенности эпидемической ситуации в отношении ИБС и факторов риска среди рассредоточено проживающего коренного (малочисленного) населения на Крайнем Севере: Автореф. дисс. ... к.м.н. / С.В. Новокрестова. – Надым, 2000. – 30 с.

139. Ноздрачев А.Д. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы / А.Д. Ноздрачев, Ю.В. Щербатых // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 6. – С. 95-101.

140. Ныркова Л.Б. Хронотипологические особенности некоторых физиологических показателей адаптации первокурсников медицинского вуза / Л.Б. Ныркова, М.Ф. Сауткин // Эколого-физиологические

проблемы адаптации: материалы X Международного симпозиума. – Москва, 2001. – С. 385-387.

141. Образовательный процесс России в аспекте синергетики и перехода в постиндустриальное общество. / В.М. Еськов; под общей ред. А.М. Новикова. – Самара: ООО «Офорт», 2008. – 299 с.

142. Овчаров Е.А. Здоровье населения Российской Федерации: Анализ и оценка / Е.А. Овчаров. – Нижневартовск, 1996. – 237 с.

143. Оганов Р.Г. Сердечно-сосудистые заболевания в Российской Федерации во второй половине XX столетия: тенденции, возможные причины, перспективы / Р.Г. Оганов // Кардиология. – 2000. - № 6. – С. 4-8.

144. Осколкова М.К. Электрокардиография у детей / М.К. Осколкова, О.О. Куприянова. – М.: МЕДпресс, 2001. – 352 с.

145. Поборский А.Н. Особенности вегетативной регуляции и ферментный статус лимфоцитов у школьников в неблагоприятных климато-экологических условиях Среднего Приобья / А.Н. Поборский, О.В. Третьяк, Е.В. Поборская // Педиатрия. – 2002. - № 2. – С. 69-73.

146. Поборский А.Н. Особенности вегетативной регуляции и цитохимического статуса лимфоцитов у детей перед началом обучения в школе / А.Н. Поборский // Физиология человека. - 2007. – Т. 33, № 1. – С. 55-62.

147. Полухин В.В. Системный анализ в изучении динамики неинфекционных заболеваний на урбанизированном севере: Автореф. дис. ... д.м.н., Сургут, 2009. – 36 с.

148. Пономарева Т.А. Особенности адаптации периферического кровообращения при работе на компьютере у мальчиков 9 лет с разными типами автономной нервной регуляции / Т.А. Пономарева // Новые исследования. – 2003. – № 2(5). – С. 108-116.

149. Прахин Е.И., Грицинская В.Л. Характеристика методов оценки физического развития детей // Педиатрия. – 2002. - № 2. – С. 60-62.

150. Пригожин И.Р., Стингерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986.

151. Прокопьев Н.Я. Физиологические особенности роста и развития детей и подростков / Н.Я. Прокопьев, С.В. Соловьев, А.А. Важеннин – Сургут: Нефть Приобья, 2002. – 152 с.

152. Психосоматические расстройства при кардиоваскулярной патологии (Теория и практика восстановительной медицины. Том IV): Монография / Олейникова М.М., Хадарцев А.А. – Тула – Москва, 2005. – 284 с.

153. Реабилитационно-восстановительные технологии в физической культуре, спорте, восстановительной, клинической медицине и биологии. Монография. Под ред. Еськова В.М., Хадарцева А.А., Фудина Н.А. – Тула. – 2004. – 280 с.

154. Розанов В.Б. Артериальное давление в детском возрасте / В.Б. Розанов, А.Л. Александров, А.М. Олферьев и др. // Cor et vasa. - 1990. – Т.32, №5. – С. 375-383.

155. Рублева Л.В. Биоэлектрические функции миокарда детей пяти-летнего возраста в процессе краткосрочной адаптации к физической нагрузке / Л.В. Рублева // Новые исследования. – 2008. – № 4 (17). – С. 52-57.
156. Рублева Л.В. Особенности электрофизиологических процессов в миокарде у младших школьников с разными типами автономной нервной регуляции / Л.В. Рублева // Новые исследования. – 2005. - № 1(8). – С. 70-77.
157. Рублева Л.В. Развитие основных функций миокарда детей 7-15 лет, проживающих в различных экологических условиях: дисс. ... канд. биол. наук / Л.В. Рублева. – Москва, 1999. – 188 с.
158. Русак С.Н. Системный анализ хаотической динамики факторов, формирующих среду обитания урбанизированной территории (на примере г. Сургута): Автореф. дис. ... к.б.н., Сургут, 2008. – 28 с.
159. Рябыкина Г.В. Мониторирование ЭКГ с анализом вариабельности ритма сердца / Г.В. Рябыкина, А.В. Соболев. – М.: Медпрактика-М, 2005. – 224 с.
160. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики / Н.Н. Савицкий. – Л.: Медицина, 1974. – 310 с.
161. Сазанова Т.В. Физическое развитие и состояние кардиореспираторной системы подростков г. Радужного / Т.В. Сазанова // Здоровая образовательная среда – здоровый ребенок: материалы межрегиональной конференции. – Тюмень: ТюмГУ, 2004. – с. 93-98.
162. Сапожникова Е.Н. Особенности вариабельности сердечного ритма у детей в возрасте от 7 до 12 лет различных групп вегетативной регуляции сердечного ритма / Е.Н. Сапожникова, Н.И. Шлык // Новые исследования. – 2004. – № 1/2. – С. 340–341.
163. Северин А.Е. Состояние функции внешнего дыхания у детей школьного возраста из разных климатогеографических и экологических регионов / А.Е. Северин, О.В. Манкаева // Экология человека. – 2005. - № 7. – С. 7-11.
164. Селье Г. Очерки об общем адаптационном синдроме / Г. Селье – М.: Медгиз, 1960. – 106 с.
165. Селье, Г. Стресс без дистресса / Г. Селье – Рига.: Виеда, 1992. – 109 с.
166. Синергетика и интегративная медицина (Теория и практика восстановительной медицины. Том V): Монография / Хадарцев А.А. [и др.]; [науч. Ред. А.А. Хадарцева и В.М. Еськова] – Тула: ООО РИФ «ИНФРА» – Москва, 2006. – 264 с.
167. Сирота Т.И. Изменение сердечного ритма при дозированной умственной нагрузке / Т.И. Сирота // Новые исследования по возрастной физиологии. – 1980. - № 2. – С. 39-43.
168. Системные подходы в биологии и медицине (системный анализ, управление и обработка информации). / В.И. Стародубов [и др.]; под ред. А.А. Хадарцева, В.М. Еськова, А.А. Яшина, К.М. Козырева. – Тула: ООО РИФ «ИНФРА», 2008. – 372 с.

169. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Часть V. Системный анализ и управление гомеостазом организма в норме и при патологии в аспекте компартментно-кластерного подхода. / Под редакцией Хадарцева А.А., Еськова В.М. – Самара: Офорт (гриф РАН), 2005., 199 с.
170. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Часть VI. Системный анализ и синтез в изучении явлений синергизма при управлении гомеостазом организма в условиях саногенеза и патогенеза / под ред. В.М. Еськова, А.А. Хадарцева – Самара: ООО «Форт», 2005. – 153 с.
171. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Часть VII. Синергетический компартментно – кластерный анализ и синтез динамики поведения вектора состояния организма человека на Севере РФ в условиях саногенеза и патогенеза. // Под ред. В.М. Еськова. А.А. Хадарцева. – Самара: ООО «Офорт» (гриф РАН), 2008.– 161 с.
172. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Часть VIII. Общая теория систем в клинической кибернетике. // Под ред. В.М. Еськова. А.А. Хадарцева. – Самара: ООО «Офорт» (гриф РАН), 2009.– 197 с.
173. Слоним А.Д. Важнейшие задачи экологической физиологии / А.Д. Слоним // Вестник АН СССР. - 1968. - № 5. – С. 67-74.
174. Слоним А.Д. Максимализация и минимализация физиологических функций и глобальная характеристика адаптаций / А.Д. Слоним // Экологическая физиология животных. – Л., 1971. – Т. 1. – С. 170-183.
175. Слоним А.Д. Основные итоги и перспективы экологической физиологии человека / А.Д. Слоним // Физиология человека, 1984. – Т. 10, № 1. – С. 3-10.
176. Совершаева С.Л. Проявление адаптации и дизадаптации сердечно-сосудистой системы у человека в условиях Европейского Севера / С.Л. Совершаева, А.Г. Марачев // Патология сердца и легких у жителей Европейского Севера / под ред. Т.Н. Ивановой. – Л.: ЛСГМИ и ФГМИ, 1984. – С. 54-59.
177. Соколов А.Г. Эколого-физиологические механизмы развития организма детей Среднего Приобья: дисс. ... д.м.н. / А.Г. Соколов. – Тюмень, Ханты-Мансийск, 2002. – 322 с.
178. Соколов В.В. Соматотипологическая характеристика детей в возрасте 8-12 лет – жителей юга России / В.В. Соколов, В.А. Чаплыгина // Морфология. – 2005. – Т.127, №1. – С. 43-45.
179. Солонин Ю.Г. Влияние экологического фактора на физиологический статус студентов-северян / Ю.Г. Солонин, Н.А. Чермных, М.А. Яковлева // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 4. – С. 105-111.
180. Степаненко П.Ю. Стратегия исследовательского обучения одаренных старшеклассников Сургутского района Югории. Монография. Под ред. Еськова В.М. – Самара: Изд-во “НТИЦ”, 2003. –100 с.

181. Ступаков Г.П. Методологические основы диагностики и коррекции донозологических форм экологически обусловленных изменений в организме человека / Г.П. Ступаков // Гигиена и санитария. – 2001. - № 5. – С. 12-16.
182. Тамбовцева Р.В. Возрастные изменения соматотипа и компонентов массы тела девочек / Р.В. Тамбовцева, С.Г. Жукова // Морфология. – 2005. – Т. 127, № 1. – С. 48-51.
183. Теддер Ю.Р. Состояние здоровья и адаптация первоклассников к обучению в школе в условиях Севера / Ю.Р. Теддер, Т.С. Копосова // Экология человека. – 2000. – № 2. – С. 44-46.
184. Ткаченко Б.И. Физиология человека / Б.И. Ткаченко, В.Ф. Пятин – СПб., 1996. – 239 с.
185. Токарев С.А. Основные тенденции в отношении факторов риска и здоровья подростков на Крайнем Севере / С.А. Токарев, Е.Л. Уманская, А.А. Буганов // Медицина труда и промышленная экология. – 2003. - № 9. – С. 29-32.
186. Токарев С.А. Популяционная оценка и пути оптимизации здоровья детей на Крайнем Севере: автореф. дисс. ... д.м.н. / С.А. Токарев. – Москва, 2008. – 44 с.
187. Тюрина А.И. Влияние условий Севера на формирование адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы у детей 7-15 лет: Автореф. дисс. ... к.б.н. / А.И. Тюрина. – Сыктывкар. – 2003. – 23 с.
188. Ушаков В.В. Оптимальное управление программой диспансеризации и реабилитации больных хронической обструктивной болезнью легких в югре с позиций системного анализа: Автореф. дис. ... к.м.н., Сургут, 2008. – 28 с.
189. Федеральные и региональные аспекты проблемы поддержки одаренных в России. Часть 2. Поддержка одаренных учащихся в Югории. / Под ред. А.М. Новикова Сургут – Самара: ООО «Офорт», 2006. – 94 с.
190. Хадарцев А.А. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Часть V. Обработка информации, системный анализ и управление (общие вопросы в клинике, в эксперименте) / А.А. Хадарцев, В.М. Еськов. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2004. – 201 с.
191. Хадарцев А.А., Тутельян В.А., Зилов В.Г., Еськов В.М., Кидалов В.Н., Карташова Н.М., Наумова Э.М. Теория и практика восстановительной медицины. Том. I. Монография / Под ред. В.А. Тутельяна. – Тула: Тульский полиграфист – Москва, (гриф РАМН), 2004. – 248 с.
192. Хадарцев А.А. Медико-биологические аспекты теории хаоса и синергетики / А.А. Хадарцев, В.М. Еськов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2006. – Т.5, №3. – С.608-612.
193. Хакен Г. Синергетика. – М., 1985.
194. Хаснулин В.И. Введение в полярную медицину / В.И. Хаснулин. – Новосибирск: Изд-во СО РАМН, 1998. – 337 с.
195. Хаснулин В.И. Новый взгляд на формирование патологии у жителей Ханты-Мансийского Автономного округа / В.И. Хаснулин, В.Д. Вильгельм // Основы коррекции дизадаптивных расстройств у

жителей Ханты-Мансийского Автономного округа. – Новосибирск: Изд-во СО РАМН, 1997. – С. 5-12.

196. Ходас В.В. Физиологические особенности адаптационных процессов у учащихся с различной двигательной активностью: автореф. дис ... канд. биол. наук / В.В. Ходас. – Тюмень, 2003. – 24 с.

197. Целых Е.Д. Эколого-физиологическая характеристика особенностей адаптивных реакций структурно-функционального статуса организма подростков различных этнических групп: автореф. дис ... докт. биол. наук / Е.Д. Целых. – Москва, 2009. – 41 с.

198. Чирятьева Т.В. Формирование физического здоровья детей малочисленных народностей Севера / Т.В. Чирятьева // Тюменский медицинский журнал. – 2001. - № 1. – С. 50.

199. Чоговадзе А.В. Врачебный контроль в физическом воспитании и спорте / А.В. Чоговадзе, М.М. Круглый. – М.: Медицина, 1977. – 176 с.

200. Шарапов А.Н. Кардиогемодинамика и гормональное обеспечение школьников пубертатного возраста с различными типами периферического сосудистого тонуса в различных экологических условиях / А.Н. Шарапов // Новые исследования. – 2003. – № 1(4). – С. 176-191.

201. Шестакова, Г.Н. Состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем у коренного населения – ханты Севера Тюменской области: автореф. дис ... канд. мед. наук / Г.Н. Шестакова. – Тюмень, 2004. – 24 с.

202. Шишелова О.В. Морфофункциональное состояние сердца и магистральных сосудов у детей школьного возраста: Автореф. дисс. ... к.м.н. / О.В. Шишелова. – Архангельск, 2004. – 19 с.

203. Школьников М.А. Анализ закономерностей распространенности, заболеваемости, смертности и структуры сердечно-сосудистой патологии у детей / М.А. Школьников, Г.Г. Осокина, И.В. Абдулатипова // Экология человека. – 2003. – № 2. – С. 24-28.

204. Шуленин С.Н. Клиническое значение синдрома ранней реполяризации желудочков, алгоритм обследования пациентов / С.Н. Шуленин, С.А. Бойцов, А.Л. Бобров // Вестник аритмологии. – 2008. - № 50. – С. 33-39.

205. Шхвацабая И.К. О новом подходе к пониманию гемодинамической нормы / И.К. Шхвацабая, Е.Н. Константинов, И.А. Гундаров // Кардиология. – 1981. - №3. - С. 10-18.

206. Юрьев В.К. Социально-психологическая оценка репродуктивного здоровья школьников Крайнего севера / В.К. Юрьев, А.А. Наумова, В.Е. Самохвалов // Экология человека. – 2001. - №1. – С. 53-55.

207. Ямпольская Ю.А. Популяционный мониторинг физического развития детского населения / Ю.А. Ямпольская // Гигиена и санитария. – 1996. - №1. – С. 24-26.

208. Eskov V.M., Filatova O.E., Popov Y.M. Computer identification of the optimum stimulus parameters in neurophysiology // The Second In-

ternational Symposium on Neuroinformatics and Neurocomputers. Rostov-on-Don. IEEE Services center. New York. 1995. P. 166 – 172

209. Eskov V.M., Filatova O.E., Popov Y.M. Stationary regimes of the respiratory neuron networks and their identification // The Second International Symposium on Neuroinformatics and Neurocomputers. Rostov-on-Don. IEEE Services center. New York. 1995. P. 156 – 165.

210. Houtveen, J.H. Contribution of tonic vagal modulation of heart rate, central respiratory drive, and respiratory parameters to respiratory sinus arrhythmia during mental stress and physical exercise / J.H. Houtveen, S. Rietveld, EJC. De Geus / *Psychophysiology*. – 2002. – V. 39. – P. 427-436.

211. Kahneman, D. On the psychology of prediction / D. Kahneman, A. Tversky // *Psychol. Rev.* – 1973 - V. 80, № 3. – P. 237-251.

212. Komlos J. Nutrition and Economic Development in Eighteenth-Century Habsburg Monarchy: An Anthropometric History / J. Komlos. – Princeton, 1989. – P. 23-54.

213. Reardon M. Changes in heart rate variability with age / M. Reardon, M. Malic // *Pacing. Clin. Electrophysiol.* – 1996. – V. 19, N 11. – P. 1863-1870.

214. Schmidt G., Monfill G.E. Nonlinear methods for heart rate variability assessment / G. Schmidt, G.E. Monfill // M. Malik, A.J. Camm, eds. *Heart rate variability*. Armonk: Futura. – 1995. - P. 87-98.

215. Srinivasan K. Effect of standing on short term heart rate variability across age / K. Srinivasan, S. Sucharita S., M. Vaz // *Clin. Physiol. Funct. Imaging*. – 2002. – V. 22, N 6. - P. 404-408.

216. Steckel R.H. Stature and the Standard of Living / R.H. Steckel // *Journal of Economic Literature*. – 1995. – V. 33. – P. 1913.

217. Tonhajzerova I. Changes in the Heart Rate Variability during Mental Stress / I. Tonhajzerova, K. Javorka, M. Petraskova // *Pediatr.* – 2000. – V. 55, N 9 – P. 562-567.

218. Wasserburger R.D. The normal RS-T segment elevation / R.D. Wasserburger, W.I. Alt // *Amer. J. Cardiol.* – 1961. - № 8. – P. 184-192.

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

Аппроксимация, или **приближение** – научный метод, состоящий в замене одних объектов другими, в том или ином смысле близкими к исходным, но более простыми.

Аппроксимация позволяет исследовать числовые характеристики и качественные свойства объекта, сводя задачу к изучению более простых или более удобных объектов (например, таких, характеристики которых легко вычисляются, или свойства которых уже известны).

Аттрактор – (от англ. to attract – притягивать) – цель, к которой стремится система, к которой притягивается.

Биологические динамические системы – развивающиеся (саморазвивающиеся) биологические системы с позиций динамической теории информации. К ним относятся все функциональные системы организма человека.

Бифуркация — термин происходит от лат. bifurcus — «раздвоенный»: разделение трубчатого органа (сосуда или бронха) на 2 ветви одинакового калибра, отходящие в стороны под одинаковыми углами.

Вектор состояния организма (человека) – направленность взаимодействия компонентов, составляющих результат деятельности функциональных систем организма человека.

Гомеостаз – комплекс способов поддержания стабильности, устойчивости состояния, структур открытой системы, организма, посредством скоординированных реакций, направленных на поддержание динамического равновесия.

Импликация – (от лат. implicare – тесно связывать) – одна из логических операций, в обычном языке ей соответствует связка «если ..., то ...».

Кататоксины – (от греч. – kata – против) – факторы (вещества, поля, излучения и др.), способствующие отторжению организмом эндогенных и экзогенных стрессорных агентов

Кататоксические программы адаптации – приспособительные реакции организма, характеризующиеся активацией окислительных, свертывающих, симпатических влияний при явлениях иммуноактивации. Реализуются через гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему.

Квазиаттрактор – как бы аттрактор, искусственно смоделированная цель, аттрактор.

Кластеры – (от англ. cluster – пучок, рой, скопление) – группы близко расположенных и тесно связанных друг с другом элементов, в том числе – компартментов (химических, вычислительных и пр.).

Компартменты – совокупность приблизительно одинаковых (морфологически, функционально и пр.) элементов (клеток, индиви-

дуумов), которые выполняют сходные функции и обеспечивают достижение единой цели.

Мезор – величина, соответствующая среднему значению полезного сигнала

Отомикоз – грибковое поражение уха, является широко распространенным заболеванием

Параметры порядка – переменные, характеризующие русла, у нас – наиболее значимые диагностические признаки.

Русла – подпространства фазового пространства состояний, на которые проектируется меньшее число переменных, адекватно отражающих происходящее в фазовом пространстве состояний.

Саногенез – (от лат. sanos – здоровье, genesis – происхождение, развитие) – динамический комплекс защитно-приспособительных процессов при воздействии на организм чрезвычайного раздражителя, направленных на восстановление нарушенных функций.

Синергетика – (от греч. synergetikos – сотрудничество, содействие) – наука и методология объединения наук на основе изучения нелинейных, неустойчивых процессов, далеких от термодинамического равновесия систем, наука о самоорганизации этих систем.

Синтоксины – (от греч. syn – вместе) – факторы (вещества, поля, излучения и др.), способствующие сопереживанию организма с эндогенными и экзогенными стрессорными агентами.

Теория хаоса – математический аппарат, описывающий поведение нелинейных динамических систем, подверженных хаосу, характеризующемуся сильной чувствительностью к начальным условиям. При этом поведение системы кажется случайным, даже, если модель, описывающая систему, является детерминированной.

Фазатон мозга – центральный регулятор, объединяющий в рамках общей системы управления организмом – нейромоторный (двигательный), нейротрансмиттерный (передаточный) и вегетативный системные комплексы. Реализуется через ГАМК–допаминаргическую систему.

Фазовое пространство состояний – абстрактное математическое пространство, в котором координатами служат компоненты состояния, степени свободы системы. Пространство, число измерений которого равно количеству переменных, определяющих состояние данной системы.

Хаос (греч. χάος от греч. χαίνω, «раскрываться, разверзаться») – категория космогонии, первичное состояние Вселенной, бесформенная совокупность материи и пространства (в противоположность порядку).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АлТ – аланинаминовая трансфераза
АсТ – аспарагановая аминотрансфераза
АЦП – аналого-цифровой преобразователь
Б – боль
БАЛ – бронхоальвеолярный лаваж
БДС – биологическая динамическая система
БПФ – быстрое преобразование Фурье
ВИК – вегетативный индекс Кердо
ВСОЧ – вектор состояния организма человека
ВСС – вектор состояния системы
ВССС – вектор состояния стоматологического статуса
ВУВ – внешнее управляющее воздействие
ГрТК – гиперкинетический тип кровообращения
ГТК – Гипокинетический тип кровообращения
ДАД – диастолическое артериальное давление
ДК – диагностический коэффициент
ДП – двойное произведение
ДСП – детерминистско-стохастический подход
ДЦ – дыхательный центр
ЖБАЛ – жидкость бронхоальвеолярного лаважа
ЖЕЛ – Жизненная емкость легких
ЖС – жизнеспособность
ИА – идеальный аттрактор
ИБС – ишемическая болезнь сердца
ИГ – индекс гармоничности
ИИП – индекс изменчивости погодных условий
Икр – индекс кровообращения
ИМТ – индекс массы тела
ИНБ – индекс Баевского
ИП – индекс Пинье
Ис – индекс стении
ИФИ – индекс функциональных изменений
КВ – коэффициент выносливости
КДО – конечный диастолический объем левого желудочка
КДР – конечный диастолический размер левого желудочка
КЖ – качество жизни
ККП – компартментно-кластерный подход
КМНС – коренные малочисленные народы Севера
КПИ – комплексный показатель изменчивости
КРС – кардиореспираторная система
КСО – конечный систолический объем левого желудочка
КСР – конечный систолический размер левого желудочка
КЭК – коэффициент экономичности кровообращения
ЛП – левое предсердие
ЛПВП – липопротеины высокой плотности
ЛПНП – липопротеины низкой плотности
ЛПОНП – липопротеины очень низкой плотности
МА – смертельный аттрактор
МЖП – межжелудочковая перегородка
ММР – метод минимальной реализации
МОК – минутный объем крови
МП – магнитное поля
ОГК – окружность грудной клетки
ОЗ – общее восприятие здоровья
ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения

ОПСС – общее периферическое сопротивление
 ОХС – общий холестерин
 ПВ – паспортный возраст
 ПЖ – правый желудочек
 ПЖ – правый желудочек
 ПЗ – психическое здоровье
 ПК – перронов корень
 ПП – правое предсердие
 ППГ – постпрандиальная гипергликемия
 РА – реальный аттрактор
 РНС – респираторные нейронные сети
 РФ – роль физических проблем
 РФТ – рабочее ферромагнитное тело
 РЭ – роль эмоциональных проблем
 СА – социальная активность
 САД – системное артериальное давление
 СВПК – сила верхних паретичных конечностей
 СД – сахарный диабет
 СИ – сердечный индекс
 СНПК – сила нижних паретичных конечностей
 СО – систолический объем
 СПМ – спектральная плотность мощности
 СР – стационарный режим
 СС – сравнение самочувствия
 ССС – сердечно-сосудистая система
 СФН – специальная физическая нагрузка
 ТГ – триглицериды
 ТН – тренировочная нагрузка
 ТХС – теория хаоса и синергетики
 ТШХ – тест шестиминутной ходьбы
 УИ – ударный индекс
 УИА – универсальный индекс агрегации
 УО – ударный объем
 УПСС – удельное периферическое сопротивление сосудов
 ФА – физическая активность
 ФВ – фракция выброса
 ФМ – фазатон мозга
 ФПС – фазовое пространство состояний
 ФР – фактор риска
 ФСО – функциональная система организма
 ФУ – фракция укорочения
 ХБ – холодовой бронхоспазм
 ХБА – холодовая бронхиальная астма
 ХБОС – холодовой бронхообструктивный синдром
 ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь
 ЦВП – цереброваскулярная патология
 ЧД – Частота дыхания
 ЭОС – электрическая ось сердца
 ЭхоКГ – эхокардиография

Научное издание

**ДИВЕРСИФИКАЦИЯ
РЕЗУЛЬТАТОВ
НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ
В МЕДИЦИНЕ И БИОЛОГИИ**

Том III

Под редакцией
Хадарцева А.А., Несмеянова А.А., Гонтарева С.Н.

Компьютерная верстка: Митюшкина О.А.