

**В.В. ЕСЬКОВ, Г.Р. ГАРАЕВА,
В.М. ЕСЬКОВ, А.А.ХАДАРЦЕВ**

**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА
ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ
МЕДИЦИНЫ**

**(Теория хаоса-самоорганизации в оценке
эффективности методов
восстановительной медицины)**

Тула 2015

ЕВРОПЕЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО
АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ

В.В. Еськов, Г.Р. Гараева, В.М. Еськов, А.А. Хадарцев

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ

(Теория хаоса-самоорганизации в оценке
эффективности методов восстановительной
медицины)

Монография

Тула
Издательство ТулГУ
2015

УДК 616-003.9

Рецензенты:

Акад. РАМН, д-р. мед. наук, проф. Зилов В.Г.;

д-р. мед. наук, д-р. экон. наук, проф. Винокуров Б.Л.

Еськов В.В., Гараева Г.Р., Еськов В.М., Хадарцев А.А.

Теория и практика восстановительной медицины (Теория хаоса-самоорганизации в оценке эффективности методов восстановительной медицины): монография. Тула: Изд-во ТулГУ, 2015. 160 с.

ISBN 978-5-7679-3133-0

Книга рассчитана на специалистов восстановительной медицины, врачей-терапевтов разных специальностей, научных работников.

ISBN 978-5-7679-3133-0

© Коллектив авторов, 2015

© Издательство ТулГУ, 2015

ВВЕДЕНИЕ

Проблема сохранения здоровья и высокой работоспособности жителей северных территорий России не теряет своей актуальности из-за продолжающейся интенсивной разработки и использования огромных сырьевых ресурсов. *Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО)* занимает одно из ведущих мест в обеспечении топливно-энергетического комплекса страны. Однако нефтегазодобывающие предприятия являются не только основой промышленного производства в регионе, но и ведущим фактором негативного воздействия на состояние окружающей среды. Высокие темпы освоения нефтегазовых месторождений при недостаточной реализации природоохранных мероприятий привели к резкому ухудшению экологической ситуации в округе. Объективная оценка состояния окружающей среды в урбанизированных регионах Севера может быть дана только при анализе состояния здоровья населения. Загрязнение территории продуктами нефтегазовой добычи оказывает вредное воздействие на организм человека, способствует росту заболеваемости и хронизации патологических процессов. Неблагоприятное влияние техногенного стресса существенно усиливается экстремальностью климатических факторов, что в конечном итоге влияет на качество жизни, и на её продолжительность в условиях Югры.

Использование богатейших природных ресурсов ХМАО требует существенного притока трудовых ресурсов на Север России для обеспечения топливно-энергетического комплекса страны кадрами, что актуально и в экономическом плане. Но это затруднено из-за климатогеографической экстремальности Югры. Поэтому проблема сохранения здоровья населения на Севере, особенно в местах организации крупных промышленных комплексов с высоким уровнем загрязнения окружающей среды, крайне важна для подъема экономики России. Регионы округа являются типичным примером природной экстремальной зоны. Суровость климата здесь определяется длительной и жесткой зимой с очень низкой температурой, коротким холодным летом, резкими перепадами атмосферного давления, температуры и влажности воздуха, сильными и частыми ветрами, магнитными возмущениями. Север предъявляет к организму человека значи-

тельные требования, вынуждая его использовать дополнительные социальные и биологические средства защиты от неблагоприятного воздействия вышеперечисленных факторов. Адаптация в этих условиях достигается путем напряжения и сложной перестройки гомеостатических систем организма у пришлого населения.

Общеизвестно, что здоровье людей в значительной степени зависит от качества не только природной, но и антропогенной среды. Масштабы неблагоприятного воздействия современного промышленного производства на окружающую среду в настоящее время достигли критических пределов.

Проблема жизни и деятельности человека в северных регионах России очень сложна, многогранна и далека от своего окончательного разрешения. Она охватывает такие актуальные аспекты, как адаптация к этим условиям, выживаемость в экстремальных ситуациях, сохранение здоровья, экологические, социальные, психологические и другие аспекты. Особенно остро эти вопросы стоят из-за усиления миграции большого количества людей для работы на Север из южных областей страны. Попадая в суровые условия, они сталкиваются с рядом непривычных климатогеографических факторов. Напряжение организма приводит к неэкономному расходованию функциональных резервов, быстрому их истощению. Влияние на этом фоне техногенных и производственных факторов создает дополнительную нагрузку на защитные механизмы, увеличивая риск развития различных заболеваний.

В целом, тенденция нарастающего негативного влияния цивилизации на природную среду стала общепризнанной угрозой реальности. Человечество сегодня нуждается не просто в прогнозе, а в конкретных радикальных мерах ограничения антропогенного пресса на биосферу. Проблема безопасного состояния окружающей среды в настоящее время по своей значимости и актуальности относится к числу наиболее приоритетных для общества. В этой связи разработка и поэтапная реализация концепции профилактической медицины и гигиенической безопасности является одной из первоочередных задач устойчивого социально-экономического развития региона. Поэтому одной из актуальных задач является поиск путей оптимизации фи-

зиотерапевтических воздействий и контроля процесса лечения пациентов с различными хроническими заболеваниями. При этом наиболее простым в исполнении, высокоинформативным, специфичным и доступным для практического применения способом, позволяющим оценить исходный уровень регуляции активности фазатонного нейродинамического механизма, является метод вариационной пульсометрии.

Однако, при обработке клинических данных возникают неопределенности 1-го типа (нет статистически значимых различий между выборками) и возникает необходимость использования методов *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС) и *нейрокомпьютинга* в оценке эффективности терапии.

Представляется необходимым представить доказательства эффективности использования нейрокомпьютинга и метода расчета параметров *квазиаттракторов* (КА) в разрешении неопределенности 1-го типа и нахождении наиболее важных диагностических признаков x_i при использовании методов восстановительной медицины у пациентов с *острым нарушением мозгового кровообращения* (ОНМК) и пациентов с *гипертонической болезнью* (ГБ).

Для достижения поставленной цели в настоящей монографии представлены доказательства решения следующих задач исследования:

- выявление наличия неопределенности 1-го типа – когда стохастика не показывает различий между выборками x_i всего вектора *состояния организма человека* (ВСОЧ) при *кинезотерапии* (КЗТ) у пациентов с ОНМК, и при *физиотерапии* (ФТ) у пациентов с ГБ, а также идентификация параметров порядка с мощностью нейро-ЭВМ в оценке динамики параметров организма пациентов на начальной и конечной стадиях их лечения;

- выполнение аналогичных исследований в условиях *кинезотерапии* у пациентов с ОНМК и *физиотерапии* у пациентов с ГБ на основе метода многомерных фазовых пространств;

- определение на основе расчетов кинематических характеристик движения КА ВСОЧ, наличие скорости движения КА кардиоритмов больных в условиях *кинезотерапии* и представить возможные механизмы действия методов восстановительной медицины на пациентов;

– оценка эффективности КЗТ и физиотерапевтических воздействий для больных наблюдаемых групп в *фазовом пространстве состояний* (ФПС). Оценка и дифференциальное сравнение эффективности этих воздействий на организм наблюдаемых на основе полученных значений наиболее важных диагностических признаков x_i (*параметров порядка*), то есть решить задачу *системного синтеза* в условиях проведения лечебных мероприятий для больных с ОНМК и больных с ГБ.

Физиотерапия при ГБ и *кинезотерапии* ОНМК у больных в условиях их проживания на северных территориях демонстрирует невозможность выявить различия между выборками (параметрами сердечно-сосудистой системы) до проведения терапии и после её реализации. Если с позиций стохастики получается, что проводимая терапия не оказывает существенного влияния на параметры функций организма, то целесообразно использовать метод расчета параметров КА для оценки эффективности терапии. В этом случае возникает *неопределенность 1-го типа*, которая в восстановительной медицине устраняется с помощью *нейрокомпьютерных* технологий. Это возможно в режиме многократных повторений решения задачи бинарной классификации, когда при числе итераций $k \geq 1000$ можно выявить главные и второстепенные диагностические признаки (а не только разделить выборки параметров сердечно-сосудистой системы до и после процедуры).

В монографии выполнено сравнение и доказана эффективность метода многомерных фазовых пространств (расчёта параметров КА) в устранении *неопределённости первого рода* на основе нейрокомпьютинга и *теории хаоса-самоорганизации* в рамках расчёта кинематических характеристик изменения параметров КА.

Осуществлена идентификация *параметров порядка* (наиболее важных диагностических признаков x_i из общего набора $m=15$) можно производить как на основе многократных итераций разделения выборок с помощью нейро-ЭВМ, так и с помощью поочередного исключения отдельных признаков x_i и анализа относительного изменения объёмов V и смещений центров *квазиаттракторов* в ФПС.

В этом случае для количественной оценки реальных изменений в организме пациентов при КЗТ (больные с ОНМК) и при физиотерапии (больные с диагнозом ГБ) целесообразно рассчитывать относительную скорость изменения объёмов КА ($V_2/V_1=v^V$) и скорость движения их центров до и после проведения процедуры лечения v^Z . Такие расчёты представляют одновременно и механизм действия методов восстановительной медицины, что проявляется в переходе от *парасимпатотонии* к *нормотонии* (уменьшение объёмов КА). Фактически, речь сейчас идет о развитии нового подхода в медицине на основе количественных расчетов скорости эволюции ВСОЧ в ФПС. В этом случае эффективность лечения количественно можно регистрировать как по величинам изменения объёмов *квазиаттракторов* V_Z , так и по матрицам межаттракторных расстояний в ходе разового сеанса (начало и конец лечения) и при сравнении таких параметров в долгосрочном лечении (по завершению всего курса лечения – 1 месяц). Такой подход (кратковременные эффекты и долговременные) даёт полную (общую) картину проводимых мероприятий и он реально конкурирует со статистическими методами, которые демонстрируют низкую эффективность в оценке лечения.

Ядром настоящего издания являются следующие положения:

– в восстановительной медицине при *кинезотерапии* и при физиотерапевтическом воздействии возможно возникновение *неопределенности 1-го типа*, когда *стохастика* не даёт возможность разделить выборки и тогда необходимо использовать *нейроэмуляторы* и расчёт параметров КА в ФПС.

– использование нейро-ЭВМ и расчёт параметров КА обеспечивает оценку эффективности КЗТ и физиотерапии у больных с ОНМК и ГБ, выявить наиболее важные диагностические признаки (*параметры порядка*), что повышает качество диагностики и лечения.

– расчёт скорости изменения КА даёт информацию о механизмах влияния КЗТ на параметры *сердечнососудистой системы* (ССС) у больных с ОНМК. Другие методы не позволяют это выполнить.

ГЛАВА 1

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ

1. Особенности проживания человека в условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры

Природная среда оказывает значимое влияние на население, формирует, в зависимости от специфических свойств занимаемых им территорий, различные приспособительные (адаптивные) типы людей. В свою очередь, общество, влияя на природную среду, видоизменяет ее, создавая новые свойства. Уже преобразованная природная среда вновь воздействует на человека, приводя к существенным изменениям в его популяциях, выражающихся как в биологических и социальных приспособлениях, так и в различных формах патологий.

Организм человека является открытой системой, которая непрерывно обменивается с окружающей средой различными веществами и энергией. В этом обмене, а также необходимом для жизни поддержании постоянства внутренней среды (гомеостазе), принимают участие многочисленные органы и функциональные системы всего организма человека. Саморегуляция физиологических функций поддерживает жизнедеятельность организма на относительно оптимальном и постоянном уровне. Многими исследователями установлено, что для коррекции деятельности организма в соответствии с требованиями внутренней среды и внешними условиями используются две системы – вегетативная (автономная) нервная система и эндокринная система. *Вегетативная нервная система* (ВНС) осуществляет общее регулирование путем сдвигов активности своих отделов (*симпатической, парасимпатической и метасимпатической* нервной системы). Данные отделы ВНС имеют свои сенсорные компоненты, которые воспринимают различные физические и химические показатели внутренней среды. Эндокринная система осуществляет регуляцию деятельности тканей и внутренних орга-

нов гуморально, с помощью биологически активных веществ (гормонов), растворенных в жидких средах организма.

Конкретным аппаратом саморегуляции физиологических функций организма человека является *функциональные системы организма* (ФСО) по П.К. Анохину. Это единицы интеграции целостного организма, все составные части которых формируются динамически в зависимости от данной ситуации и способствуют достижению системой полезных для организма приспособительных результатов. Все ФСО человека работают по принципу обратных связей (афферентный синтез) и представляют собой функционирующий комплекс центральных и периферических образований [4, 9, 10].

ФСО обладают принципиально одной и той же физиологической архитектурой. Различие состоит в технике определения. Функциональная система со стабильным жизненно важным конечным эффектом в качестве аппарата сличения использует наследственно заданные свойства соответствующих клеток, что и определяет характер подбора промежуточных действий. Рецептором конечного эффекта регулирования постоянства ФСО, например, осмотического давления клетки, являются клетки гипоталамуса. Они служат аппаратом «сопоставления получившегося с заданным», который определяет собой успех подбора необходимых приспособительных действий. В эпизодически складывающихся функциональных системах поведенческого типа, аппарат сопоставления (*акцентор действия*) складывается экстренно и каждый раз заново на основе афферентного синтеза всех имеющихся в данный момент внутренних и внешних воздействий на организм.

Экстремальные экологические факторы Крайнего Севера обеспечивают внешние воздействия на неспецифические механизмы влияния и изменения параметров ФСО человека. Особенно остро эти вопросы стоят из-за усиления миграции большого количества людей для работы на Север из южных областей страны. Попадая в суровые климатические условия, люди сталкиваются с рядом непривычных климатогеографических факторов. Напряжение организма приводит к неэкономному расходованию функциональных резервов, быстрому их истощению. Действие экстремальных факторов проявляется для них в

значительной нагрузке на жизнеобеспечивающие процессы и психическую сферу [17, 21, 22, 23, 37, 40]. В малой степени исследованы реакции на экстремальные условия растущего детского организма, в частности действие экологических факторов ХМАО на подрастающее молодое поколение. Недостаточное внимание к этой проблеме может проявиться в будущем не только в снижении умственной и физической работоспособности, нарушении здоровья, снижения эффективности образовательного и воспитательного процесса, но и привести к серьезным аномалиям детского развития в целом.

Следовательно, жизнь и сохранение здоровья на Севере возможны только благодаря определенному напряжению адаптационных возможностей организма. В неблагоприятном климате северных регионов отмечаются снижение порога вредного воздействия на организм человека со стороны производственно-экологических факторов и уменьшение функциональных возможностей организма к восстановлению нарушений гомеостаза, вызванных этими факторами.

Для понимания результатов биологических исследований важно рассмотрение наиболее значимых экологических факторов ХМАО-Югры, которые проявляются в условиях урбанизации и действуют на всех жителей округа (однако реакция каждого организма человека при этом может быть различна).

Двухлетнее мониторинговое обслуживание служебных и жилых помещений г. Сургута и Сургутского района (жилые дома, школы, офисы) показало, что в помещениях зимой относительная влажность (r) не поднимается выше 20-22%. Известно, что в пустыне (при 50°C) – тоже низкая влажность (менее 20%). Но ночью температура (t°) воздуха падает, и относительная влажность r достигает 100%.

В ХМАО-Югре с октября по май отмечается $<20\%$ влажности и только весной и осенью $r\sim 70\text{--}80\%$ (при наличии дождя). Сейчас зимой в любом (даже там, где есть цветы и другие источники влаги) помещении $r<30\text{--}33\%$ при комфортном значении 60–70%. Столь низкая влажность грозит многим здоровым людям эрозией слизистой ткани органов дыхания, преждевременным старением кожи рук и лица, нарушением водно-солевого баланса. Кроме того, при выходе из теплого и сухого помещения

– сухой морозный воздух вызывает спазм капилляров слизистых оболочек, что еще больше иссушает эти ткани и вызывает резкие компенсаторные реакции – характерное покалывание в горле и покашливание в сухом помещении и, особенно на морозе, при выходе из теплой комнаты наружу.

Сухой воздух – плохой проводник электрических зарядов. В результате электризации (трибоэлектричество за счет взаимодействия одежды, сухой кожи и волос) на поверхности тела жителя ХМАО (в зимнее время) накапливается большой электростатический заряд (потенциал до 3-4 кВ). При этом возможна особенно быстрая электрическая разрядка тела (при случайном заземлении на трубы парового отопления или водопровод) – это тоже малоизученная ситуация для биофизиков и физиологов. Однако, исходя из общей теории сенсорных систем, можно сказать, что такие перепады нежелательны (представим, что резко меняется освещенность или сила звука!). В целом, жизнь с большим электрическим потенциалом тела человека – это особые условия и их надо изучать специалистам по сенсорным системам и ФСО.

Следующий биофизический экологический фактор ХМАО-Югры – крайне низкий уровень *аэроионизации* воздуха. Измерения показывают, что зимой (отсутствует проветривание помещения) концентрация аэроионов в комнате составляет 15–20 шт/см³, что крайне мало и едва хватает на поддержание жизнедеятельности человека. Отметим, что на лучших горных курортах концентрация аэроионов составляет 15–25 тыс/см³. Использование бытовых аэроионизаторов связано с нерешенной проблемой индуктивной развязки по цепи промышленного трехфазового тока, т.е. отрицательные электроды аэроионизатора не имеют электростатической связи с заземлением и люстры работают с низкой эффективностью. Нужны «хорошие» в физическом смысле электроды, которые бы эффективно ионизировали воздух в помещении. Пока такие ионизаторы не выпускаются, а те, которые мы покупаем, фактически, являются имитаторами.

Следующим биофизическим экологическим фактором является низкая освещенность нашего тела. Речь идет не о загаре (весьма важном факторе), а об облучении тела красными и инфракрасными лучами, столь необходимыми для нашего орга-

низма. По этим показателям в зимнее время жители ХМАО находятся в крайне неудовлетворительном состоянии. Поэтому жителям северных территорий России необходимо, при отсутствии противопоказаний, в зимнее время выезжать на курорты экваториальной зоны Земли (лучше всего на Красное море). Такие поездки резко компенсируют не только недостаток фотоиндукции кожи тела человека, но и существенно изменяют статус микроэлементной базы и создают компенсацию (хотя бы временно) недостатка витаминов (особенно для детей младшей возрастной группы).

Очередной фактор – недостаток витаминов и микроэлементов в организме, которые являются одним из важных факторов среды обитания. На Севере России даже завоз свежих фруктов и овощей мало компенсирует этот недостаток. Проблема связана не столько с отсутствием витаминов и микроэлементов в пище (или в минеральных добавках, если принимать комплексные витаминные препараты), а с тем, что человек, находящийся в *тонической фазе* (повышенная активность *парасимпатической системы*), плохо усваивает эти вещества. Вы их можете много потреблять (за большие деньги) и даже в крови они будут идентифицироваться на высоком уровне, но до клетки они будут доходить плохо. Таковы биофизические и биохимические особенности функционирования организма человека в зимнее время на Севере. Высокое содержание в крови витаминов и микроэлементов не предотвращает их дефицита в организме. Отсюда – быстрое старение, патологии в раннем возрасте и укорочение длительности жизни в целом.

Резкие перепады температур и давления, влажности и освещенности – это тоже реальные факторы, которые существенно влияют на экологический статус человека на Севере. В рамках разработанной нами теории идентификации синергизма и теории устойчивости *биологических динамических систем* (БДС) к внешним возмущениям – мы проводили исследования по влиянию таких перепадов на ФСО человека. Отметим, что *синергические* взаимоотношения в системах регуляции ФСО могут вообще исчезнуть, например, под действием резких перепадов температур и давления. Было доказано, что метеотропные факторы (резкое изменение параметров среды) влияют и на интер-

валы устойчивости БДС, выводя их за пределы этих интервалов [42-54]. При этом могут возникать точки катастроф в системах регуляции ФСО. В перспективе для людей, длительно проживающих на Севере, такие периодические (апериодические) процессы потери *синергизма* и выхода за интервалы стабильности ФСО, приводят к медленному «расшатыванию» всех систем регуляции жизненно важных (висцеральных) функций.

Такие ежегодно повторяющиеся процессы, за счет особенностей смены зимы и лета, на северных территориях России могут приводить к развитию гипертензий, атеросклероза и др. патологий. Эти доклинические формы (если они еще не приняли устойчивый характер) могут существенно сказаться в пожилом возрасте, когда человек уже уехал из ХМАО-Югры, и, будучи пенсионером, живет на другой территории, но устойчивые отклонения ФСО сохраняются и могут омрачить период комфортной старости, да и всей жизни в целом [39-57, 139-148].

Жизнь в замкнутом пространстве в зимний период, особенно в сильно скученном пребывании, например, на производстве – приводит к некоторому изменению химического состава воздуха, поскольку никто не проветривает помещение при -40°C . Накопление CO_2 при этом приводит к гиперкапнии и учащению дыхания (и так зимой учащенного – *тахипноэ*). Одновременно в помещениях снижается парциальное давление O_2 и несколько повышается концентрация H_2S . В целом, зимой люди на северных территориях живут в измененной газовой среде в закрытых помещениях. Отсутствие активного проветривания приводит также к накоплению газовых отходов от новой мебели, окраски пола, линолеума и других бытовых материалов. Все это создает дискомфортную среду и ухудшает качество среды обитания.

Электромагнитный фон на Севере России также существенно изменен. И эти изменения тем сильнее, чем выше широта местности. Известно, что силовые линии *магнитного поля* (МП) Земли на полюсе интенсивно сгущаются, поэтому МП на Севере другое, чем в центральной и южной зонах России. Движение (сгущение потоков) заряженных частиц (солнечный ветер) также интенсифицируется. Поэтому мы наблюдаем северное сияние в высоких широтах. На северных территориях чаще встречаются различные аномалии (геологические разломы, геомаг-

нитные аномалии, выходы радона и метана, др. артефакты). Стремление комфортно жить на Севере приводит к повышенному употреблению электронагревательных приборов и других электроприборов. Все это повышает электромагнитный фон среды. Совершенно недопустимы высоковольтные *линии электропередачи* (ЛЭП) в черте города (а они проходят рядом с домами). И в этом заключается специфика несколько хаотической застройки, например, г. Сургута, где проводились настоящее исследование.

Особые проблемы для всех жителей ХМАО-Югры составляет *гипокинезия*. Естественные прогулки в 30–40-градусный мороз – исключены, давать какую либо физическую нагрузку в квартире способны немногие жители. Посещение спортзалов и бассейнов доступно не очень большому их проценту. Реально лыжным спортом (очень полезный и доступный вид спорта) занимаются 1–2% от всех жителей (многие эпизодически). Однако еще Н. Амосов доказывал, что подвижность (физическая нагрузка) к старости должна возрастать. Это связано в первую очередь с общим преобладанием тонического состояния *фазатона мозга* (ФМ) человека (падает активность *фазической системы*). Для борьбы с этим все-таки необходимо использовать физическую нагрузку (активизирующую нейромоторный системоконплекс), как наиболее физиологичный и доступный способ решения проблемы. Всякая активация этого системоконплекса приводит к переходу от *тонического* состояния ФМ к *фазическому*. Альтернатива этому – болезни и ранняя смерть. Таким образом, малоподвижный образ жизни в Югории длится с октября до мая (7 месяцев), что крайне нежелательно.

Особое значение в физиологическом смысле имеют перепады температур при выходе из помещения ($+28^{\circ}\text{C}$, $+30^{\circ}\text{C}$) – на мороз (-35°C , -40°C). Такие перепады приводят к спазму сосудов кожи и (рефлекторно) коронарных сосудов. При физической нагрузке на морозе могут быть ишемические эффекты, когда надо усиливать работу сердца (физическая работа на морозе), а коронарные сосуды сжимаются от холода. Иногда у лиц пожилого возраста такая работа на морозе заканчивается инфарктом миокарда. Вообще, для лиц старше 50 лет, такие частые перепады крайне нежелательны. Это повышает риск инфарктов и ин-

сультов (ишемического типа). Также эти перепады негативны и для кожи, которая на морозе быстро стареет (появляются морщины) из-за спазмов капилляров и потери эластичности (а физическую нагрузку и растяжение кожи надо делать всем работающим на открытом воздухе, к сожалению).

Следующий фактор связан с длительным переохлаждением. Такое может случаться при устойчивом пребывании на морозе (рабочий буровой установки и др. категории), или даже при пребывании в отапливаемом помещении, но температура воздуха в котором – понижена (из-за слабого отопления, сквозняков и т.д.). Тогда будут страдать (в первую очередь из-за вазоконстрикции мелких сосудов) ткани конечностей. В зимний период мы наблюдали такие эффекты у школьниц (худеньких девочек до 14-15 лет), которые находились в классе вместе с остальными учениками, но не могли согреться. У них мы не могли регистрировать пульс на фалангах пальцев (из-за спазма капилляров) с помощью фотооптических датчиков. Очевидно, что у таких ребят нарушается периферическое кровоснабжение тканей, причем на несколько месяцев и никаких компенсаторных реакций не возникает. Жизнь в таких условиях весьма специфическая, а последствия в репродуктивном периоде и, особенно, в старости – вообще трудно прогнозировать. Научных данных и прогнозов на эту тему мы не встретили [1, 39-51].

В целом, любой из перечисленных факторов – это уже проблема для отдельного человека. Их совокупность вообще – это не изученная проблема для ученых и практически медработников. Поэтому, изучение механизмов их действия, последствий и прогноз этих последствий (к пожилому возрасту) даже после отъезда с северной территории – это большая медико-биологическая и социальная проблема.

Новые возможности идентификации степени синергизма в нейросетях мозга человека, ФСО человека (и здорового, и больного), на популяционном уровне – позволяет по-новому оценивать и эффекты действия экологических факторов среды на жителя Севера РФ.

В публичных выступлениях федеральных руководителей все чаще звучат призывы перехода на вахтовый метод работы на Севере РФ. Однако при этом возникает вопрос: «А что делать с

жителями ХМАО, с городами и дорогами, со всем, что здесь было сделано за последние 20-25 лет такими большими усилиями?». Этот вопрос пока даже не поднимают и не обсуждают на федеральном уровне, но он крайне важен для всех жителей ХМАО-Югры.

Нет также четкой научной информации о влиянии Севера на жителей ХМАО-Югры вообще и на каждого (с его спецификой организма, полом, временем жизни на Севере) в отдельности. Не учитывается влияние Севера на лиц, работающих по вахтовому способу, которые уже десятилетиями приезжают в эту климато-географическую зону, чтобы заработать северные льготы.

По другим категориям населения медицина четко может сказать о вреде того или иного экологического фактора. Например, курение в 4 с лишним раза увеличивает вероятность заболевания раком дыхательных органов. Но кто скажет жителю ХМАО-Югры о последствиях работы на Севере России? А эта информация нужна персонально каждому. Такой информации пока нет. Она может быть представлена только учеными после многих лет исследований, которыми мы занимаемся более 8 лет. За последние 1,5-2 года был сделан определенный прорыв в этих исследованиях, что связано с двумя открытиями, которые были выполнены в эти годы. Они обеспечили идентификацию *синергических* взаимоотношений в ФСО человека под действием экологических факторов среды и идентификацию интервалов устойчивости БДС. Разработка новых устройств и способов исследования БДС и ФСО, в частности, привели нас к новому пониманию состояния биосистем в условиях Севера РФ, в частности, состоянию ФСО человека [42-62].

Исследования устойчивости БДС, границ такой устойчивости под действием экологических факторов ХМАО, критериев равновесия БДС, отыскания точек катастроф – все это составляет научную основу экологии человека на Севере. Сейчас мы очень близко подошли к ответам на эти вопросы. Нами разработаны методы, устройства и программные продукты, обеспечивающие регистрацию *синергизма* и интервалов устойчивости в ФСО и популяциях в целом.

Результаты воздействия отмеченного выше множества экологических факторов биофизической и физиологической приро-

ды – сейчас интенсивно изучаются коллективами Сургутской и Тульской научных школ. Эти факторы активно влияют на ФСО человека, его гомеостаз, заболеваемость, продолжительность жизни. Традиционное деление на четыре основные климатические зоны Земли – экваториальную, тропическую, умеренных широт и арктическую (антарктическую) в аспекте экологии человека требует уточнений и дополнений. Урбанизация Севера (в смысле построения современных городов и попытки создать комфортные экологические условия проживания в них) ставит перед экологией человека новые проблемы. Теперь уже совершенно ясно, что современное жилище человека на Севере порождает проблемы низкой влажности, низкой аэроионизации, высокой электризации, которые не характерны для жителей южных широт или высокогорных районов. Такое смешение условий жизни человека приводит к возникновению новых научных проблем.

Попытки объяснить наблюдаемые физиологические отклонения, например, в состоянии ФСО человека, проживающего на Севере России в рамках традиционных подходов, наталкиваются на определенные трудности. При этом увеличение сроков проживания на Севере, появление нового поколения в этих северных условиях порождает новые проблемы, которые особо актуальны в связи с поиском оценки эффективности методов восстановительной медицины при различных патологиях, в частности, при ГБ и ОНМК в наших исследованиях.

В этой связи коллективами научных школ предпринимаются усилия по разработке новых методов и устройств мониторинга ФСО и для моделирования их различных показателей. Определенные достижения в этой области представляют интерес для экологов, медиков, физиологов и они являются целью настоящей работы в отношении результативности методов восстановительной медицины.

Экология человека (ЭЧ) и физиологическая экология (как некоторая часть или раздел ЭЧ), призваны дать ответы на многие вопросы, связанные с проживанием человека на Севере. Это и вопросы активации в зимний период липидного обмена (что ускоряет атеросклероз), особые состояния ЦНС и ВНС, состояния желез внутренней секреции, отдельных органов и тканей. Причем, эти

все вопросы имеют особенности у людей в период адаптации в первые 8-10 лет (у приезжего населения), с разными сроками проживания или вообще родившихся в Югре [42-55, 63-72].

Все эти вопросы имеют свою особенность, специфику, но, главное, эти все проблемы требуют комплексного изучения и применения новых методов и устройств, так как традиционные методы себя уже не оправдывают. Однако, для понимания такой новизны, ее отличия от традиционных подходов, следует хотя бы кратко напомнить общеизвестные факты, которые активно изучались у нас в последние годы, в США и других странах.

Известно, что у коренных жителей Севера преобладает тонус парасимпатической вегетативной системы в регуляции функций (нормальное или пониженное АД, адекватность реакций сосудов кожи на гипертермию). У приезжего населения наблюдаются отключения АД в сторону гипертензии. Одновременно повышается уровень гормонов надпочечников на фоне снижения сахара в крови, учащаются случаи гипертрофии левого желудочка, легочной гипертензии. Кроме гипертензии сосудов большого круга кровообращения наблюдается и северная кардиоангиопатия, умеренная легочная гипервентиляция, ухудшение бронхиальной проходимости, снижаются количество лейкоцитов и иммунологическая реактивность организма в целом. Такая динамика характерна для тонической регуляции триады механизмов (нейромоторного, нейротрансмиссивного и вегетативного компонентов).

Таким образом, проживание в экстремальных условиях Севера в отсутствие генетически закрепленных механизмов адаптации к климатическим природным факторам приводит к развитию скрытой или явной патологии со стороны ССС и других ФСО. В первом случае это может приводить к патологии в более поздний период жизни (пенсионный возраст), укорачивая продолжительность жизни и делая период старости малоблагоприятным (а жизнь становится некомфортной). Во втором – к усилению профессиональной патологии, раннему старению, развитию сочетанных патологий. Исследование таких процессов на системном уровне, с позиции общих механизмов регуляции всех ФСО – это задача современной физиологии, биофизики и теории восстановительной медицины (в нашем случае).

Следует отметить появление все большего числа работ (за последние годы), которые все настойчивей представляют идею о существовании некоторого всеобщего центрального регулятора всех жизненных функций организма человека. Этот центральный регулятор получил название *фазатона мозга* (ФМ) и в настоящее время является объектом пристального изучения, как со стороны представителей клинических дисциплин, так и медицинских кибернетиков, биофизиков и нейробиологов. Проявление влияния фазатона мозга наблюдается уже на уровне различных психомоторных актов и различных двигательных функций, различных вегетативных реакций организма человека на изменение факторов внешней среды или внутреннего состояния организма. Особое значение ФМ имеет при направлении физиотерапевтического воздействия на ФСО больных [68-79].

Впервые четко сформулированное положение о наличии фазической и тонической регуляторных систем было сделано в 1906 году Чарльзом Шеррингтоном. В соответствие с *фазатонной* теорией, вегетативное и нейромоторное регулирование имеет ряд принципиально общих системных структурно-функциональных признаков. Существует тесная связь между *тонической* моторной системой и парасимпатическим отделом вегетативной нервной системы с использованием холинергического нейротрансмиттерного механизма, а также между *фазической* моторной системой и симпатическим отделом вегетативной нервной системы с включением катехоламинергического нейротрансмиттерного механизма. Таким образом, можно рассматривать *тонический моторно-вегетативный системный комплекс* (ТМВ) и *фазический моторно-вегетативный системный комплекс* (ФМВ), между которыми происходит в физиологических условиях непрерывное нейродинамическое балансирование. Согласно такой фазатонной модели нарушение сбалансированности ФМВ- и ТМВ- системных комплексов может быть причиной возникновения не только двигательных, но и вегетативных нарушений. При использовании методов восстановительной медицины, например, *физиотерапии* (ФТ) – как раз и осуществляется воздействие на баланс ТМВ и ФМВ [72-86].

В настоящее время в различных лабораториях и клиниках нашей страны получено немало медико-биологических приме-

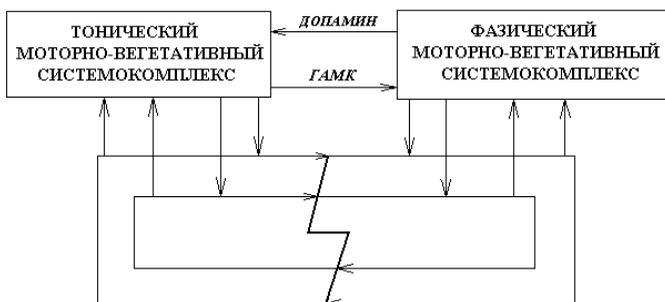
ров, в которых демонстрируется влияние фазатона мозга на различные психические, психомоторные, неврологические функции организма человека, как в норме, так и при развитии патологического процесса. В наших исследованиях мы покажем эволюцию фазатона мозга под действием ФТ и КЗТ.

С позиции современной теории *фазатона мозга* мы уверенно можем говорить о его существенном влиянии на саногенез. И, хотя в арсенале неврологической и психиатрической клиник сейчас имеются многочисленные физиотерапевтические (лазеротерапия, действие токов и электромагнитных полей в целом) и медикаментозные методы, но регуляции ФМ методом электролитной коррекции продолжают оставаться актуальными и интересными.

Фактически, во всех таких методах представлен медико-кибернетический подход создания управляющих воздействий на центральный регулятор гомеостаза – ФМ. Эти же исследования доказывают, что классификационное деление на *фазический* и *тонический* варианты нейродинамического дисбаланса является универсальным физиологическим и патофизиологическим принципом. Этот принцип может быть экстраполирован на многие виды метаболических процессов, которые регулируются фазатонным механизмом [93-98].

Итог всех этих исследований – признание существования взаимосвязанных *фазических* и *тонических* моторных систем, которые могут превалировать в развитии патологии или выступать приблизительно одинаково в развитии различных дискинезий. Из схемы рис. 1 следует, что для ослабления гиперактивности *тонической системы* необходимо использовать центральные холинолитики, которые усиливают допаминергическую передачу. Наоборот, при гиперактивности *фазической системы* необходимо применять адренолитические препараты.

Дисбаланс нейромоторных, а также нейромедиаторных систем приводит не только к дискинезиям, но и к вегетативным дисфункциям. Очевидно, что возможна и обратная картина, когда вегетативные дисфункции приводят к нейромоторным и нейромедиаторным дисфункциям. В этой связи уместно говорить о *моторно-вегетативном гомеостазе*, который обеспечивает, в целом, гомеостаз всего организма [1-11].



Активация аэробного гликолиза	Активация анаэробного гликолиза
Стимуляция синтеза РНК	Ослабление синтеза РНК
Увеличение синтеза белка	Угнетение синтеза белков и углеводов
Активация генетического аппарата и митотической активности клеток	Угнетение генетического аппарата и митотической активности клеток
Снижение интенсивности иммунного ответа	Стимуляция иммунного ответа
Активация анаболических процессов	Активация катаболических процессов
Трофотропный эффект	Эрготропный эффект
Увеличивает концентрацию K^+ в крови и его внутриклеточный транспорт	Увеличивает концентрацию Ca^{++} в крови и его внутриклеточный транспорт
Ослабляет коагуляционные свойства крови	Активирует процесс свертывания крови

Рис. 1. Схема принципиального фазотонного нейродинамического механизма соматовегетативного регулирования на организменном уровне.

В соответствии с этими выводами можно говорить о корреляции психических и психофизиологических функций с нейро-

моторным, а в общем случае и с *моторно-вегетативным гомеостазом*. Поэтому правомочна и постановка вопроса о соотношении между психофизиологическими показателями организма и его моторно-вегетативным статусом.

Нарушение в физиологическом равновесии *фазической* и *тонической* систем [24, 25, 47-54] должно сопровождаться изменениями психофизиологических показателей. Поэтому исследование взаимосвязи этих процессов – актуальная проблема не только физиологии и патофизиологии, но и психиатрии и наркологии в аспекте клинических проявлений таких нарушений. Именно это и составляет основу проведенных исследований. Развитие понятия *моторно-вегетативного гомеостаза* служит и дальнейшему познанию представлений о структурно-функциональной организации двигательной, вегетативной систем и о системах, ответственных за патофизиологические механизмы дискинезий. Исследование традиционными методами и разработка новых способов и устройств изучения состояния *моторно-вегетативного гомеостаза* – это совместная задача клиницистов и специалистов в области медицинской кибернетики.

Подобные клинико-патофизиологические обобщения, фактически, предлагают новую нейродинамическую модель структурно-функциональной организации системы моторно-вегетативной регуляции двигательных и других функций человека. В этой системе *тоническая* моторная система выступает в комплексе с парасимпатическим отделом вегетативной системы, а *фазическая* моторная система образует комплекс с симпатическим отделом вегетативной системы. Обе эти системы образуют иерархическую систему – фазатон. Общую первичную схему ФМ предложил В.В. Скупченко. В основу предложенной схемы положен нейромедиаторный комплекс взаимодействия дофамина и ГАМК, оказывающий противоположные влияния на *тонический* и *фазический* комплексы. Исследование роли психофизиологических аспектов в работе ФМ представляет особый интерес [123-127, 139, 143-146].

Системные исследования в рамках *компартиментно-кластерного синергетического подхода* (ККСП), уже позволяют мониторировать большие группы населения на предмет выявления синдрома *эколого-профессионального перенапряжения*

(СЭПП). В наших исследованиях (обследовано более 3000 человек) установлен сдвиг показателей *вегетативной нервной системы* (ВНС) в сторону *парасимпатической* нервной системы. Например, в зимний период у обследуемых лиц, регулярно не занимающихся спортом, только 8-9% обследованных имеет несколько выраженные показатели активности *симпатической* ВНС. Остальные лица – парасимпатотоники. У некоторых лиц наблюдается выраженное снижение тонуса периферических сосудов (вазоконстрикция, пульс на фалангах пальцев не регистрируется фотооптическими датчиками).

Все измеряемые в наших исследованиях с ФСО количественные показатели характеризуют состояние *кардио-респираторной системы* (КРС) для отдельных лиц, как критические, а для основной массы, как адаптационные, но с отклонением от средне-европейской нормы. Ситуация усугубляется весьма высоким показателем уровня оксигемоглобина (*HbO*).

Основная масса обследуемых уложилась в интервал $99\pm 0,9\%$. Это означает практически отсутствие компенсаторных реакций со стороны КРС на любые физические нагрузки или стрессовую ситуацию (например, по возникшим психологическим нагрузкам).

Известно, что в норме *HbO* укладывается в интервал $93\pm 2,3\%$ (среднеевропейский показатель). Для такого человека стресс или физическая нагрузка поднимает *HbO* до 98-99% и это рассматривается как компенсаторная реакция. Нашим северным пациентам уже нечем компенсировать такие внешние воздействия, т.к. они уже находятся на этом уровне. Мы, жители Юго-рии, как бы все работаем на пределе своих возможностей, что ведет к раннему старению, выработке ресурсов основных органов и желез внутренней секреции. По параметрам уровень оксигенации в Югре соответствует стрессовому состоянию и тогда наступает переход от *симпатотонии* к *ваготонии* и развитию ранней патологии.

2. Краткая классификация методов восстановительной медицины в условиях Севера РФ

В последние десятилетия сформулировано понятие «интегративной медицины», оперирующей результатами традиционной и нетрадиционной медицины (независимо от представления, какая из них считается традиционной). При этом именно в интегративной медицине широко используется системный анализ и синтез, т.е. методы ТХС.

Исследованиями Сургутской и Тульской научных школ [38-83, 48-153, 170-184] установлено существование синергично работающих и управляющих организмом человека механизмов. Кроме известной со времен Г. Селье *гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы*, установлена роль ее антагониста – *гипоталамо-гипофизарно-репродуктивной системы*. Доказана их синергичная работа. Нашла подтверждение *фазатонная теория мозга*, базирующаяся на взаимодействиях ГАМК-ергической (холинергической) и допаминергической (адренергической) систем как на уровне ЦНС, так и на периферических уровнях (нейромоторный, нейротрансмиттерный и нейровегетативный системоконтакты) [5, 6, 14, 20, 99-109, 139]. Установлено также их синергичное взаимодействие [139, 178-182].

По мнению А.И. Григорьева (2001): *«В ходе выполнения физиологических и биологических исследований были получены уникальные сведения о жизнедеятельности организма человека в экстремальных условиях, открыты новые закономерности адаптации функциональных систем к условиям измененной гравитации, получены новые данные об особенностях психологических реакций и работоспособности космонавтов при сложных динамических операциях, накоплен ценный опыт социально-психологического обеспечения профессиональной деятельности в условиях столь продолжительной изоляции и стресса, что, безусловно, учитывалось при совершенствовании системы безопасности в длительных космических полетах»* [9]. Дальнейшее развитие космической медицины и биологии требует новых подходов к интегрированной оценке информации, поступающей от человека, и к отработке возможностей коррекции имеющихся нарушений жизнедеятельности, а также предупреждения их воз-

никновения. И в этом направлении любых успехов можно достигнуть на пути комплексного, системного подхода в изучении адаптивных реакций организма человека в изучении нормы и патологии.

Было показано, что *острый стресс* способен вызвать – вначале активацию *кататоксических программ адаптации* (КПА), направленных на отторжение стрессорного агента (это описывается *фазическим* состоянием функций организма) [6, 14, 15]. При этом активизируется *гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система и допаминергическая* системы. В случае превышения стрессорным агентом защитных возможностей организма, вектор состояния организма человека переходит скачкообразно в *моральный аттрактор*. Наступает гибель организма. Другой вариант – скачкообразный переход к активации *синтоксических программ адаптации* (СПА), называемых еще тоническими реакциями функциональных систем организма, позволяющих сосуществовать в рамках нового *русла* стрессорным агентам и организму человека. При этом активизируется *гипоталамо-гипофизарно-репродуктивная система* (соответственно ГАМК-ергическая и холинергическая система). Именно поэтому и возможна хроническая стрессорная патология. Однако возможности СПА (*тонического* состояния ФМ) и контролируемых ими систем – ограничены. При их истощении реальна повторная активация КПА (*фазического* состояния ФМ), но с большей вероятностью гибели организма. В целом, это соответствует бинарному маятниковому движению *вектора состояния организма человека* (ВСОЧ) в *фазовом пространстве состояний* (ФПС). Такие колебательные движения осуществляются между двумя или более *аттракторами* и ими обеспечиваются жизненные циклы организма [52-76, 173-179].

С позиций *синергетики* и ТХС переходные вариации лежат в области *джокеров*, поэтому их предсказуемость крайне низкая. В то же время целенаправленное применение *синтоксинов* способно перевести организм человека в новое *русло*, с большей предсказуемостью течения и лечения последствий стресса [10, 11]. Одновременно возможна и *фазическая* регуляция функций организма, когда активизируется допаминергическая система (например, под действием препарата *юмекс*, женьшеня, лимон-

ника и др.) и организм переводится из СПА (*тонического* состояния) в *фазическое* (КПА). В этом случае резко повышается иммунитет, свертываемость крови, активизируется нейромоторный системный комплекс. Для медицины сейчас крайне важно выяснить, когда необходимо запускать СПА (*тонические* реакции), а когда КПА (*фазические* реакции) организма в период лечения или в ходе реабилитационных мероприятий. Именно этими вопросами и занимается сейчас синергетика в медицине и в частности коллективы Тульского и Сургутского университета (<http://www.thirdglobalparadigm.com>).

Если исходить из необходимости учета единичного и случайного в медико-биологических процессах и переносить этот принцип с популяционного уровня на уровень отдельного организма, органа, даже отдельной клетки, то тогда возникает необходимость мониторинга органов, систем органов, ФСО и организма в целом в некотором, условно говоря, непрерывном режиме. Всем врачам (да и пациентам тоже) хорошо известно, что никакая болезнь внезапно не проявляется, за исключением хирургических заболеваний (переломов, ушибов и др.). У инфарктов и инсультов есть предвестники: резкие перепады артериального давления, внезапные отклонения параметров КРС за пределы среднестатистических (внезапная тахикардия, экстрасистолия, другие отклонения), которые могут уходить даже за пределы трех сигм. В статистике, как уже отмечалось выше, такими отклонениями пренебрегают, исключают их из расчетов, однако, в медицине с большими отклонениями уже работают на уровне единичных регистраций. Например, холтеровское суточное мониторирование как раз и регистрирует такие резкие отклонения, броски, в значениях артериального давления и *частоты сердечных сокращений* (ЧСС), и именно по ним, по их частоте, амплитуде – врач делает заключение об угрожающем для здоровья пациента нарастании или убывании изменений в КРС. Эти предвестники выходят за пределы трех сигм, они эпизодичны, но они резко увеличивают параметры *квазиаттракторов* движения ВСОЧ в ФПС, они увеличивают размеры *квазиаттракторов*, внутри которых движется ВСОЧ в ФПС. Отсюда возникает необходимость учета таких хаотических выбросов, несмотря на то, что они случайны, непредсказуемы (хаотичны по своей при-

роде) и в традиционной медицине их ранее не всегда учитывали [42-54].

Именно для учета единичного и случайного, хаотического и непредсказуемого, уникального и неповторимого в медико-биологических исследованиях нами и была предложена методика расчета параметров *квазиаттракторов* (в общем случае бассейнов) хаотического движения ВСОЧ в ФПС. В основу этих методик был положен ряд принципов в рамках общей ТХС, разработанной В.М. Еськовым за последние двадцать лет с позиций компартментно-кластерного подхода, *системного анализа и синтеза* (САС), т.е. методов синергетики [21-27, 38-83, 170-184].

Итак, кроме блоков методов изучения ФСО на базе ККТБ и нейросетевых систем были разработаны блоки анализа БДС (ФСО в частности) для случая их чисто хаотического поведения. Это потребовало разработки принципиально новых методов изучения организма человека с позиции ТХС. Стало очевидным: ведущей проблемой синергетики является проблема организации структур из хаоса в живой природе, как наиболее способной к самоорганизации. При этом, с одной стороны, разработка новых методов идентификации *параметров порядка* и *русел* в рамках САС составляет основу современной синергетики. С другой стороны, не вызывает сомнения и тот факт, что проблема идентификации параметров *квазиаттракторов* БДС и диагностика различий между динамикой стохастического поведения БДС и хаотической динамикой этих же БДС является одной из базовых проблем ТХС [1, 4, 6].

В нашем исследовании особое внимание уделяется изучению характера динамики параметров ФСО жителей г. Сургута и Сургутского района ХМАО-Югры в свете ТХС. Это является новым научным направлением в области количественной оценки базовых свойств (*синергизм и хаос*) для различных биосистем (в первую очередь ФСО).

Разработка новых методов идентификации параметров хаотических *аттракторов* поведения x_i ФСО в многомерном пространстве состояний представляет несомненный интерес для теоретической и клинической медицины. Особую роль в подобных исследованиях играет учет метеорологических и химико-экологических факторов среды, которые могут существенно из-

менить состояние всех ФСО человека на Севере РФ, а также действие методов КЗТ и ФТ.

Известно, что здоровье людей, проживающих на Севере, очень часто отличается от нормы. Воздействие погоды на организм человека осуществляется через формирование приспособительных реакций на уровне ЦНС и ВНС, через закрепление условно-рефлекторного влияния. Отмечена корреляционная связь между изменениями температуры воздуха, относительной влажностью воздуха, атмосферного давления, магнитного поля Земли и психофизиологическими показателями – повышением максимального и пульсового давления, частотой сердечных сокращений, состоянием тревожности, параметрами аттракторов КРС.

Среди климатических факторов одно из первых мест по степени воздействия на организм человека, прежде всего, СССР, занимают неперiodические, резкие сезонные, внутри и межсезонные перепады атмосферного давления и температуры воздуха. Установлено, что люди реагируют на изменение погоды не только в этот день, но и за 1–2 дня до и после перемены погоды. Роль метеотропных факторов, вызывающих ухудшение физиологических показателей организма человека, еще не изучена до конца. Но уже можно говорить о том, что действие погоды имеет сигнальный, а не прямой характер. Причем, необходимо учитывать влияние климатических факторов не по отдельности, а в их взаимодействии.

Нами разработаны и активно используются три основных метода идентификации *параметров порядка* любой БДС, которые базируются на трех различных подходах:

– *детерминистский* метод – используется *метод минимальной реализации* (ММР);

– *стохастический* метод – используются элементы хаотической динамики (нейросетевые технологии, нейронные сети и нейро-ЭВМ);

– *метод ТХС-анализа параметров квазиаттракторов* путем сравнения параметров различных кластеров, представляющих БДС.

Были образованы кластеры данных, и к таким кластерам могут относиться одни и те же БДС ФСО, но находящиеся в разных физиологических состояниях или в разных временных

режимах. В любом из этих случаев мы можем произвести сравнение параметров КА как минимум для двух кластеров до лечения и после. Однако, возможно сравнение и многих кластеров (трех, четырех и т.д.)

Эти методы основаны на идентификации объема *квазиаттрактора* 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 и сравнением существенных или несущественных изменений в параметрах *квазиаттрактора* после такого исключения. Алгоритм этой процедуры основывается на следующих шагах:

1. В программу расчета на ЭВМ поочередно вводятся исходные значения (компоненты ВСОЧ) в виде матриц $A^p_{ij} = \{a_{ij}^p\}$ биосистемы, например параметры ФСО, по каждому из k кластеров (видов болезни или группам людей). Данные могут вводиться вручную либо из текстового файла; т.е. получаем матрицу состояний для всех p кластеров в m -мерном фазовом пространстве. Здесь i – бегущий индекс компоненты вектора ($i=1, \dots, m$), a j – номер биообъекта (пациента) ($j=1, \dots, n$), номер кластера k тоже может изменяться ($k=1, \dots, p$). Иными словами элемент такой матрицы a^k_{ij} представляет k -й кластер БДС, i -й компонент ВСОЧ для j -го пациента (группы больных).

2. Производится поочередный расчет координат граней для всех i -х параметров ВСОЧ, для всех j -х пациентов ($j=1, \dots, n$) из k -го кластера ($k=1, \dots, p$); в частности, их **длины** (*Interval*), например, для 2-х кластеров (x и y) будем иметь: $D_i^x = x_{i(max)} - x_{i(min)}$, $D_i^y = y_{i(max)} - y_{i(min)}$, где $x_{i(min)}$, $x_{i(max)}$ – координаты крайних точек, совпадающих с нижней и верхней границей фазовой области. Далее рассчитывается вектор **объемов** (*General Value*) $V = (V_0, V_1 \dots V_p)^T$, ограничивающих все p *квазиаттракторов*, а так же показатели асимметрии (*Asymmetry*) в виде матриц размерности (P_{xm}) для **стохастического** $X_1^C = (x_{11}^c, x_{12}^c \dots x_{1m}^c) \dots X_p^C = (x_{p1}^c, x_{p2}^c \dots x_{pm}^c)$, и **хаотического центров** $X_1^x = (x_{11}^x, x_{12}^x \dots x_{1m}^x) \dots$

$X_p^x = (x_{p1}^x, x_{p2}^x \dots x_{pm}^x)$. Здесь $X_{ki}^c = \sum_{j=1}^n x_{jy} / n$

– идентификация стохастического центра аттракторов, который находится путем вычисления среднего арифметического

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} / n$$

одноименных координат точек, представляющих проекции конца вектора состояния БДС на каждую из координатных осей. Отметим, что для каждого из всех P кластеров имеем, $X_{ix}^k = x_{i(\min)} + D_i^k / 2$ – идентификация хаотического центра аттракторов, где D_i^k – ширина фазовой области аттрактора (размер интервала изменения переменной x) в проекции на i -ую координату.

3. Вводится параметр R , показывающий степень изменения объема квазиаттракторов для k -го кластера до и после уменьшения размерности ФПС. В исходном приближении вычисляем $R_0 = V_0^1 - V_0^2 / V_0^1$. Здесь V_0^1 – общий объем параллелепипеда ($V_0^1 = \prod_{i=1}^m D_i^1$), внутри которого находится 1-й аттрактор движения ВС (например, ВСОЧ) для 1-го кластера данных в m -мерном фазовом пространстве; V_0^2 – объем параллелепипеда ($V_0^2 = \prod_{i=1}^m D_i^2$), внутри которого находится 2-й аттрактор движения ВС для ВС 2-го кластера данных.

4. После исключения поочередно каждого из компонент вектора X , т.е. x_i для одного и другого кластера одновременно и поочередно для всех j вычисляется вторые и далее i -е приближения параметра квазиаттракторов $R_i = V_i^1 - V_i^2 / V_i^1$. Таким образом, получаем $R = (R_0, \dots, R_m)$ значений, т.е. вектор размерности $m+1$, по которым можно определить уменьшилась или увеличилась относительная величина квазиаттракторов V при изменении размерности фазового пространства. При уменьшении размеров аттракторов V , анализируются параметры системы и делается заключение о существенной (если параметры существенно меняются) или несущественной (параметры почти неизменны) значимости конкретного, каждого x_i компонента ВС $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$.

При реализации этой процедуры важно понимать, что с БДС может что-то произойти (усугубляется патология, реально начнут влиять экологические факторы среды обитания и т.д.), если

начнут изменяться размеры КА ($V=V_G$) или координаты центра КА. В последнем случае их размеры (V) могут даже не измениться, но новый КА будет другой, его центр в фазовом m -мерном пространстве переместится в другую область ФПС. Возникают новые методы оценки динамики поведения ВСОЧ, что имеет большое значение для медицины.

В результате такого подхода нами было также установлено, что чем больше расстояние между *хаотическим* (геометрическим) и *стохастическим* (среднестатистическим) центрами КА в фазовом m -мерном пространстве состояний, тем ярче выражена мера хаотичности в динамике поведения *вектора состояния организма человека*.

Процедура поэтапного (поочередного) исключения из расчета отдельных компонент ВСОЧ с одновременным анализом параметров *квазиаттракторов* и сравнением существенных или несущественных изменений в их параметрах – позволила после такого исключения выявить те признаки, которые существенно влияют на показатели расчетных параметров *квазиаттракторов*.

Таким образом, данный метод и программный продукт позволяет проводить объективную диагностику различий между динамикой стохастического поведения БДС и их хаотической динамикой, а также проводить выявление значимых признаков, существенно влияющих на параметры КА ВСОЧ.

В многочисленных исследованиях нами установлено, что именно хаотическая динамика экологических факторов среды имеет существенное влияние на показатели здоровья и заболеваемости жителей ХМАО-Югры. В этой связи становится актуальной проблема внедрения разработанных методов в здравоохранение и экологию человека на всей территории РФ. В частности, в рамках ТХС был выполнен анализ динамики поведения климатоэкологических факторов среды в ФПС и влияние такой хаотической динамики на качество жизни человека на Севере.

Поскольку поведение природных хаотических систем протекает в рамках *квазиаттракторов* состояний, то именно в них находятся показатели ФСО (в частности, КРС). Поэтому рассмотрение хаотической динамики метеопараметров (как экофакторов) должно производиться в рамках *фазового пространства*. Каждое такое состояние характеризуется вектором состояния,

что составляет реальное трехмерное ФПС (например, для метеопараметров), в котором каждый месяц года образует *квазиаттрактор* состояний. На фазовой плоскости это изображается в виде прямоугольника, в 3-мерном фазовом пространстве – параллелепипеда, а в m -мерном фазовом пространстве (в сочетании с экофакторами) – m -мерного параллелепипеда. Такой подход в описании ФСО позволил определить размеры КА состояний (границы прямоугольника со сторонами (Δx_1) , (Δx_2) , (Δx_3)) на фазовой плоскости или в 3-мерном *фазовом пространстве* (3-мерный параллелепипед). Данная m -мерная геометрическая фигура имеет координаты центра, каждая координата которого вычисляется по формуле:

$$x_{i0}^r = \frac{(x_{i|min}^r + x_{i|max}^r)}{2}$$

Если Di – ширина фазовой области в проекции на i -ую координату, т.е.

$Di = (x_{i|max} - x_{i|min})$, то объем параллелепипеда $Vg = \prod_{i=1}^m Di$, 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, a – координаты хаотического центра в фазовом пространстве. Данная величина является показателем асимметрии расположения центральной точки КА (определяется по средневзвешенному значению), т.е. его геометрического центра и стохастического центра симметрии m -мерного параллелепипеда. Этот показатель рассматривался нами как критерий оценки различий между стохастиче-

скими и хаотическими процессами в многомерном фазовом пространстве.

С помощью ЭВМ *методом наименьших квадратов* (МНК) рассчитывалась погрешность (т.е. переменная z_s) различий между функцией распределения Гаусса $f(x)$ и реальными гистограммами для всех координат x_{si} в m -мерном фазовом пространстве (по каждой координате x_{si} отдельно!):

$$Z_{si} = \sqrt{\sum_{j=1}^k (f(\langle x_{ij} \rangle) - P_{ij})^2},$$

где P_{ij} – частота попадания случайной величины x_{is} в интервал Δx_{ij} , $\langle x_{ij} \rangle$ – центр интервала Δx_{ij} , k – число интервалов разбиения фактических интервалов изменения фазовых координат по каждой x_i , которые ограничены левыми и правыми значениями фазовых координат x_{imin} и x_{imax} . Они образуют некоторое множество, которое было стандартизовано (или откорректировано) в пределах всего m -мерного пространства.

Общая погрешность (Z_s) по всем x_i , представляла собой различие между реальными гистограммами и гипотетическим нормальным распределением во всем m -мерном пространстве:

$$Z_s = \sqrt{\sum_{i=1}^m Z_{si}^2},$$

Разработанная программа на ЭВМ с помощью МНК [53, 56] позволяла подобрать такие минимальные (оптимальные) параметры (\bar{x}_i и σ_i) функции Гаусса, при которых погрешности по всем координатам фазового пространства Z_{si} оказывались минимальными и их средние значения тоже являлись минимальными. При этом относительные погрешности по всем m координатам фазового пространства, т.е. Z_{si}^0 также минимизировались. Здесь:

$$Z_{si} / [(x_{i,min} + x_{i,max}) / 2] = Z_{si}^0$$

Если же система в своей динамике хаотична (границы изменения фазовой координаты x_i различны для всех координат пространства), то всю гистограмму представляли в виде прямоугольника. Тогда средняя высота $\langle P_i \rangle$ определялась выражением:

$$\sum_{j=1}^k P_j = 1 \text{ и тогда } \langle P_j \rangle = 1/k$$

Далее, нами введены показатели:

$$\theta_{ci} = \sqrt{\sum_{j=1}^k (1/k - P_{ij})^2} \text{ и } \theta_c^0 = \sqrt{\sum_{i=1}^m \theta_{ci}^2},$$

которые характеризовали меру различия между фактическим значением измеряемой величины по конкретной координате x_i) и гипотетическим (предполагаемым) хаотическим значениям (которым соответствует частота события $1/k$). Предполагалось, чем меньше значение θ_c^0 , тем ближе истинный процесс попадает под определение хаотического процесса, который можно представлять, например, белым шумом с $P_i = \text{const}$.

В хаосе гипотетическая гистограмма принимала вид прямоугольника с основанием $x_i \text{ max} - x_i \text{ min} = \Delta x_i$ (т.е. каждое Δx_i состоит из Δx_{ij} , где $j=1, \dots, k$, а $i=1, \dots, m$) и одинаковой высотой $\langle P_i \rangle = \text{const} = 1/k$. Сама величина θ_{ci} давала абсолютную характеристику отличий фактического распределения, т.е. реальной гистограммы, от гипотетического равномерного хаотического распределения («белый шум») по каждой x_i .

Представленные выше алгоритмы расчета параметров ВСОЧ в m -мерном ($m > 3$) ФПС страдают недостатком, который тяжело воспринимается специалистами в области медицины и биологии. Он связан с отсутствием наглядности в представлении многомерного ФПС. В этой связи были предприняты усилия по модернизации метода расчета параметров *квазиаттракторов* ВСОЧ в аспекте их представления на плоскости, в виде некоторых многоугольников [42-45].

В рамках решения этой задачи были разработаны и запатентованы два метода представления *квазиаттракторов* движения ВСОЧ на плоскости: в виде набора прямоугольников неправильной формы (с двумя вертикальными параллельными сторонами у каждого прямоугольника из общего набора). Или в виде сегментарных частей окружности (в радиальной системе измерений) с обязательной нормировкой максимум длин радиус-вектора по каждой из координат x_i ВСОЧ.

Следует отметить, что за последние годы появилось большое число работ, которые используют методы исследования ос-

новых показателей КРС с применением спектрального анализа *вариабельности сердечного ритма*. Безусловно, данная проблема привлекает многих физиологов, биологов и научных работников, занимающихся донозологическими исследованиями оценки функционального состояния организма человека, так как эти методы являются неинвазивными [1-13, 30-37, 87-102].

Важную роль в приспособлении организма к изменяющимся условиям среды играют показатели степени активности регуляции ВНС. Степень ее активности может быть определена по результатам контроля вегетативной регуляции важнейших ФСО и, в частности, по реакции ССС. Наиболее доступным для регистрации параметром, отражающим процессы регуляции, является ритм сердечных сокращений, динамические характеристики которого позволяют оценить выраженность симпатических и парасимпатических сдвигов при изменении состояния исследуемого, что особенно важно в условиях Севера РФ. Анализ активности вегетативной регуляции важнейших ФСО позволяет выявить сдвиги, характерные для диагностики целого ряда заболеваний, а также проследить за динамикой реакции ВНС в ответ на действие неблагоприятных факторов. Активность ВНС, определяемая по отношению к своему тоническому уровню, может быть соотнесена с мерой адаптационных реакций организма. Это дает возможность контроля выраженности реакции, например, стресса на всех его стадиях, причиной которого при проживании в ХМАО являются климатические факторы и весь комплекс факторов [1-12, 88-93].

Известно, что изменения показателей ритма сердца при стрессе наступают раньше, чем появляются выраженные гормональные и биохимические сдвиги, т.к. реакция нервной системы обычно опережает действие гуморальных факторов [20,21, 42, 54, 69, 100, 130, 136]. Это дает основание предполагать возможность использования таких показателей для идентификации донозологических форм.

Наибольший интерес при изучении данной проблематики представляют специализированные методики исследования ВНС, которые имеют некоторые различия в зависимости от целей и задач исследований. В настоящее время продолжается разработка и внедрение новых диагностических комплексов с

использованием последних достижений науки и техники, биофизики и медицинской кибернетики. Они базируются на применении ЭВМ и различных датчиков для получения информации.

Первая, наиболее значимая методика исследования ряда показателей КРС сводится к применению метода *вариационной пульсометрии* с определением ряда показателей функционального состояния ВНС. Выбор данного метода был связан с тем, что ритм сердечных сокращений является наиболее доступным для регистрации физиологическим параметром. Доказано, что основным критерием в *вариационной пульсометрии* является показатель колебаний длительности межпульсовых интервалов по отношению к среднему уровню. В норме колебания носят относительно быстрый характер, и значительная вариабельность сердечного ритма может быть обусловлена вагусными влияниями. В этом случае превалирует тонус *парасимпатического отдела* (ПАР) ВНС. При активации *симпатического* (СИМ) отдела ВНС, происходящей во время стресса, колебания длительностей межпульсовых интервалов происходят медленнее, и вариабельность сердечного ритма падает. Это говорит о повышенном тоне СИМ отдела ВНС.

В наших исследованиях применялся пульсоксиметр ЭЛОКС-01СЗ [45, 83], разработанный и изготовленный в ЗАО ИМЦ «Новые Приборы» (г. Самара). В устройстве применялся фотооптический пальцевой датчик (в виде прищепки), с помощью которого происходила регистрации пульсовой волны с одного из пальцев кисти. Технически он выполнен с применением оптических излучателей и фотоприемника двух типов: в ближнем инфракрасном и красном спектре диапазона световой волны, которые дают возможность непрерывно определять индикацию *степени насыщения гемоглобина крови кислородом* (SPO_2), в %, а также значения ЧСС.

Отметим, что ХМАО 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 аэродинамиче-

ский режим, факторы электромагнитной природы и др. [1-4, 43, 44, 135]. 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 в первую очередь младших возрастных групп [1-8, 22-29, 130-132].

В рамках ТХС, при помощи разработанного нового метода и программного продукта, был выполнен расчет параметров *квазиаттракторов* ФСО. Проведен анализ динамики поведения вектора состояния ФСО в m – мерном (3-мерном) пространстве состояний. Обоснованы разработанные критерии оценки различий между стохастической и хаотической динамикой поведения параметров ФСО на примере жителей г. Сургута с патологией – ОНМК и ГБ. Выполнена оценка этих параметров в связи с изменениями физиологических функций пациентов, которая существенно зависит от методов *восстановительной медицины*. Обработаны массивы исходных данных параметров ФСО – осуществлена идентификация параметров КА ФСО в многомерном ФПС. Это позволило интерпретировать 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 были получены величины суммарных объемов *квазиаттракторов* (V) и значения показателей асимметрии (rX) параметров ФСО до и после лечения; определены координаты центра *квазиаттракторов* m -мерного фазового пространства, что позволило построить траектории вектора состояния экологической среды в m -мерном пространстве состояний данных. Получены графические портреты динамики и амплитуды фазовых переменных, рассчитаны гистограммы рас-

пределений плотности попадания координат вектора состояния ФСО в условно выбранные интервалы времени.

В последнее время наблюдается повышение чувствительности населения к различным лекарственным веществам. В связи с этим применение патогенетически обоснованных методов *физиотерапии* стало неотъемлемой частью комплексного лечения и реабилитации больных с различными заболеваниями и травматическими повреждениями.

С каждым годом все большее распространение получает лечение больных не медикаментозными средствами, среди которых ведущее место занимают естественные и преформированные физические факторы. Это обусловлено прежде всего тем, что физические лечебные средства, в отличие от фармакологических, не вызывают побочных токсических и аллергических явлений. Применение их для восстановительного лечения и медицинской реабилитации больных доступно, выгодно экономически, физиологично и достаточно эффективно. Кроме того, физические факторы внешней среды с давних пор широко используются как эффективные средства предупреждения болезней и закаливания организма.

В настоящее время ФТ приобрела большое социальное значение и стала важной составной частью государственной системы специализированной медицинской помощи. Методы *физиотерапии* широко используются и часто играют ведущую роль в комплексе лечебных и реабилитационных мероприятий в медицинских учреждениях различного профиля (поликлиники, больницы, санатории и др.). Они имеют большое значение в профилактике, при лечении начальных форм заболеваний, а также в массовом оздоровлении населения

По принятой терминологии изучение природных курортных факторов (гидротерапия, климатотерапия и грязелечение) – предмет самостоятельного раздела медицины – курортологии, которая вместе с ФТ составляет единую научную дисциплину. Лечебную гимнастику и массаж, механотерапию (не включая вибротерапию) относят к ЛФК [56,57].

Таким образом, в понятие ФТ включают:

– изучение и применение с лечебной целью физических факторов, создаваемых трансформированием определённых ви-

дов энергии в энергию биологических процессов, – *физиотерапию*, в том числе свето- (фото-) терапию, электротерапию, ультразвуковую терапию, комбинированную терапию, магнитотерапию, микроволновую терапию, компрессионную терапию, лазерную терапию;

– использование естественных факторов: пресной и минерализованной воды, торфа, глины, озокерита и др. – вне курортов. Это осуществляется в специальных физиотерапевтических больницах, поликлиниках, кабинетах.

Одновременно с этим в работе мы использовали и КЗТ, мониторинг которой можно выполнить на основе анализа параметров *кардио-респираторной системы* человека. Особенности эффектов ФТ и *кинезотерапии* у больных с ОНМК и ГБ – составили основу исследования.

ГЛАВА 2

ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ

В настоящей главе приводятся результаты исследований, проведенных в период с 2008–2011 гг. на базе двух медицинских учреждений г. Сургута – БУ ХМАО–Югры областная клиническая больница «Травматологический центр» и НУЗ «Отделенческая клиническая больница на ст. Сургут ОАО «РЖД РФ».

В первом блоке исследований было обследовано 35 пациентов, перенёсших *острое нарушение мозгового кровообращения* и имеющих стойкие нарушения со стороны ЦНС (гемипарез и др.). Методами реабилитации для обследуемых пациентов являлись механотерапия и ЛФК. В первые несколько дней – процедуры лечебной гимнастики выполнялись в исходном положении лежа, позже – индивидуально для каждого пациента сидя и стоя, а по мере улучшения состояния – групповым методом. Широко использовались упражнения в произвольном расслаблении мышц, направленные на расширение диапазона моторных навыков.

В рамках второго блока исследований обследовано 45 пациентов, которые подвергались лечебным воздействиям и измерениям параметров вектора состояния их *вегетативной нервной системы* в виде $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где размерность ФПС составила 15. Производилась идентификация параметров организма пациентов с диагнозом ГБ (n=45), находящихся в условиях физиотерапевтического лечения. В итоге была сформирована одна группа объёмом 40 человек – пациенты с диагнозом ГБ, которые были обследованы в начале курса лечения и в конце.

Критерии включения пациента в исследование:

- 1) возраст обследуемого – мужчины 22- 60 лет, женщины 21-55 лет;
- 2) добровольное письменное соглашение пациента на участие в обследовании и обработку полученной информации.

Критерии исключения пациента из исследования:

- 1) осложнённые формы, а также деструктивные формы основного заболевания;
- 2) наличие тяжёлой сопутствующей патологии;
- 3) пациенты, перенёсшие острый инфаркт миокарда в ближайший год.

В настоящем исследовании выполнено более 540 000 измерений, обследовано 80 пациентов.

Дизайн первого блока обследований представлен на рис. 2, где показана только часть координат x_i всего вектора состояния $x(t)$. Регистрация основных параметров состояния ВНС обследуемых пациентов производилась в пятнадцатимерном *фазовом пространстве состояний* вектора $x(t)$ в виде $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где $m=15$. Эти координаты x_i , состояли из: x_1 – *SIM* – показатель активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, у.е.; x_2 – *PAR* – показатель активности парасимпатического отдела, у.е.; x_3 – *SDNN* – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс; x_4 – *INB* – индекс напряжения (по Р.М. Баевскому); x_5 – *SSS* – число ударов сердца в минуту; x_6 – *SPO2* – уровень оксигенации крови (уровень оксигемоглобина); x_7 – *TINN* – триангулярная интерполяция гистограммы *NN*- интервалов, мс; x_8 – *pNN50* – число *NN*-интервалов, отличающихся от соседних более чем на 50 мс; x_9 – *VLF* – спектральная мощность очень низких частот, мс²; x_{10} – *LF* – спектральная мощность низких частот, мс²; x_{11} – *HF* – спектральная мощность высоких частот, мс²; x_{12} – *Total* – общая спектральная мощность, мс²; x_{13} – *LFnorm* – низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; x_{14} – *HFnorm* – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; x_{15} – *LF/HF* – отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной.

Из этих 15-ти компонент были выбраны наиболее значимые пять в виде: *SIM, PAR, SpO2, SDNN, INB, SSS*.

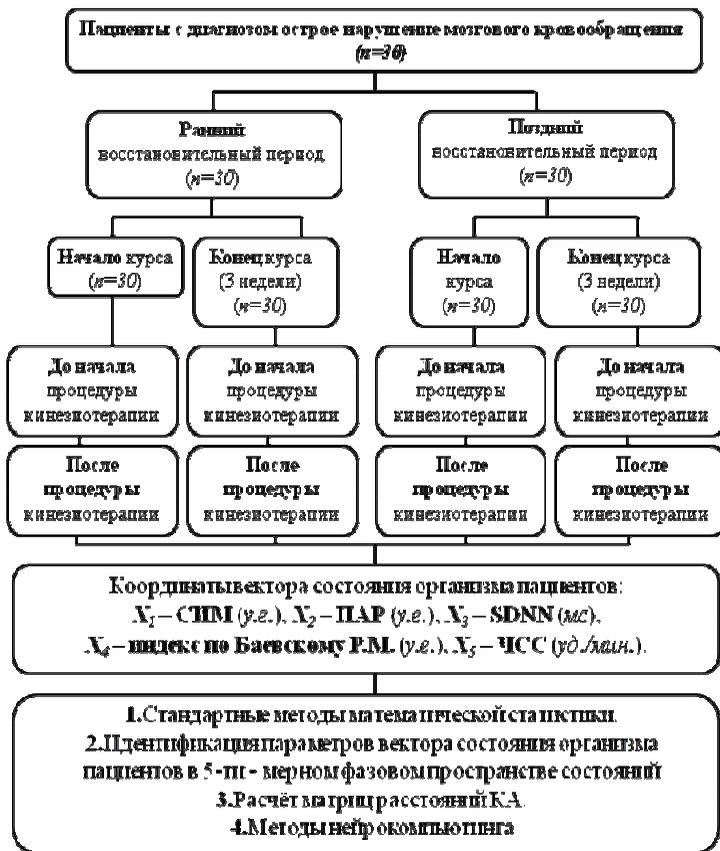


Рис. 2. Дизайн первого блока исследований

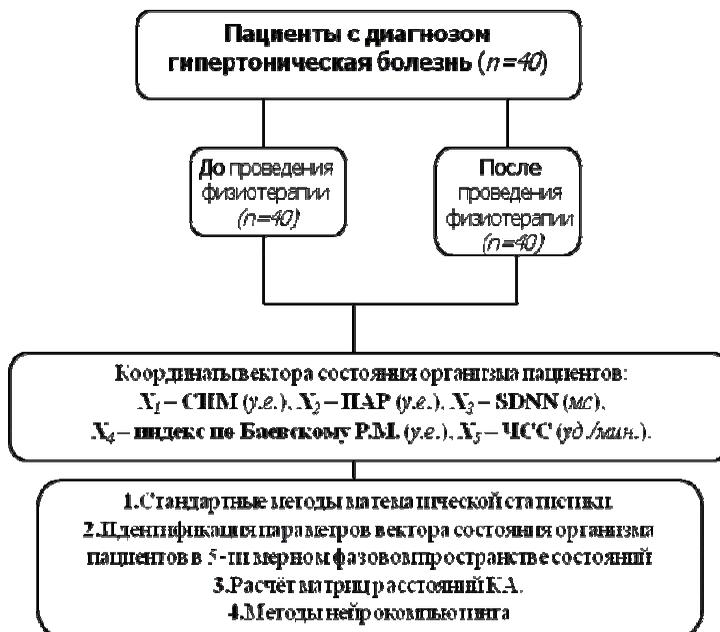


Рис. 3. Дизайн 2-го блока исследований

1. Традиционные стохастические методы обработки информации и методы восстановительной медицины, используемые в работе

В первом блоке исследования методами реабилитации для обследуемых пациентов (патология – ОНМК) были механотерапия и ЛФК. Такие методы биологического воздействия на организм человека, направлены на восстановление нарушенных двигательных функций. В основе ЛФК лежат физические упражнения – специально разработанные программы двигательной активности, применяемые в качестве неспецифического раздражителя. ЛФК способствует предупреждению осложнений, вызы-

ваемых гиподинамией, восстановлению работоспособности и формированию утраченных функций. Физиологическое действие физических упражнений имеет следующие аспекты:

а) *тонизирующий* – под влиянием дозированной физической нагрузки происходит изменение интенсивности биологических процессов, усиление деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, желез внутренней секреции. Повышаются физические качества, способность к регенерации, нормализуется деятельность внутренних органов;

б) *трофический* – мышечная деятельность стимулирует обменные и регенеративные процессы, перестраивает их на усиление питания внутренних органов и тканей. Кроме того, в работающей мышце происходит расширение имеющихся и увеличение числа функционирующих капилляров, скорости общего и регионального кровотока, а также лимфотока;

в) *нормализация функций* – происходит за счет угнетения патологически измененных реакций. При помощи физических упражнений восстанавливается сила мышц, амплитуда движений, работоспособность и координация;

г) *компенсация* – временное или постоянное замещение утраченных функций. Механизм компенсации создается за счет обучающего действия и стимуляции приспособительных реакций организма.

В целом, дозированное применение ЛФК у пациентов, перенесших *острое нарушение мозгового кровообращения*, уравновешивает процессы возбуждения и торможения в ЦНС, повышает ее регулирующее влияние на органы и системы, вовлеченные в патологический процесс. ЛФК оказывает нормализующее влияние на сосудистую реактивность, способствуя снижению тонуса сосудов при выраженных спастических реакциях, что сопровождается отчетливым снижением АД. Физические упражнения повышают сократительную способность миокарда. Нормализуется венозное давление, увеличивается скорость кровотока в периферических сосудах с уменьшением периферического сосудистого сопротивления.

ЛФК решает следующие задачи:

1) нормализацию баланса процессов возбуждения и торможения в коре головного мозга, преимущественно в результате

усиления тормозных процессов, происходит выработка и закрепление моторно-висцеральных связей, а также депрессорная направленность регуляции кровообращения;

2) тренировки ЦНС, системы кровообращения и локомоторного аппарата;

3) снижения повышенного мышечного тонуса;

4) уменьшения субъективных проявлений заболевания.

В начале лечения – процедуры лечебной гимнастики проводили в исходном положении лежа. В последующие дни – сидя и стоя с индивидуальным подходом к каждому пациенту. В более позднее время курса, по мере улучшения состояния пациентов, занятия проводились уже для групп пациентов. С целью оптимизации аппарата микроциркуляции и расширения диапазона моторных навыков использовались упражнения в произвольном расслаблении мышц. Подобные упражнения оказывают выраженное тормозное действие на ЦНС.

Следующим этапом предьявляется физическая нагрузка – ходьба в умеренном темпе по беговой дорожке в течение шести минут. Предьявляемая нагрузка уменьшается или увеличивается в зависимости от самочувствия пациента и степени восстановления навыков ходьбы и двигательных функций в целом.

Второй блок исследований представляет результаты применения лечебных воздействий у пациентов с артериальной гипертензией. В качестве внешних управляющих лечебных воздействий для пациентов с диагнозом ГБ – применялись определенные методы восстановительной медицины, имеющие характеристики и показания:

А. Магнитотерапия (аппарат «Алмаг», программа «Артериальная гипертензия»).

Разработка методов лечения ГБ, не связанных с применением гипотензивных лекарственных средств, имеющих ряд побочных эффектов является актуальным направлением развития восстановительной медицины. На сегодняшний день в реабилитации больных ГБ с успехом используют различные физические факторы, в частности – электромагнитное поле низкого напряжения. Эффективность *магнитотерапии* патогенетически обосновывается влиянием электромагнитного поля на нервные и гу-

моральные механизмы регуляции сердечно-сосудистой системы, центральную и периферическую гемодинамику, мозговой кровотока и микроциркуляцию. Аппарат «Алмаг», использованный в настоящем исследовании, является автоматизированным источником магнитного низкочастотного поля и позволяет одновременно воздействовать на весь организм однородным модулированным вращающимся магнитным полем, обладающим наиболее эффективными биотропными параметрами.

По данным ряда авторов [8, 13, 69, 116, 121, 146] включение общей магнитотерапии в комплексное лечение больных ГБ уменьшает основные симптомы гипертензии, снижает систолическое и диастолическое артериальное давление до нормальных значений, оказывает корригирующее влияние на гемодинамику. Все это обуславливает переход «крайних» типов гемодинамики в *эукINETический* тип, улучшает церебральную гемодинамику, снижает тонус артерий и повышает эластичность сосудистой стенки, увеличивает венозный отток, нормализует вегетативную регуляцию сердечно-сосудистой системы, уменьшая влияние *симпатического отдела* ВНС.

Аппарат «Алмаг» обеспечивает генерирование вращающегося магнитного поля с фильтрацией по частоте и модуляцией по напряженности, которое воздействует на все системы и органы человека. При лечении магнитным полем аппарата «Алмаг» на больного воздействуют постоянным, переменным, пульсирующим, импульсным, а также бегущим или вращающимся магнитным полем. Перечисленные магнитные поля, в отличие от высокочастотных, не оказывают на организм больного теплового действия. Ослабление магнитного поля, при удалении от его источника в биологической ткани носит точно такой же характер, как и в свободном пространстве, происходит обратно пропорционально квадрату расстояния от источника. За редким исключением (например, содержащий окислы железа гемоглобин) молекулы биологической ткани являются слабыми парамагнетиками, они не приобретают в приложенном магнитном поле сколько-нибудь заметный магнитный момент, поэтому в диапазоне частот от нуля до десятков килогерц магнитное поле проникает в организм человека без искажений. *Постоянное магнитное поле* (ПМП) в данной точке пространства не изменя-

ется во времени ни по величине, ни по направлению. Под влиянием ПМП изменяется электронный потенциал молекул биологической ткани, в результате чего значительно повышается уровень метаболических процессов, окислительно-восстановительных реакций и свободнорадикального окисления. В ПМП изменяется скорость течения ферментных реакций (активность фермента). В некоторых случаях она увеличивается (у ацетилхолинэстеразы, аспарагиназы, карбоксидисмутазы, каталазы, ДНКазы, трипсина). У глутаматдегидрогеназы, гистидазы активность, наоборот, снижается. Существенно изменяются транспортные свойства биологических мембран.

Это действие особенно выражено в кровеносных капиллярах, в которых изменяются проницаемость, состояние эндотелия и коллоидно-осмотическое давление, улучшается микроциркуляция, стимулируются репаративные процессы [149-160].

ПМП усиливает тормозные процессы в центральной нервной системе. Наиболее чувствительны – гипоталамус, зрительный бугор и кора головного мозга. В механизме лечебного действия ПМП играют роль центральные и периферические нейроэндокринные механизмы регуляции организма человека, перестройки в процессах микроциркуляции [149-153].

Противопоказаниями для применения магнитотерапии служили следующие критерии: выраженная гипотония, инфаркт миокарда, беременность, нагноительные заболевания кожи и подкожно-жировой клетчатки, системные заболеваний крови, новообразования, остеомиелит, пульпит, индивидуальная непереносимость магнитотерапии.

Для лечебного воздействия используют различные виды низкочастотных магнитных полей: *переменное* (ПеМП), *пульсирующее* (ПуМП), *бегущее* (БеМП), *вращающееся* (ВрМП). Магнитная индукция этих полей не превышает 50 мТл.

ПуМП изменяется во времени по величине, но не по направлению. ПеМП, БеМП и ВрМП изменяются во времени и по величине, и по направлению.

В основе механизма лечебного действия низкочастотных магнитных полей лежат те же закономерности, что и для постоянных полей. Однако главным действующим фактором является формирование в биологической ткани индуцированных элек-

трических токов, плотность которых определяется скоростью изменения магнитной индукции, т.е. частотой и амплитудой магнитного поля. Эти токи могут оказывать решающее воздействие на клеточном уровне.

Нервная, сердечнососудистая и эндокринная системы организма наиболее чувствительны к низкочастотным магнитным полям. Под их воздействием увеличивается скорость проведения импульсов по нервным волокнам, повышается возбудимость, уменьшается периневральный отек, повышается возбудимость ЦНС, нормализуется функция ВНС. Отмечается уменьшение повышенного тонуса сосудов, активируется локальный кровоток, усиливается кровоснабжение различных органов и тканей и их трофика, наблюдается слабое гипотензивное действие, нормализуется свертывающая система крови, стимулируются обмен веществ, регенерационные процессы и функция эндокринных желез.

Лечебные эффекты низкочастотной магнитотерапии: противовоспалительный, противоотечный, трофический, гипокоагуляционный, вазоактивирующий, обезболивающий, стимулирующий репаративные процессы, иммуномодулирующий.

Высокоинтенсивная импульсная магнитотерапия (ВИМТ) заключается в лечебном воздействии *импульсного магнитного поля (ИМП)* с частотой следования импульсов около 0,5 Гц, длительностью, не превышающей нескольких миллисекунд и амплитудой, достигающей на рабочей поверхности индуктора 1500 и более мТл.

Электрические токи большой плотности, индуцированные ИМП высокой интенсивности, вызывают сокращение скелетных мышц, гладких мышц внутренних органов и сосудов, т.е. имеет место так называемый эффект магнитостимуляции. Магнитное поле равномерно проникает в тело человека, его влияние заметно на расстояниях до 5-10 см, поэтому индуцированные токи оказывают воздействие на все нейроны ствола нерва. По данным миографических исследований, магнитостимуляция оказывает более сильное и длительное возбуждающее действие на мышечную систему, чем электростимуляция.

Кроме того, ИМП высокой интенсивности оказывают воздействие на патогенетические механизмы возникновения боли и эффективно снимают ее.

Воздействие ИМП высокой интенсивности на вегетативные ганглии усиливает местный кровоток, стимулирует обменные процессы и метаболизм клеток, трофические процессы и процессы репаративной регенерации в поврежденных тканях.

Лечебные эффекты ВИМТ: нейростимулирующий, анальгетический, противоотечный, противовоспалительный, вазоактивирующий, стимулирующий процессы регенерации в поврежденных тканях.

Противопоказаниями для проведения магнитотерапии являлись: тромбоэмболическая болезнь, тиреотоксикоз, узловый зоб, желчнокаменная болезнь, гнойные заболевания кожи и подкожно жировой клетчатки, эпилепсия, склонность к кровотечениям, выраженная гипотония, системные заболевания крови, злокачественные новообразования, лихорадочные состояния.

В. Иглорефлексотерапия.

Одним из методов ВМ являлась процедура иглорефлексотерапии в I-II стадиях ГБ. При этом использовали методику И.З. Самосюк и Е.Л. Мачерет (1986) – II вариант тормозного метода без сильной стимуляции. Не использовалось более 6 точек в одном сеансе. Наиболее часто в рецептуру включали точки головы, затылочно-шейно-воротниковой области, верхних и нижних конечностей. Пример сочетания точек и схемы лечения ГБ:

– первый сеанс: $E_{36(2)}$; ухо: *шень-мень* (2); раздражение пучком игл по паравертебральным линиям и шейно-воротниковой области.

– второй сеанс: J_{15} ; $MC_{6(2)}$; $F_{3(2)}$; ухо: точка подкорки (2); прогревание точки MC_8 30-40 мин.

– третий сеанс: T_{20} ; $VB_{21(2)}$, $VB_{30(2)}$; ухо: точка коры большого мозга (2); раздражение пучком игл по тем же зонам, что и в первом сеансе.

– четвертый сеанс: J_{12} ; $GI_{4(2)}$; $E_{36(2)}$; ухо: точка сердца (2); раздражение пучком игл.

Дальнейший подбор рецептуры точек производился примерно так же. Курс лечения составлял 10 сеансов.

С. Гипербарическая оксигенация.

Это – вид специализированной медицинской помощи, применяемый для лечения различных патологических процессов кислородом, подаваемым под повышенным давлением, в специальной герметичной камере – барокамере. *Гипербарическая оксигенация* (ГО) – это методика оксигенотерапии, позволяющая в определенной степени управлять кислородным режимом организма, путем намеренного насыщения кислородом жидких сред организма.

Известно, что подавляющее большинство заболеваний человека сопровождается кислородной недостаточностью – гипоксией и гипоксемией. В клинике гипоксия может развиваться вторично, усугубляя течение основного заболевания, что ведет, в свою очередь, к утяжелению уже имеющейся кислородной недостаточности. Замокнувшийся порочный круг способствует снижению функциональных резервов организма пациента и прогрессивному ухудшению его состояния. В основе терапевтического эффекта ГО лежит значительное увеличение кислородной емкости жидких сред организма (кровь, лимфа, тканевая жидкость), которые при этом становятся важными переносчиками кислорода к клеткам.

Воздействие гипербарического кислорода можно условно разделить на компрессионное, антиоксическое (частичное или полное восстановление сниженного напряжения кислорода в тканях) и гипероксическое (повышение тканевого напряжения кислорода выше его нормального уровня). Одним из клинических эффектов ГО является понижение артериального давления. Как метод *восстановительной медицины* применялась следующая методика ГО пациентам с *гипертонической болезнью*: изопрессия – 30 мин, давление 1,5 ата, длительность процедуры 45-50 мин. Курс лечения составил 10 сеансов.

Д. Аудиовизуальная вибротактильная музыкальная программа «Сенсорцум».

Интерфейс данной системы представляет собой синтезатор с микропроцессорным управлением, который генерирует последовательности пульсирующих выходных сигналов света (через специальные очки), звука (используются наушники) и вибрации.

Слабые ритмические световые, звуковые и вибротактильные воздействия представляют собой достаточно эффективное средство переключения внимания с внешних источников информации – на внутренние. Одновременная мультимодальная стимуляция с изменяющейся частотой прерывистых воздействий вызывает синхронизацию ранее некоррелированных источников спонтанной ритмики головного мозга, что также выявляет потенциальные осцилляторы с повышенной резонансной активностью. Включение в программы стимуляции каналов вибротактильных воздействий усиливает соматическую компоненту воздействия. Примерно 1/3 ствола головного мозга принимает участие в переработке вибротактильной информации, которая, в отличие от световой и звуковой информации, поступает к головному мозгу посредством других нервных путей, что обеспечивает передачу огромной массы информации, которое невозможно при проведении по зрительным и слуховым каналам.

Вибрации создают физический акустический эффект, который улучшает периферическое (локальное) кровообращение, разрушает старые миокинетические модели, что приводит к снятию соматического напряжения. В конечном итоге создаются предпосылки для гармонизации взаимодействия между психической и соматической сферой. Использовалась программа РО-12, сочетающая в себе эффекты кратковременной прогрессивной мышечной релаксации и длительной психической релаксации с возвратом в состояние активного бодрствования (диапазон L/S = 16–18–8–4 Гц, плавный выход от 4 до 12 Гц). Программа предназначена для снятия психологического и эмоционального напряжения, снижения интенсивности переживания отрицательных эмоций и индукции положительных эмоций. Длительность процедуры – 30 мин. Курс лечения составил 10 процедур. Одновременно с аппаратной применялась седативная аэроионотерапия с применением смеси лаванды, шалфея и ромашки. Смесь обладает противовоспалительным, спазмолитическим и седативным действием, с той же продолжительностью процедуры.

Е. Скипидарные ванны с «желтой эмульсией».

Достоинства скипидарных ванн, предложенных А.С. Залмановым, состоит в том, что они оказывают благоприятное воздей-

стве на капиллярную сеть в целом, а также удобны в применении. Они не нарушают физиологические функции организма, действуя в одном направлении с его саногенными механизмами. Более того, они не вызывают никаких патологических нарушений, и в этом состоит их коренное отличие от химиотерапии, вызывающей много побочных эффектов, отрицательно влияя на ряд физиологических и метаболических процессов в организме.

Скипидарные ванны бывают трех видов: белые, желтые и смешанные. При артериальной гипертензии показаны только желтые ванны. Применяемая в рецептуре желтого раствора, олеиновая кислота относится к группе полиненасыщенных жирных кислот. Диффундируя внутрь тела перкутанно, олеиновая кислота, соединенная с едким натром, активно связывает свободные радикалы, нормализуя окислительно-восстановительные реакции и обмен веществ. Желтые ванны расширяют капилляры венозной и артериальной систем кровообращения. При этом углубляется дыхание и понижается артериальное давление.

В настоящем исследовании использовалась следующая методика применения: в ёмкость объёмом 3-5 литра при первой ванне вливали 10-15 мл жёлтого раствора (1 столовая ложка), добавляли горячую воду и перемешивали. Далее разливали по поверхности воды наполненной ванны. Начинаясь процедура с температуры 37⁰С. Через каждые 3 мин температуру повышали на 1⁰С, доводя до предельной – 42⁰С. Объем добавок желтого раствора можно каждый раз увеличивать в зависимости от нормализации самочувствия и снижении уровня артериального давления по 1/2 столовой ложки, доводя его до 8 столовых ложек. При этом необходимо внимательно следить за самочувствием, состоянием пульса и частотой дыхания. Курс лечения состоял из 10 сеансов.

2. Новые методы теории хаоса-самоорганизации в идентификации наиболее важных диагностических признаков

В основе системного анализа параметров организма больных лежит принцип системности, а в основе теории самоорганизации – принцип развития. Оба принципа взаимно дополняют друг

друга и в действительности образуют единство, отражающееся в познании как единство теорий самоорганизации и системных исследований, которое выражается в том, что первые основываются на методологии и теоретических выводах вторых. Обратный процесс – это ассимиляция общей теории систем, САС путем использования новых, методологических подходов в рамках теории самоорганизации. Этот процесс идет медленно, что вполне объяснимо, поскольку эти дисциплины акцентируют свое внимание на разных аспектах одних и тех же объектов – регуляторных систем организма различных видов.

К теориям самоорганизации относятся синергетика, теория изменений, теория катастроф, теория сложности. *Синергетика*, основные положения которой были сформулированы профессором Штутгартского университета Г. Хакеном, представляет собой эвристический метод исследования открытых самоорганизующихся систем, подверженных кооперативному эффекту, который сопровождается образованием пространственных, временных или функциональных структур. Речь идет о процессах самоорганизации систем различной природы. *Синергетика* возникла в ответ на кризис исчерпавшего себя стереотипного, линейного мышления, основными чертами которого являются: представление о хаосе как исключительно деструктивном начале мира; рассмотрение случайности как второстепенного, побочного фактора; мир считается независимым от микрофлуктуаций (колебаний) нижележащих уровней бытия и космических влияний; взгляд на неравновесность и неустойчивость как на досадные неприятности, которые должны быть преодолены, т.к. играют негативную, разрушительную роль. При этом считалось, что процессы, происходящие в мире, являются обратимыми во времени, предсказуемыми и ретросказуемыми на неограниченно большие промежутки времени. Их развитие линейно, поступательно, безальтернативно (а если альтернативы и есть, то они могут быть только случайными отклонениями от магистрального течения, подчинены ему и, в конечном счете, поглощаются им).

В рамках традиционных подходов не все пройденное представляет исключительно исторический интерес, а возвраты к старому, если они и есть, являются диалектическим снятием предыдущего уровня и имеют новую основу. В этом случае мир

связан жесткими причинно-следственными связями, а причинные цепи носят линейный характер. Одновременно, следствие если и не тождественно причине, то пропорционально ей, то есть, чем больше вложено энергии, тем больше результат. Эти подходы господствовали и в восстановительной медицине, что отрицало эффективность слабых взаимодействий на организм [60-87].

С позиций же синергетики множества, характеризующие значения параметров системы на альтернативных траекториях, называются *аттракторами*; в точке бифуркации может происходить катастрофа – переход системы от области притяжения одного аттрактора к другому. В качестве аттрактора может выступать и состояние равновесия, и предельный цикл, и странный аттрактор (хаос). Систему притягивает один из *аттракторов*, и она в точке бифуркации может стать хаотической и разрушиться, перейти в состояние равновесия или выбрать путь формирования новой упорядоченности.

Если система притягивается состоянием равновесия, она становится закрытой и до очередной точки бифуркации живет по законам, свойственным закрытым системам. Если хаос, порожденный точкой бифуркации, затянется, то становится возможным разрушение системы, вследствие чего компоненты системы раньше или позже включаются составными частями в другую систему и притягиваются уже ее аттракторами. Если, наконец, как в третьем случае, система притягивается каким-либо *аттрактором* открытости, то формируется новая диссипативная структура – новый тип динамического состояния системы, при помощи которого она приспосабливается к изменившимся условиям окружающей среды [44, 51]. Переход от одного *аттрактора* к другому в медицине можно рассматривать как выздоровление, но мы в настоящей работе это называем эволюцией *квази-аттракторов*.

Состояние организма человека в норме или при патологии описывается точкой в m -мерном пространстве, координаты которого образуют диагностические признаки x_i . Любой практикующий врач, например, обязательно работает с этими координатами, т.е. ему в жесткой детерминистской форме (инструкциями и медицинскими стандартами) прописываются алгорит-

мы съема этих параметров x_i и алгоритмы принятия решения. Приведем самый простейший пример из повседневной практики. Если пациент приходит на прием к терапевту, то последний обязан идентифицировать как минимум четыре координаты: измерить температуру тела ($x_1=t^{\circ}C$), измерить и зафиксировать *систолическое артериальное давление* (САД) – (x_2) и *диастолическое давление* (ДАД) – (x_3), измерить *частоту сердечных сокращений* (ЧСС) – (x_4) [1, 2].

Такие 4-е координаты вектора $x=x(t)$ в данный момент времени определяют одну точку в четырехмерном фазовом пространстве признаков x_i . Для наглядности, например, пусть это будет точка А в трехмерном пространстве (x_1, x_2, x_3), что представлено на рис. 4. Сразу отметим, что для координат x_i мы можем получить $dx_i/dt=0$ и $x_i=const$, т.к. организм человека хаотически изменяется.

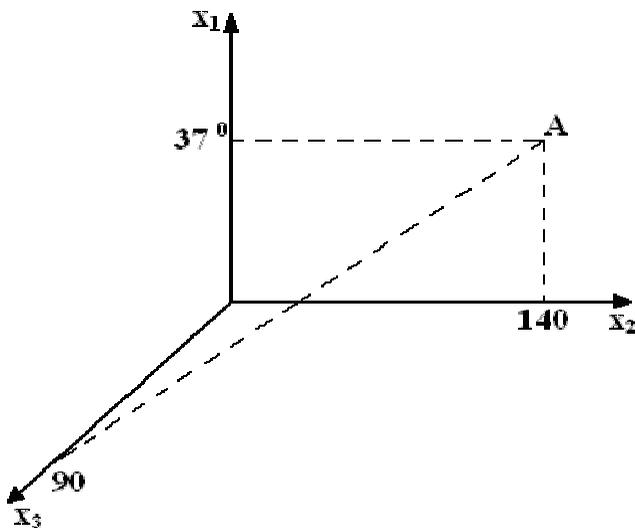


Рис. 4. Положение конца вектора состояния организма человека (ВСОЧ) в виде точки А в простейшем трехмерном фазовом пространстве состояний. Здесь: $x_1 - t^{\circ}C$ (температура тела пациента); $x_2 -$ САД (систолическое артериальное давление); $x_3 -$ ДАД (диастолическое артериальное давление)

Такая геометрическая интерпретация состояния конкретного человека хороша с наглядной точки зрения, но, если увеличивать размерность фазового пространства (m будет исчисляться десятками и сотнями значений), то реально мы можем только выбирать тройки значений из x_i и поочередно демонстрировать такие объемные графики. Всю картину мы никак не сможем представить. Тогда для оценки процесса мы будем вынуждены вводить некоторые параметры движения *вектора состояния организма человека* (ВСОЧ) в ФПС.

Очевидно, что если мы будем измерять непрерывно значения x_i , то в пространстве состояний можно получить некоторый клубок, состоящий из одной нити. Эта нить образуется движением ВСОЧ в пространстве состояний внутри *квазиаттрактора* – ограниченного объема ФПС, который зависит от состояния организма.

Легко представить, что такой клубок можно ограничить некоторым m – мерным параллелепипедом, у которого можно измерить координаты и размеры граней, определить координаты центра, определить величину его объема и ряд других параметров. Однако, самое главное, что следует из представленной картины, – это очевидное и ожидаемое различие во всех этих параметрах измеряемого параллелепипеда для здорового человека и больного.

Область m -мерного пространства, в котором будет наматываться указанный «клубок» (область движения ВСОЧ в фазовом пространстве), мы будем называть КА движения ВСОЧ. Очевидно, что геометрические и средневзвешенные центры этих аттракторов для больного и здорового организма не будут совпадать. Более того, при развитии патологии мы будем наблюдать определенное движение, как самого центра, так и изменение параметров *квазиаттрактора* в ФПС. Характер такого движения может быть различным, и именно он представляет особенности протекания того или иного заболевания для того или иного пациента [4].

Априори можно бы было утверждать, что положение КА для каждого вида заболеваний в ФПС должны быть различные. Однако, в действительности происходит такое смешивание параметров ВСОЧ, что иногда *квазиаттракторы* движения ВСОЧ

для заболевшего индивидуума могут совмещаться с КА ВСОЧ здорового человека. В ряде публикаций уже говорилось об этом, когда рассматривали различия в значениях x_i для характеристики состояний *фазтона мозга* у жителей севера и жителей средней полосы РФ [68-83, 96-98, 175-184].

По многочисленным нашим наблюдениям у жителей ХМАО–Югры значения показателей нейровегетативного системоконплекса приближаются к таковым значениям жителей средней полосы европейской части России, которые находятся в состоянии патологии ССС средней тяжести. Иными словами, то, что является среднестатистической нормой для населения Югры, то уже регистрируется как патологические изменения в ССС для жителя, например, Самары или Тулы.

В большинстве случаев лечебные мероприятия направлены на движение КА вектора состояния из области патологии в область нормогенеза. Если такой процесс рассматривать для простейшего случая в фазовом пространстве двух координат x_1, x_2 , то весь процесс заболевания («уход» в патологическое состояние), а затем выздоровление (возврат к саногенезу) можно рассматривать как одно большое колебание КА ВСОЧ в фазовом пространстве. Это выглядит как существование двух КА – *квазиаттрактора нормы* (N), который соответствует саногенезу, и *квазиаттрактора патологии* (P), который соответствует другим значениям координат x_i в фазовом пространстве состояний. На простейшей схеме это можно представить как существование двух областей (N и P), а заболевание и выздоровление соответствует переходу из области N в область P и обратно (рис. 5).

Процесс переходов $N \rightarrow P$ и $P \rightarrow N$, как и всякий процесс в динамических системах, может происходить различным образом. Например, это может быть простое движение по прямой, или процесс может носить колебательный характер с затуханием. В ряде случаев организм от затухающих колебаний переходит к незатухающим колебаниям, болезнь приобретает хронический характер. Иногда мы можем получить вообще хаотическую динамику, без прогнозируемого КА и момент наступления летального исхода будет вообще не прогнозируемым. Вообще для таких режимов характерно движение ВСОЧ не только в рамках традиционной стохастики или хаотической динамики, но и за

пределами *квазиаттракторов*. Выход за их пределы приводит к тому, что следующее состояние ВСОЧ совершенно непредсказуемо. Для характеристики психофизиологических параметров учащихся, существует набор координат x_i ВСОЧ. Из этих параметров с помощью авторского алгоритма выбирались порядки и находились русла. Для этих целей использовался метод идентификации параметров ВСОЧ в ФПС. Разработанные нами – новая теория и методы анализа поведения ВСОЧ в ФПС – позволяют установить существенные различия в динамике поведения ВСОЧ учащихся Югры сравнительно с параметрами *квазиаттракторов* движения ВСОЧ для средней полосы РФ.

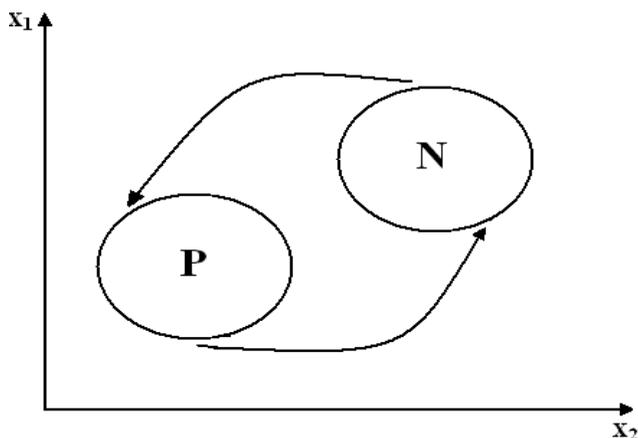


Рис. 5. Схема движения вектора состояния организма человека (ВСОЧ) из квазиаттрактора нормы (N) в квазиаттрактор патологии (P) и обратно (из состояния болезни к выздоровлению человека) в некотором гипотетическом двумерном фазовом пространстве состояний

Эта специфика заключается в размерах *квазиаттракторов* и положения их центров в *фазовом пространстве состояний*. Характерно, что использование традиционных детерминистских и стохастических расчетов не дает таких существенных отличий. Иными словами, в рамках традиционных подходов, например, дети Югры существенно не отличаются от детей средней

полосы РФ, что и констатирует практическое здравоохранение, но не согласуется с продолжительностью жизни и максимумов кривой смертности (особенно для мужчин) населения данной территории.

В рамках *теории хаоса и синергетики* и с использованием компьютерных технологий нами был выполнен анализ динамики поведения ВСОЧ для психофизиологических параметров учащихся Югры в m -мерном пространстве состояний.

Исследование параметров КА, поведения ВСОЧ проводилось с использованием авторских программ «*Chaos*», «*Identity*», расчет матриц межаттракторных расстояний *квазиаттракторов* с помощью программы «*Klusters*». Эти программы позволяют анализировать поведение *квазиаттракторов* в m -мерных фазовых пространствах выбранных фазовых пространств [53, 56, 57].

Для обработки полученных результатов использовалась оригинальная программа «Идентификация параметров аттракторов поведения вектора состояний биосистем в m -мерном фазовом пространстве» [36, 39]. Данная программа позволяет представить и рассчитать в фазовом пространстве с выбранными фазовыми координатами параметры КА состояния динамической системы. Исходные параметры (координаты в m -мерном пространстве) вводятся вручную или из текстового файла. Производится расчёт координат граней, их длины и объема m -мерного параллелепипеда, ограничивающего *квазиаттрактор*, хаотического и статистического центров, а также показателя асимметрии стохастического и хаотического центров. Имеется возможность проследить изменение фазовых характеристик во времени и скорость изменения состояний системы.

Биоинформационный анализ и синтез обеспечивают идентификацию количественной меры различий параметров *квазиаттракторов* динамики вектора состояния групп больных с патологией желчевыводящей системы при сравнении биохимических показателей в зависимости от времени года.

Методы основаны на идентификации объема КА в ФПС первоначально для одной группы и далее для другой. Алгоритм такой процедуры основывается на следующих шагах [43, 47, 71, 172-184]:

1. В программу расчета на ЭВМ поочередно вводятся исходные значения – компоненты ВСОЧ в виде матриц биосистемы, параметры биохимических показателей крови по каждому из k кластеров:

$$A^k_{ij} = \left\{ a^k_{ij} \right\}_{\substack{k=1, \dots, p \\ i=1, \dots, m \\ j=1, \dots, n}}$$

Получаем матрицу состояний для всех p кластеров в m -мерном ФПС.

2. Производится поочередный расчет координат граней для всех i -х параметров ВСОЧ, для всех j -х пациентов ($j=1, 2, \dots, n$) из k -ой группы. Затем рассчитывается объем множества (V_G , *General Value*), ограничивающего все p квазиаттракторов, а так же показатели асимметрии (R_x , *Asymmetry*) для стохастического и хаотического центров:

$$V^k_g = \prod_{i=1}^m D_i^k$$

Вычисляется стохастический центр *квазиаттрактора* по среднему арифметическому одноимённых координат точек, представляющих проекции конца вектора состояния системы на каждую из координатных осей:

$$X^c_{ki} = \sum_{j=1}^n x_{ij} / n$$

Следующий способ, использованный в работе идентификации матриц z межаттракторных расстояний [46]. Для идентификации расстояний Z_{kf} между центрами (k -ой и f -ой группами) КА вектора состояния организма больных калькулёзным холециститом по показателям биохимического статуса рассчитываются расстояния между хаотическими и стохастическими центрами этих различных *квазиаттракторов*, формируя матрицу Z :

$$Z = \left\{ z_{kf} \right\}_{k, f=1, \dots, p}$$

Данная матрица Z задаёт все возможные расстояния между хаотическими или стохастическими центрами КА, описывающих состояние группы испытуемых.

Чем больше расстояние между хаотическими (или стохастическими) центрами *квазиаттракторов* Z_{kf} движения вектора состояния организма пациентов обследуемых групп в реперных точках наблюдения (до и после влияния внешних управляющих воздействий в виде КЗТ и ФВ), тем более выражен эффект лечебного мероприятия [20-26]. Анализ динамики параметра Z_{kf} в матрице межаттракторных расстояний позволяет оценивать количественную меру того или иного воздействия на группы испытуемых в разных контрольных точках наблюдения [96-109].

Таким образом, объём КА находится как произведение вариационных размахов Δx_i по каждой координате x_i , т.е. $\Delta x_i = x_{i \max} - x_{i \min}$ (разность крайне правой координаты $x_{i \max}$ и крайне левой координаты $x_{i \min}$ на оси x_i), т.е. $x_{i \min} + ((\Delta x_i)/2 + (x_{i \max} - x_{i \min})/2)$,

$$V_G = \prod_{i=1}^m \Delta x_i$$

Координаты центра *квазиаттрактора* x_i^c находятся из уравнения

$$x_i^c = (x_{i \max} - x_{i \min})/2$$

Для любых выборок (например, наборов кардиоинтервалов) можно определить первую переменную $x_1(t)$, например, величины кардиоинтервалов для ФСО (в нашем случае) или положение пальца по вертикали при треморе, а затем ввести первую производную $x_2(t) = dx_1/dt$ и вторую производную $x_3(t) = dx_2/dt$. В полученных двухмерных ($x = (x_1, x_2)^T$) или трёхмерных ($x = (x_1, x_2, x_3)^T$) фазовых пространствах можно получить фазовые портреты исследуемых биосистем и найти параметры КА. В первом случае это будут размеры площадей $S = \Delta x_{1 \max} * \Delta x_{2 \max}$, где Δx_i – вариационный размах по i -ой координате в ФПС, или размеры объёмов $V_G = \Delta x_{1 \max} * \Delta x_{2 \max} * \Delta x_{3 \max}$. Эти параметры *квазиаттракторов* представляют хаотическую динамику СТТ и являются вполне репрезентативными величинами для определения функционального

состояния организма человека, его функциональных систем в том или ином состоянии (рис. 6).

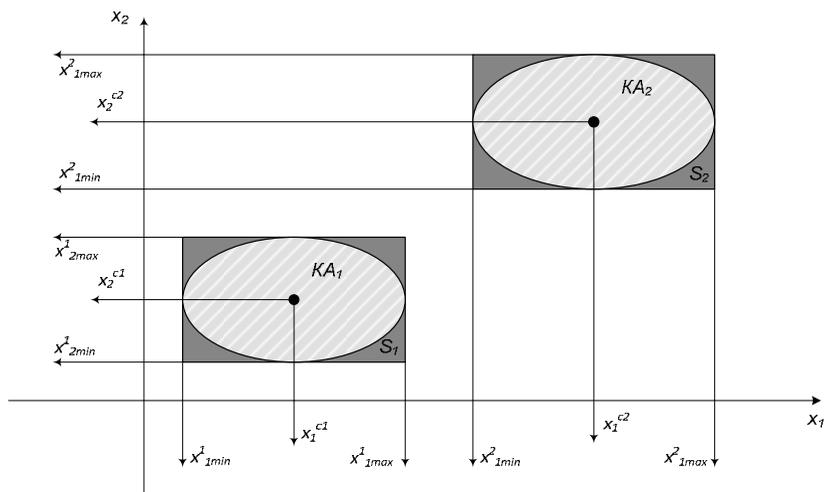


Рис. 6. Иллюстрация параметров квазиаттрактора и движения квазиаттрактора в пространстве состояния

Представим определение КА в рамках традиционных математических понятий.

Квазиаттрактор – не нулевое подмножество Q фазового n -мерного пространства D $l = \overline{1, m}$ динамической биологической системы, являющееся объединением всех значений $f(t_j)$ состояния этой системы на конечном отрезке времени $|t_j, \dots, t_e|$ ($j < e$, где t_j – начальный момент времени, а t_e – конечный момент времени состояний БДС)

$$Q = \bigcup_{l=1}^m \bigcup_{i=j}^e f^l(t_i), \quad Q \neq 0; \quad Q \in D$$

где m – количество пространственных измерений (размерность ФПС).

В качестве основной меры КА используется объем (V_G) области Q m -мерного пространства, внутри которого заключены все значения $f(t_i)$ состояния *биологической динамической системы* на промежутке времени $|t_j, \dots, t_e|$

$$V_G = mes(Q) = \prod_{i=1}^m (\max(f^i(t_j), \dots, f^i(t_e)))$$

На основании понятия *квазиаттрактора*, можно ввести критерий существенных или несущественных различий в параметрах изменения положения центра *квазиаттрактора* и объемов многомерных *квазиаттракторов*. Точкой отсчёта для существенных изменений объемов мы будем определять двукратное изменение объема КА биосистемы, если сравнивается его объем до воздействия (до изменений) – V_G^1 и объем после воздействия (изменения) – V_G^2 (в нашем случае это до КЗТ и после КЗТ). Иными словами, если $1/2 \leq V_G^1/V_G^2 \leq 2$, то изменения V_G будут несущественными (в пределах вариационных размахов). Если же $V_G^1/V_G^2 \geq 2$ или $V_G^1/V_G^2 \leq 0,5$, то это говорит о существенном изменении биосистемы по параметрам объема *квазиаттрактора*. Таким образом, объем V_G^2 может уменьшиться в 2 раза (и более) или увеличиться в 2 раза (и более) по отношению к исходному V_G^1 , и следует говорить о значимых изменениях в состоянии биосистемы по параметрам объемов КА. Движение их центров рассчитывается по координатно. Если по всем координатам x_i имеем смещение центра $x_i^{c2}(x_i^{c1} - x_i^{c2})$ на величину R_i , превышающую половину исходного вариационного размаха $\Delta x_i^1/2$ (т.е. центр после смещения вышел за пределы $\Delta x_i^1/2$ размеров исходного радиуса $r_i^1 = \Delta x_i^1/2$), то следует говорить о существенных изменениях в биосистеме. При этом эти смещения должны произойти по всем координатам x_i всего ФПС. В целом, необходимо учитывать радиусы (они составляют половину от вариационного размаха Δx_i начального r_i^1 и конечного *квазиаттрактора* $r_i^2 = \Delta x_i^2/2$ по каждой x_i . Превышения суммы этих радиусов по всем i для реального расстояния R_i между центрами исходного и конечного КА (x_i^{c1} и x_i^{c2}) действительно сигнализирует о существенном смещении центра *квазиаттрактора* за время Δt . Если это наблюдается по отдельным координатам x_i ,

то следует говорить о начале существенного смещения КА в ФПС.

Таким образом, становится возможным сравнить положение центров КА одного и того же объекта (системы) за время Δt по расстояниям смещения центров *исходного квазиаттрактора* (КА¹) и *конечного квазиаттрактора* (КА²). Первоначально требуется выход центра (x_i^{c2}) КА² за пределы исходного радиуса r_i^1 для КА¹ (это уже значимое смещение). Однако, реальный и значимый отсчёт различий начинается, если КА² своим радиусом r_i^2 выйдет за пределы исходного радиуса r_i^1 . Это соответствует неравенству:

$$R_i = r_i^1 + r_i^2 < R^*,$$

где R^* соответствует реальному расстоянию между центрами КА в момент времени $t=t_0$ и через интервал Δt при $t=t_1$, где $\Delta t = t_1 - t_0$, а $R_i^* = x_i^{c1} - x_i^{c2} > (\Delta x_i^1 + \Delta x_i^2)/2$ (по каждой координате x_i). Если такой выход наблюдается частично (по отдельным x_i), то мы фиксируем время t^* , когда первая (t_1^*) и последняя (t_2^*) координата – выходят за пределы *исходного квазиаттрактора*, т.е. когда i -я координата показывает выполнение неравенства (5).

Сейчас такие расчеты производит ЭВМ по специальной программе по всем координатам x_i в условиях непрерывного мониторингования $x(t)$ для биосистемы. При этом значение всех x_{ij} , где i – номер координаты, а j – номер точки на отрезке Δx_i , могут быть нормированы и тогда отношение реального расстояния между центрами КА¹ и КА² (R_i^*) и минимального (единица измерения R_i), т.е. $z = R_i^*/R = r_i^1 + r_i^2$, будет определять реальное (кратное R_i) смещение центра *квазиаттрактора* за время измерения Δt . При нормировании всех $\Delta x_i/2$ мы можем получить $z > 1$, но может быть и $z < 1$, что соответствует малому, т.е. в пределах исходного (первого) *квазиаттрактора*, смещению КА в ФПС и малой скорости движения (по всем x_i и z). Таким образом, вводятся две единицы измерения. Первая, минимальная (или начальная) единица, когда центр 2-го *квазиаттрактора* выходит за пределы Δx_i^1 для 1-го КА¹. Этот выход может быть и справа, тогда $x_i^{c2} \geq x_i^{c1} + r_i^1$, и слева, тогда $x_i^{c2} \geq x_i^{c1} - r_i^1$. Вторая, максимальная (реальная) условная единица, когда $z \geq 1$ и когда $R_i^* \geq r_i^1 + r_i^2$. В целом, если $R_i = R_i^*$, то такое расстояние выступает в

качестве единицы измерения самого смещения (оценивается по $z \geq 1$). Одновременно, можно ввести и понятие средней скорости этого смещения $v = \sum z / (\Delta t \cdot m)$, где $\sum z = \sum_{i=1}^m z_i$ – представляет сум-

му всех реальных смещений *квазиаттрактора* за Δt по всем m координатам всего m -мерного ФПС.

Здесь имеет значение – куда движется КА². Основные уравнения и неравенства были приведены нами для движения вправо (на увеличение x_i^{c2} , т.е. должно быть $x_i^{c2} > x_i^{c1}$). Однако, в рамках аналогичных расчётов мы ввели и понятие скорости при движении КА² влево по координате x_i , т.е. когда $x_i^{c2} < x_i^{c1}$. Первоначально ЭВМ по программе определяет тип движения КА и далее выполняет расчет Z и $\langle V \rangle$. Возможно, ситуация, когда по отдельным координатам x_i *квазиаттрактор* биосистемы движется вправо, а по другим – влево. Скорость в любом случае считается по модулю, но ЭВМ выдаёт дополнительный протокол, с указанием характера движения (например, такие-то x_i движутся вправо, а другие x_i движутся влево).

В биологии и медицине очень важно знать направление движения КА по всем координатам (для постановки диагноза, например). Таким образом, сейчас мы можем автоматически определять кинематические характеристики эволюции СТТ: куда, как, и с какой скоростью *квазиаттрактор* движется в ФПС в общем и по отдельным координатам.

В ТХС, стационарный режим для СТТ – это не $dx/dt=0$ и не сохранение вида функции распределения $f(x)$. В ТХС требуется, чтобы центр КА² биосистемы спустя время Δt после её внутренних перестроек или под действием внешних факторов (возмущения или управления) вышел за пределы размеров исходного объёма КА¹. Для этого радиус 1-го КА¹ (r_i^1 по координатно) должен быть меньше расстояния между центрами *квазиаттракторов* КА¹ и КА², т.е. реального межаттракторного расстояния $x_i^{c2} - x_i^{c1}$ (при движении КА² вправо на увеличение x_i). Такое смещение вправо x_i^{c2} по всем $i=1, 2, \dots, m$ подтверждает, что второй *квазиаттрактор* не мерцает в пределах объёма 1-го *квазиаттрактора*. При движении вправо x_i^{c2} лежит правее радиуса r_i^1 , а сам *квазиаттрактор* реально начал выход за пределы КА¹. Ко-

гда по отдельным x_i центр уходит (влево или вправо) далеко, а по отдельным x_i вообще не выходит, но сумма таких расстояний компенсируется и в целом (в среднем) центр КА² покидает объём КА¹, то эту величину (и время её появления) мы определяем как *компенсационный выход* (КВ). Он тоже является знаковой величиной (время его наступления). Однако, наиболее существенным моментом является именно время, когда все x_i^{c2} выходят за пределы соответствующих вариационных размахов, т.е. $\Delta x_i^1/2 = r_i^1$. Очень важно зафиксировать время начала выхода x_i^{c2} за пределы КА¹, т.е. t_1 ; время t_2 , когда наступает КВ и время t_3 полного выхода x_i^{c2} за пределы КА¹.

Все моменты времени наступления таких событий (т.е. t_1 , как начала существенного движения КА, так и время t_3 – полного выхода центра КА² за пределы исходного КА¹ и время t_2 , когда в сумме по всем координатам КА² КВ выходит за пределы объёма КА¹) для биосистем являются знаковыми [81, 83].

Они рассчитываются и характеризуют вместе с z очень важную кинематическую величину – *скорость эволюции биосистемы* в ФПС. Эта скорость может быть нулевой, если центр КА² не вышел за пределы КА¹ и биосистема просто мерцает внутри *квазиаттрактора*. В этом случае мы говорим о стационарном режиме в движении КА, нет эволюции СТТ. Это новое определение и такое t_3 может быть очень большим.

В целом, примеры движения КА могут демонстрировать обратимую и необратимую эволюцию СТТ на основе расчёта параметров *квазиаттракторов*. Их поступательное движение в ФПС убедительно демонстрирует отсутствие стационарных режимов у изучаемых биосистем. Наличие ненулевой скорости КА обозначает отсутствие стационарных режимов сложных биосистем во всех смыслах, включая и СТТ. Неизменность (стационарность) СТТ подразумевает, что параметры *квазиаттрактора* не изменяются по всем координатам их центров, а точнее говоря, не выходят за пределы исходных радиусов, т.е. вариационных размахов. Если этот выход начался, если $z > I$, и эта динамика нарастает (нет возврата координат центра КА² в пределы вариационного размаха Δx), то мы говорим о начале эволюционного движения в ФПС. Эволюция организма может быть необратимой (старение организма) или обратимой (например, при

заболевании). Обратимая эволюция может наблюдаться на значительных интервалах времени T ($T = \sum \Delta t_i$), когда человек болеет или резко изменяет параметры окружающей среды (переехал на Север, проживал на Севере 5-10 лет и возвратился обратно), совершает длительную физическую нагрузку (начал заниматься спортом, а потом бросает), подвергался воздействию методами ВМ. Во всех таких случаях можно наблюдать существенное (циклическое) движение *квазиаттрактора в фазовом пространстве состояний*. Причём через время T можно вернуть центр KA^2 в пределы вариационных размахов Δx_i по каждой x_i .

Рассмотрим методы *нейрокомпьютинга*, использованные в настоящем исследовании.

Основой работы самообучающихся нейропрограмм является искусственная *нейронная сеть* (НС), представляющая собой совокупность нейронов – элементов, связанных между собой определенным образом. Нейроны и межнейронные связи задаются программно [22, 23, 170-175]. Функционирование нейрона в нейрокомпьютере или нейропрограмме отдаленно напоминает работу биологического нейрона, и каждый раз при новой настройке мы можем иметь другие параметры (веса связей, например), т.е. эта система по своей морфологии, структуре связей является типично хаотической [170-182].

Несмотря на огромное разнообразие и особенности (вариации) морфологических типов НС все они имеют ряд общих свойств, которые положены в основу организации различных математических, физических, технических и физико-химических моделей НС, существующих в настоящее время. Рассмотрим эти свойства в порядке их значимости для моделирования НС и частоты встречаемости их описаний в тех или иных научных работах. Первое и главное свойство нейрона – это способность возбуждаться, генерировать *потенциал действия* (ПД), т.е. переходить от неактивного состояния – в активное. Причем по истечении некоторого времени (или в результате специальных тормозных воздействий) нейрон возвращается в исходное пассивное состояние.

Термин «пассивное состояние» весьма условный, т.к. при этом на мембранах нейронов поддерживается с помощью калий-натриевых молекулярных «насосов» некоторая разность потен-

циалов [170-179]. Это так называемый *потенциал покоя* (ПП), который является характерным примером различных существующих *биоэлектрических потенциалов* (БП). В модельных нейронах ПП обычно не учитывается, но именно он и механизм переноса ионов K^+ и Na^+ и обеспечивает пороговое свойство нейронов. Последнее реализует известный принцип (закон) «все или ничего», который постулирует генерацию ПД при достижении определенной величины деполяризации мембраны (т.е. падения ПП до критического уровня от исходного отрицательного значения).

Два базовых свойства любого нейрона (возбудимость и пороговые свойства) обязательно учитываются практически во всех моделях НС. Весьма важным свойством нейронов является свойство передачи импульсов с возможным преобразованием (или запоминанием на молекулярном уровне внутри указанных выше трех структурных элементов) и передаче на другие, контактирующие нервные клетки. В последнем случае такая передача осуществляется посредством специальных структурных элементов – синапсов, имеющих сложную структуру и, как правило, использующих специальные химические вещества – медиаторы (посредники). В общем случае синапсы осуществляют как передачу возбуждения в НС, так и осуществляют тормозные процессы между нейронами. Последнее может обеспечивать очень важное свойство адаптации НС к постоянным (длящимся) и периодическим сигналам. Выделяют специальный класс НС с адаптацией, когда пришедший извне сигнал на НС неизбежно должен затухать в такой адаптивной НС. Свойство адаптации может быть обусловлено не только специальными (тормозными) связями между нейронами НС, но и за счет свойства аккомодации отдельных нейронов, составляющих эту сеть. Свойством аккомодации (затуханием возбуждения, падением потенциалов на мембране нейрона) обладают в той или иной степени многие нейроны и это часто учитывается при создании модельных НС [22, 23, 82, 83].

Описывая наличие синаптических передач (как отдельного свойства НС), не затронуто еще одно свойство любого нейрона, связанного с синапсами – это свойство суммации сигналов, поступающих через посредство синаптических передач. Два сиг-

нала, поступающие на один нейрон от двух разных источников сигналов – суммируются (в ряде моделей интегрируются во времени), обеспечивая тем самым формально важную математическую операцию. Известно, что существующие ЭВМ (цифровые) выполняют только арифметические действия и суммирование приближает НС к ныне действующим алгоритмическим машинам. Но это кажущееся совпадение, т.к. и в работе мозга, и в работе нейро-ЭВМ операция суммации играет определенную роль, но далеко не главную. Именно синапсы, их ассоциативность являются главенствующими элементами в работе любой НС и мозга в целом [23, 82].

И последнее свойство нейронов и НС – это способность к запоминанию на молекулярном, клеточном и нейросетевом (в виде архитектуры синаптических связей и их весовых значений) уровнях. Феноменальные свойства НС кроются в организации связей между нейронами и их количественной (синаптической) характеристике, которая представляется весом связи синапса и реализует реальный вклад каждого отдельного синапса в поступающие на суммируемый нейрон сигналы. Именно изменяя эти веса связей и всю архитектуру межнейронных взаимодействий, мы можем подстраивать модельные НС к внешним сигналам, устраняя при этом неопределенность между входом и выходом любой модельной или реальной (биологической) НС [18, 28].

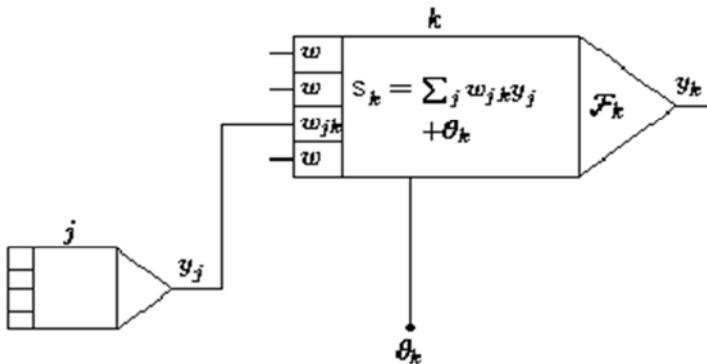
Выборочно фиксировать и сохранять во времени следы внешних и внутренних воздействий системы и при некоторых условиях воспроизводить эти следы могут различные технические, физические или химические системы. Это же может реализоваться и в виде математических моделей, где указанные следы воздействий представляются так называемыми начальными условиями для данной модельной системы (в виде обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений в частных производных, разностных уравнений, интегро-дифференциальных и др. уравнений). Рассмотрим на конкретном примере математические модели НС, лежащие в основе программы, которая использовалась в данной работе при идентификации параметров порядка при хронических патологиях (ОНМК и ГБ).

В основу искусственных *нейронных сетей* положены следующие черты биологических НС, позволяющие им хорошо справляться с нерегулярными задачами:

- простой обрабатывающий элемент – нейрон;
- очень большое число нейронов, или даже не очень большое (в искусственной нейросети) участвует в обработке информации;
- один нейрон связан с большим числом других нейронов (глобальные связи, имеющие чисто хаотический характер, как по конфигурациям, так и по весовым коэффициентам);
- изменяющиеся по весу связи между нейронами, которые каждый раз при настройке хаотически изменяются;
- массивная параллельность обработки информации.

Упрощенно можно считать, что формальный нейрон устроен и действует в искусственной нейросети (*нейро-ЭВМ*) следующим образом, сравнительно с биоаналогом. Биологический нейрон имеет тело, совокупность отростков – дендритов, по которым в нейрон поступают сигналы, и отросток – аксон, передающий выходные сигналы другим нейронам. Точка соединения дендрита и аксона является синапсом. Синапс выполняет функции весового коэффициента, усиливая или ослабляя входной сигнал. Нейрон получает от дендритов набор входных сигналов. В теле нейрона значения входных сигналов суммируются. Однако, влияние входов не равнозначно, а определяется весовыми коэффициентами, которые характеризуют важность поступающей по данному входу информации. В искусственном нейроне вычисляется скалярное произведение вектора входных сигналов и вектора весовых коэффициентов. Затем нейрон формирует выходной сигнал, интенсивность которого зависит от значения вычисленного скалярного произведения. Выходной сигнал поступает на аксон, а через него передается дендритам других нейронов.

Поведение нейронной сети зависит как от весовых коэффициентов, так и от формы функции возбуждения. Наиболее часто в нейрокомпьютерах используются: пороговая, линейная, полуположительная и сигмоидальная функция, из которых сигмоидальная наиболее близка к биологическому аналогу.



- Y_j – сигнал, поступающий от нейрона j
- S_k – скалярное произведение вектора входных сигналов и вектора весов
- F_k – функция возбуждения
- Y_k – выходной сигнал нейрона k

Рис. 7. Простейший элемент искусственной нейронной сети

На основе знаний о работе биологических сетей создают машины, имитирующие работу мозга и способные проявлять при этом свойства, обычно присущие живому. Различают системы классификаторов (они выделяют известные классы явлений по предварительно представленной обучающей выборке) и предикторов (по предварительной обучающей выборке способны вместо жестко определенного класса выдавать число, имеющее реальное значение). Такие системы могут применяться в управлении промышленными процессами, технологическими и природными объектами, переработке недостаточно четкой информации и многих других областях знаний, в том числе и в медицине. Именно такие системы и используются в данной работе для идентификации ВСОЧ при хронических патологиях.

В современных *нейро-ЭВМ* создается сеть из формальных нейронов, где выделяют нейроны входа и выхода и нейроны внутренних слоев. Первоначально устанавливается, что все ней-

роны входа подают выходы на все нейроны прилегающего внутреннего слоя со значимостью 1.

Далее нейроны первого внутреннего слоя передают сигнал на последующий слой, а нейроны последнего внутреннего слоя передают сигналы на нейроны выхода, каждый на все со значимостью 1.

В ходе итерационного процесса идет настраивание новых величин значимости выходов всех нейронов сети, при этом многие выходы в ходе её получают значимость 0.

Каждому методу создания НС присущи свои аппроксимирующие функции нейронов. Целевой функцией для сети является минимизация ошибки результата (расхождение реального и предсказанного сетью результатов). Достижением результата становится настройка статистических весов выходов нейронов в искусственной сети в ходе обработки результатов обучающей выборки – с целью приближения рассчитанного значения по аппроксимирующей функции к реальному результату. Обычно, создавая сеть, количество нейронов в ней задают равным количеству выходов.

В целом, НС способна распознать ошибку, которую человек не диагностирует. Кроме того, классификаторы позволяют по результатам обучения обнаружить параметры, наименее значимые для результата. Их последовательное исключение с промежуточной проверкой результата позволяет выделить из большого набора параметров действительно значимые, которые дают достаточный набор для точного результата. На этом процедура последовательного исключения некоторых x_j из всех x_i ($i=1,2,\dots,m$) позволяет перейти от m -мерного пространства состояний к k -мерному пространству минимальной размерности. При этом одновременно идентифицируются и k , и конкретные x_i ($i=1,2,\dots,k$), которые образуют параметры порядка при решении конкретной задачи выработки решений. В таких задачах отбрасываются признаки, которые не имеют существенного диагностического значения.

ГЛАВА 3

СТОХАСТИЧЕСКАЯ И ХАОТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КИНЕЗОТЕРАПИИ И РАЗРЕШЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ 1-го РОДА В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ

Конец 20-го века – *Wheeler* [204], *I.R. Prigogine* [195, 196], *H. Haken* [187] – был отмечен пониманием в среде учёных реальности особых систем – *complexity*, которые сейчас мы определяем как *системы третьего типа*. Однако, многочисленные попытки их изучения в рамках традиционного *детерминистского или стохастического подходов* (ДСП) на основе функционального анализа или построения функций распределения $f(x)$, т.е. статистических функций, – не обеспечили создания специального математического аппарата их описания. Известный физик *Seth Lloyd* в 90-х годах [188] представил около 40 определений *complexity* (в нашей терминологии СТТ и *complexity* – синонимы) и тем самым вызвал здоровый скептицизм у историка и исследователя науки *J. Horgan* [188], т.к. получается, что мы имеем дело с наукой, которая не может четко определить свой предмет и методы изучения этого предмета (процессов, систем).

Отметим, что именно *W. Weaver* первым ввел понятие систем 1-го типа (простые системы), 2-го типа (неорганизованные системы) и 3-го типа (организованная сложность) [203]. Сами СТТ – живые системы – это реальность и дальнейшее игнорирование их особых свойств и попытки их описания в рамках детерминизма или стохастики только усугубляют ситуацию [44-81]. Очевидно, что для подтверждения такого высказывания необходимы убедительные аргументы и, главное, сравнения результатов опытов в старой интерпретации и в новой трактовке (если будет создана новая наука о *complexity*). Поскольку биосистемы основаны на функционировании комплексов из атомов и молекул и для них выполняются законы физики, то очевидно и желание физиков, биофизиков описывать их в рамках ДСП. Однако, теория систем постулирует: целое нельзя описать свойствами его отдельных элементов [187, 188].

Вместе с тем любой исследователь должен понимать, что от отсутствия определений и методов описания, моделей систем, процессов, объектов сами эти особые живые объекты и системы никуда не исчезнут, и их неизбежно придётся изучать и описывать. При этом главное в этом процессе это именно отсутствие любых возможностей моделирования «организованной сложности» (живых систем – СТТ, *complexity*) в рамках традиционной науки, т.е. в рамках *детерминистского* и *стохастического* подходов. Если мы будем отрицать возможности традиционной науки, то, что будет предложено вместо нее? Проблема ДСП при описании СТТ – заключена в невозможности произвольного повторения $x(t_0)$ начальных параметров вектора состояния $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ – по *W. Weaver* «организованной сложности» (т.е. живых систем, СТТ, *complexity*) именно в рамках традиционной науки. Однако, любое подобное отрицание строго в нашем понимании не должно быть полным и в этом мы отрицаем смену парадигм Т. Куна [188], когда он говорил о полном отходе от исходной парадигмы. Сейчас мы можем показать некоторое сходство ДСП и нового подхода в виде *теории хаоса-самоорганизации* [46-83, 130-132].

Complexity обладает уникальными свойствами, которые нам трудно изучать в рамках современных знаний (ДСП-науки). Речь идет о 2-м принципе организации сложных биосистем [45-54], когда их вектор состояния $x(t)$ не имеет стационарных режимов непрерывно и постоянно ($dx/dt \neq 0$), не может быть повторено начальное значение ВСС в виде $x(t_0)$. А любая траектория развития ВСС в ФПС не может быть описана в рамках функциональных зависимостей $y=f(x)$, или статистических функций распределения $F(x)$. Фактически, эмерджентные биосистемы (*complexity*, СТТ, живые системы) демонстрируют особые свойства, которые не могут показывать другие природные системы (физические, технические, химические), но изучать их все-таки необходимо. И выход из этого кризиса один – пытаться изучать возможность повторяемости и воспроизводимости таких систем, но с позиции других (не ДСП) подходов, других методов, повторения других параметров СТТ.

Действительно, если системы полностью неповторяемые и невозпроизводимые (во всех смыслах ДСП), а не только для

$dx/dt=0$ или $x(t_0)$, то (по *I.R. Prigogine*) – такие уникальные системы не являются объектами традиционной (современной) науки [195, 196]. Можно ли наблюдать хотя бы частичное повторение каких-либо параметров СТТ (какова «глубина» хаоса)? Иными словами, если многократно повторять серии опытов, то можно ли установить закономерности в хаосе *complexity* (насколько «хаос» СТТ хаотичен)? Результат этих исследований нами представляется как доказательство возможности использования стохастики в оценке хаоса *complexity*. В этом результате заключена первая возможность применения физики в изучении *complexity*, живых систем, СТТ по *W. Weaver* [203]. Впервые такую закономерность установили на нейросетях мозга и *нейроэмуляторах*, когда многократно наблюдалось решение задачи бинарной классификации и веса признаков демонстрировали сходимость к предельным значениям.

1. Метод расчета параметров квазиаттракторов в оценке эффективности кинезотерапии

Основу *третьей глобальной парадигмы* составляет *теория хаоса-самоорганизации*, в которой основное внимание уделяется оценке хаотичной динамике вектора состояния сложной биосистемы с использованием многомерного ФПС. Подчеркнем, что в ТХС мы постулируем ограниченные возможности стохастики в описании СТТ и поэтому представляем сравнительную характеристику эффективности применения традиционных стохастических методов и методов расчёта параметров *квазиаттракторов*. Покажем различия в низкой эффективности стохастики, которая приводит к неопределённости 1-го рода, и возможности методов многомерных фазовых пространств, обеспечивающих решение задачи *системного синтеза*. При этом, необходимо особо выделить параллельное применение и стохастических методов, и методов ТХС в изучении сложных медико-биологических систем, которые представляют организм человека в виде композиции сложных регуляторных систем [20-27, 133-141, 170-189].

Действительно, дискуссия об ограниченных возможностях в применении функционального анализа и методов стохастики при изучении СТТ продолжается вот уже более 50 лет с момента

возникновения *синергетики*. Научная биофизическая школа В.М. Еськова [38-83] доказывает особые свойства живых систем и практическую бесполезность применения вероятностных методов изучения сложных систем – *complexity*. Одна из главных причин в такой ситуации – это возникновение неопределённости 1-го рода, которая приводит к полной неопределённости в изучении СТТ в рамках стохастического подхода [44-48, 115-118]. Существенно, что для СТТ не выполняется свойство эргодичности из-за непрерывной эволюции биосистем в ФПС.

Такие неопределённости 1-го рода возникают при сравнении групп испытуемых, когда выборки значений координат x_i их вектора состояния $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ не могут демонстрировать различий в рамках стандартных стохастических критериев. Это означает (с медицинской точки зрения), что методы терапии не эффективны и усилия врача якобы были напрасны. Однако, в действительности, это не так и ТХС предлагает другие методы и подходы в изучении таких *complexity* [45-52, 60-62, 81-84].

В наших исследованиях использовалась КЗТ, которая по параметрам состояния *сердечно-сосудистой системы* (ССС) пациентов в рамках стохастики осуществлялась якобы с низкой эффективностью. Однако, в рамках ТХС мы можем выявить не только эффективность восстановительной медицины, но и получить параметры порядка. В этом случае мы можем решить задачу *системного синтеза* – найти наиболее значимые диагностические признаки. Математическому описанию анализа наблюдаемых закономерностей и посвящено настоящее исследование в аспекте практического применения этой теории в области восстановительной медицины для СТТ, которые не могут удовлетворять свойству эргодичности и требуют новых методов изучения [42-68].

Напомним, что в нашей работе изучалась группа из 30-ти больных с *острым нарушением мозгового кровообращения* – ОНМК, для которых использовались (длительно, около 1 месяца) методы *кинезотерапии* и одновременно регистрировались 15-ть параметров ССС. Эти измерения проводились четыре раза: перед сеансом ФТ и сразу после сеанса. Такая процедура использовалась в первые дни терапии и в конце курса лечения. Таким образом, мы получали четыре серии из наборов выборок

по 15-ти кластеров в каждой серии (из четырёх). При этом в каждом кластере было получено не менее 300-т для каждого из 15-ти x_i значений параметров ССС для каждого из 30-ти обследованных больных. Всего измерений было проведено:

$$30 \times 4 \times 15 \times 300 = 540\ 000.$$

Эти точки в *фазовом пространстве состояний* образовывали 1800 *квазиаттракторов*, которые затем были сгруппированы в 60, подвергнутых сравнению с позиций стохастики и методов ТХС в ФПС. Все эти выборки представляли состояние ССС у больных с ОНМК и были репрезентативны и объективны.

Отметим, что общее число сравниваемых выборок, которые демонстрируют отсутствие возможности установить различия до и после воздействия, у нас исчисляется сотнями. Это означает, что стохастические методы не могут выявить различия в состояниях параметров организма человека, находящегося в разных физиологических состояниях. Возникает неопределённость 1-го рода (стохастика не показывает различий между выборками).

В нашем случае это было четыре состояния одной и той же группы из 30-ти человек в условиях перед применением КЗТ и после её применения. В табл. 1 приводится характерный пример такой ситуации, когда стохастика демонстрирует отсутствие нормального закона распределения для пяти наиболее важных параметров сердечно-сосудистой системы пациентов (*SIM* – параметр состояния симпатической ВНС, *PAR* – аналогично для парасимпатотонии, *SpO₂* – уровень оксигенации крови, *SDNN* – стандарт отклонения для кардиоинтервалов, *INB* – индекс по Р.М. Баевскому). Из табл. 1 следует, что перед *кинезотерапией* (КЗТ до начала всего курса терапии) и после *кинезотерапии* (КЗТ после одного сеанса) все выборки показывают непараметрическое распределение (*NN*). Далее, эти же выборки сравнивались в рамках стохастики, т.е. мы пытались выявить, как разовый сеанс КЗТ влияет на организм человека. Отметим, что из 15-ти параметров ССС мы выбрали 5 наиболее значимых, которые были ранее выделены в многочисленных публикациях [115-118, 133-141].

Таблица 1

Результаты статистической обработки выборок x_i в пятимерном ФПС ($m=5$) параметров ССС пациентов в раннем периоде лечения (за один сеанс) «до» кинезотерапии и «после» кинезотерапии (число обследуемых $N=30$)

Пациенты	Кинезотерапия «до» сеанса					Кинезотерапия «после» сеанса				
	SIM	PAR	INB	SpO2	SDNN	SIM	PAR	INB	SpO2	SDNN
1.	10	7	90	90	28	12	5	132	92	25
2.	5	11	41	95	45	15	2	158	94	20
3.	24	1	244	99	14	10	4	106	99	23
4.	20	4	175	97	23	10	2	117	97	20
5.	16	4	226	99	17	23	1	267	98	16
6.	20	1	222	99	15	22	6	322	99	21
7.	21	1	233	99	15	44	1	441	99	11
8.	16	6	171	96	21	22	3	146	96	27
9.	27	2	507	98	14	77	0	1878	98	7
10.	13	3	136	95	20	30	1	330	98	32
11.	14	4	214	98	23	13	6	113	99	26
12.	21	2	235	96	16	12	5	116	97	26
13.	24	1	244	99	14	4	23	40	97	63
14.	2	13	20	98	47	2	14	20	96	50
15.	16	1	227	99	18	30	1	428	98	27
16.	13	3	136	95	20	16	3	177	95	19
17.	6	9	62	99	40	8	5	108	97	27
18.	3	20	19	98	61	6	6	53	98	30
19.	9	6	153	97	23	23	0	369	98	15
20.	12	1	155	94	20	12	8	152	97	41
21.	13	2	137	98	20	56	0	1166	97	9
22.	40	1	690	99	10	17	1	182	99	18
23.	15	4	184	98	22	28	1	392	98	14
24.	8	7	119	97	25	32	0	375	97	13
25.	11	4	99	96	23	14	2	158	94	20
26.	5	14	56	98	36	7	8	100	99	30
27.	6	8	63	99	31	15	3	162	99	20
28.	16	4	226	99	17	56	0	1164	97	9
29.	41	0	537	95	11	26	1	213	95	33
30.	16	4	174	98	19	14	4	209	98	29
Среднее	15,48	4,84	193,15	97,22	23,65	21,89	3,80	319,69	97,16	24,04
Стд. Откл.	9,40	4,63	149,87	2,07	11,54	17,03	4,83	399,72	1,67	11,99
доверит. -95	11,97	3,11	137,19	96,44	19,34	15,53	1,99	170,43	96,54	19,56
доверит. +95	18,99	6,57	249,12	97,99	27,96	28,25	5,61	468,95	97,78	28,52
Медиана	14,70	3,57	172,74	97,97	20,42	15,52	2,41	169,54	97,45	21,97
процентль 5	3,37	0,79	20,24	94,26	11,30	4,43	0,00	39,84	94,03	8,66
процентль 95	40,43	14,23	536,80	99,00	47,06	55,96	13,71	1165,56	98,95	49,61
P	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
проверка на тип распределения	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN

В табл. 2 представлены результаты статистической проверки значимости различий по Вилкоксону при парном сравнении выборок из табл. 1 в раннем периоде лечения (начало *кинезотерапии*). Если различия существенны, то уровень значимости должен быть $p < 0,05$ (согласно рассчитанному статистическому критерию Вилкоксона), что показал только 1-ый параметр – *SIM* ($p=0,045$) из всех 5-ти параметров x_i ($i=1,2,\dots,m$, где $m=5$) *вариабельности сердечного ритма*. При этом общее расстояние между центрами КА, перед КЗТ и после её применения в виде разовой процедуры в начале курса лечения, – составило $r^C_{1,2}=594,8$ у.е. Стохастические расстояния между средними арифметическими – составили значительно меньшую величину – $r^S_{1,2}=126,8$ у.е. в пятимерном ФПС, что иллюстрирует большую эффективность методов *многомерного фазового пространства*.

Таблица 2

Статистическая проверка (значимость $p < 0.05$ по Вилкоксону) различий между параметрами выборок x_i показателей variability сердечного ритма у пациентов «до» разовой процедуры кинезотерапии и «после» кинезотерапии (число обследуемых $N=30$) на начальном этапе всего курса лечения

		Параметры ВСП				
		1	2	3	4	5
		SIM	PAR	INB	SpO ₂	SDNN
медиана	До	14,70	3,57	172,74	97,97	20,42
	После	15,52	2,41	169,54	97,45	21,97
оценка $p < 0.05$		0,045	0,057	0,060	0,480	0,845

Примечание: SIM, у.е. – индекс активности симпатического звена ВНС, PAR, у.е. – индекс активности парасимпатического звена ВНС, INB, у.е. – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому, SpO₂, % – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом, SDNN – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс. p – достоверность значимых различий по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$).

Таким образом, стохастика показывает значительное различие только для *SIM*, остальные координаты x_i всего вектора состояния ССС изменяются незначительно. Однако, расчёт параметров *квазиаттракторов* даёт другую картину. Объём КА в пятимерном ФПС изменяется (перед *кинезотерапией*) от $V_G^1=240,23 \cdot 10^6$ у.е. до $V_G^2=1256,38 \cdot 10^6$ у.е. после КЗТна этом начальном периоде лечения. В группе из 30 пациентов с ОНМК, это составляет увеличение в 5,3 раза, т.е. на начальном этапе лечения терапия была возмущающим фактором для больных [49-59], она расширяет вариацию x_i в ФПС. Это особая реакция организма на внешнее воздействие [1-7, 27-33, 63-75].

Если стохастика не обеспечивает идентификацию наиболее значимых диагностических признаков из этих пяти x_i ($m=5$), т.к. только *SIM* ещё как-то различается, то методы ТХС демонстрируют такую идентификацию. Это представлено в табл. 3. В данном случае производилось сравнение относительных изменений объёмов при последовательном исключении каждого из 5-ти признаков x_i (в левой половине табл. 3 с V_X до и после исключения x_i из общего числа). Одновременно мы изучали динамику изменения межаттракторных расстояний Z_i также при последовательном исключении каждого x_i (здесь R_i – относительное изменение межаттракторных расстояний). Этот метод исключения сейчас активно используется в ТХС [67-82] для решения задачи системного синтеза.

Таблица 3

Расчёт методом исключения параметров порядка x_i в пятимерном ФПС ($m=5$) из всех 15-ти параметров ССС у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения на раннем периоде лечения «до» применения кинезотерапии и «после» кинезотерапии

Vx0	1256379600	Vy0	240 231 420	dif	1016148180	R0	80,88	%	Z0	126,80
Vx1	16 751 728	Vy1	6 159 780	dif1	10 591 948	R1	63,23	%	Z1	126,64
Vx2	54 625 200	Vy2	12 011 571	dif2	42 613 629	R2	78,01	%	Z2	126,80
Vx3	676 200	Vy3	358 020	dif3	318 180	R3	47,05	%	Z3	6,54
Vx4	179 482 800	Vy4	26 692 380	dif4	152 790 420	R4	85,13	%	Z4	126,80
Vx5	22 435 350	Vy5	4 710 420	dif5	17 724 930	R5	79,00	%	Z5	126,80

Гистограммы рис. 8 представляют относительное изменение объёмов квазиаттракторов $V_i = [V^1_x / V^2_x] \times 100\%$ (левый график) и изменение расстояний Z_i между центрами КА Z_i , тоже при последовательном исключении каждого x_i . Легко видеть, что для этих двух оценок на первом месте тоже стоит $x_3 - INB$, который для объёмов V вызывает двукратное уменьшение V^2_{Gi} по отношению к исходному V^1_{x3} . Параметр Z_3 вообще уменьшается кратно. Отсюда следует, что по двум критериям одновременно параметром порядка является $x_3 - INB$. На втором месте по значимости находится параметр $x_1 - SIM$, который по объёму V вызывает уменьшение почти на 40%, но по межаттракторному расстоянию это всё весьма незначительно. Межаттракторное расстояние изменяется значительно – только для x_3 (по Z_3), что тоже говорит о параметре порядка именно этого x_3 .

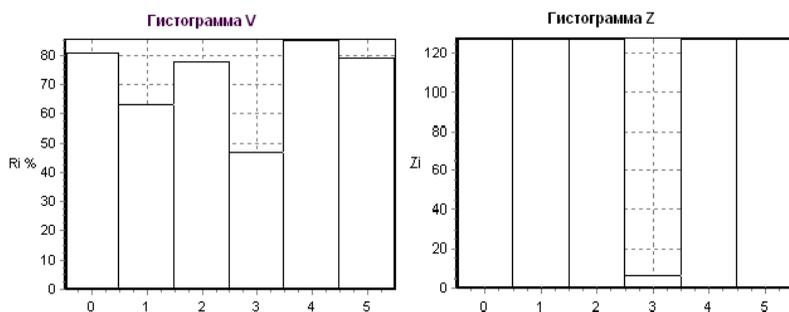


Рис. 8. Гистограммы относительных изменений объёмов квазиаттракторов ($[V^1_x / V^2_x] * 100\%$) и относительные расстояния Z_i между центрами квазиаттракторов при последовательном исключении отдельных диагностических признаков x_i ($m=5$) на начальном этапе лечения кинезотерапией у больных с диагнозом острое нарушение мозгового кровообращения.

Существенно, что в рамках стохастики только $x_1 - SIM$ даёт различие при применении кинезотерапии (разово, при одной процедуре). По критерию Вилкоксона ($p < 0,05$) статистически значимо различается x_1 . При этом $x_3 - INB$ не удовлетворяет этому критерию ($p = 0,06$), что означает отсутствие статистиче-

ских различий в величинах параметров INB до и после КЗТ на начальном этапе всего курса лечения (1 месяц). Характерно, что x_5 – в рамках стохастики вообще незначимый признак, тогда как в ТХС x_5 даёт различия по относительному изменению объёма V (табл. 3 и рис. 8).

В рамках стохастики мы имеем самые худшие показатели для x_5 ($p=0,845$), что говорит почти о полном совпадении этого параметра до начала лечения и после применения КЗТ (разово) на первых этапах всего лечения (1 месяц). Однако, по параметрам V квазиаттрактор x_5 даёт изменение объёмов V почти на 20%. Это представлено на рис. 8 (левая гистограмма).

Таким образом, использование метода расчёта параметров квазиаттракторов, в частности, расчёт координат их центров и их объёмов в ФПС – позволяет не только количественно идентифицировать различие между состоянием организма группы больных с ОНМК до начала процедуры кинезотерапии и после её проведения, но и установить *параметры порядка*. Это уже задача *системного синтеза*, когда из набора координат x_i всего вектора состояния биосистемы мы можем выбрать наиболее важные. Эти *параметры порядка* не могут быть определены для наших задач в рамках стохастики (только одна координата x_1 – *SIM* ещё как-то различается), а в рамках ТХС такая процедура возможна и она обеспечивает *системный синтез* [58-62].

Весьма важно отметить, что эта процедура позволяет нам получить также различия после одного месяца КЗТ. Так, в табл. 4 представлены сводные результаты измерений всех 5-ти x_i для ССС у тех же пациентов, но после месяца лечения. Делается это опять в сравнении: до начала кинезотерапии и сразу после её проведения (разово). Если в начале курса лечения (табл. 1) для 10 выборок (пять из них до начала разового лечения, и пять – после лечения) мы не имели возможность установить наличие нормального закона распределения, то после месяца лечения мы уже можем наблюдать для x_2 – *PAR* (до начала КЗТ) и для SpO_2 – x_4 (после процедуры) – возможность нормального распределения. Это тоже характеризует курс лечения как нормализацию ВСР.

Таблица 4

Результаты статистической обработки выборок x_i в пятимерном ФПС ($m=5$) параметров ССС пациентов «до» кинезотерапии и «после» кинезотерапии в поздний период (число обследуемых $N=30$)

Пациенты	Кинезотерапия «до» сеанса					Кинезотерапия «после» сеанса				
	SIM	PAR	INB	SpO2	SDNN	SIM	PAR	INB	SpO2	SDNN
1.	10	6	135	98	25	54	8	25	102	34
2.	20	1	222	99	15	22	6	322	99	21
3.	2	17	20	99	60	4	16	39	98	45
4.	3	9	50	99	41	15	7	110	99	27
5.	4	14	50	99	41	3	13	45	98	44
6.	10	6	135	98	25	21	1	273	97	16
7.	14	4	213	98	24	13	6	113	99	26
8.	2	14	20	98	47	2	14	20	96	50
9.	7	8	90	92	28	11	5	153	97	24
10.	23	1	438	98	14	23	3	389	98	19
11.	16	1	227	99	18	30	1	334	98	32
12.	6	9	74	97	34	3	12	32	97	58
13.	6	9	62	99	40	8	5	108	97	27
14.	6	7	87	98	30	6	8	48	98	39
15.	6	10	56	98	36	8	7	125	99	28
16.	6	11	73	97	35	58	0	986	97	8
17.	8	11	61	99	42	4	13	72	98	35
18.	40	1	690	99	10	17	1	182	99	18
19.	36	0	431	95	13	20	3	288	96	16
20.	4	14	50	99	41	23	3	379	98	19
21.	12	2	223	99	19	49	1	917	99	10
22.	18	3	164	98	20	16	6	262	98	23
23.	5	11	40	99	42	11	12	13	101	42
24.	6	11	73	97	35	13	2	164	97	22
25.	5	14	56	98	36	7	8	100	99	30
26.	12	9	71	98	30	11	6	10	98	33
27.	41	0	537	95	11	27	1	188	95	37
28.	16	4	174	98	19	14	4	224	98	22
29.	14	12	10	91	255	10	4	93	96	27
30.	4	12	50	99	40	3	16	28	98	60
среднее	11,97	7,72	152,70	97,70	37,60	16,88	6,35	201,41	97,97	49,91
Стд. Откл.	10,75	4,97	165,49	1,94	42,83	14,52	4,73	233,93	1,31	65,19
доверит. -95	7,96	5,86	90,90	96,98	21,61	11,46	4,58	114,06	97,48	25,57
доверит. +95	15,98	9,57	214,49	98,43	53,59	22,30	8,11	288,76	98,46	74,25
медиа	7,39	8,63	73,22	98,16	31,99	12,78	5,65	119,12	97,92	27,38
процентль 5	2,12	0,36	20,08	92,19	11,31	2,59	0,62	12,56	96,15	10,09
процентль 95	40,42	14,45	536,80	99,00	60,30	53,82	15,67	916,88	100,61	239,33
p	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,10	0,00
проверка на тип распределения	NN	N	NN	NN	NN	NN	NN	NN	N	NN

Действительно, такая ситуация в прямом смысле демонстрирует нормализацию некоторых параметров $x(t)$ под действием месяца терапевтических воздействий. Однако, как и в самом начале курса терапии, статистическая проверка всех парных сравнений выборок (до процедуры и после *кинезотерапии* в одном сеансе) для изучаемых 5-ти x_i не даёт статистически значимых различий, более того, ситуация резко ухудшилась, что представлено в табл. 5. Из этой таблицы видно, что все x_i показывают не просто $p > 0,05$, но даже минимальное значение $x_1 - SIM$ показывает теперь $p = 0,171$. Это существенно больше 0,05. Таким образом, статистика демонстрирует полное отсутствие различий между параметрами ССС в конце месяца лечения в условиях разовой КЗТ (разовой процедуры). Отметим, что исходно, при начале лечения, мы для $x_1 - SIM$ могли наблюдать статистические различия, а некоторые x_i приближались к $p = 0,05$ (например, $x_2 = 0,057$ или $x_3 = 0,06$). Пример в табл. 5 – минимальное значение $p = 0,171$ имеет x_1 а x_4 имеет максимум $p = 0,909$.

Таблица 5

Статистическая проверка (значимость $p < 0,05$ по Вилкоксоу) различий между параметрами выборок x_i показателей ВСП у пациентов после 1-го месяца кинезотерапии «до» разовой процедуры кинезотерапии и «после» кинезотерапии (число обследуемых $N=30$), т.е. в конце курса лечения

		Параметры ВСП				
		1	2	3	4	5
		SIM	PAR	INB	SpO2	SDNN
медиана	До	7,39	8,63	73,22	98,16	31,99
	После	12,78	5,65	119,12	97,92	27,38
оценка $p < 0,05$		0,171	0,262	0,254	0,909	0,644

Примечание: SIM, у.е. – индекс активности симпатического звена ВНС, PAR, у.е. – индекс активности парасимпатического звена ВНС, INB, у.е. – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому, SpO2, % – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом, SDNN – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс. p – достоверность значимых различий по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$)

С позиций ТХС, на основе анализа параметров *квазиаттракторов*, мы также имеем иную картину различий в самом начале курса и в конце его между ССС до разовой процедуры и после процедуры КЗТ. Так, например, общий объём КА – V_X не увеличивается, а уменьшается. Это говорит не о возмущении – активации ССС, а о некотором нормализующем эффекте воздействия методами восстановительной медицины. Теперь объём уменьшается с $V^1_X=883,64 \times 10^6$ у.е. до $V^2_X=318,16 \times 10^6$ у.е. после процедуры *кинезотерапии*, т.е. при разовом воздействии в конце всего курса лечения. Это означает отрицательную скорость изменения по V_X .

Одновременно изменяются и *параметры порядка* при использовании метода исключения признаков x_i последовательно и расчёте относительного изменения объёмов V_X до и после процедуры. В табл. 6 мы представляем расчёты изменения объёмов V_X (левая половина) и расстояний R между центрами *квазиаттракторов*. На рис. 9 представлены итоговые гистограммы изменения относительных величин объёмов V_X до и после исключения x_i из общего числа $m=5$. Легко видеть, что теперь x_5 становится параметром (по гистограмме V) порядка, т.к. V относительно уменьшается до 30%. Далее по значимости на втором месте находится x_4 (около 60% уменьшения V при исключении x_4 из m) и на третьем месте находится x_2 – *PAR*. Третий признак (x_3 – *INB*) теряет своё решающее значение и становится слабо значимым признаком для x_i в конце курса лечения при разовом воздействии *кинезотерапии* (при анализе V_X). Возникает совершенно иная картина ранжирования значимости признаков x_i , а то, что было ранее параметром порядка, теперь не имеет существенного значения.

Отсутствие статистических различий в параметрах ВСР в конце месячного лечения методами восстановительной медицины (табл. 5) свидетельствует об определённой нормализации функций ССС под действием этого курса лечения. С другой стороны это свидетельствует о положительной динамике выздоровления, когда мы приходим к инверсии в величинах изменения объёмов *квазиаттракторов*: на ранних этапах лечения разовое воздействие КЗТ увеличивало объём КА в 5,3 раза, а в конце лечения разовое воздействие приводило к уменьшению объёма КА

в 2,8 раза. Резко изменялись (в конце курса лечения) и *параметры порядка* в оценке разового воздействия *кинезотерапии* на пациентов. В частности, в исходном состоянии x_3 и x_1 были *параметрами порядка*, однако в конце терапии уже x_5 (*SpO2*), а также x_2 и x_4 по относительному изменению объёмов (гистограмма для V_x на рис. 9) и по x_3 (гистограмма для Z на рис. 9).

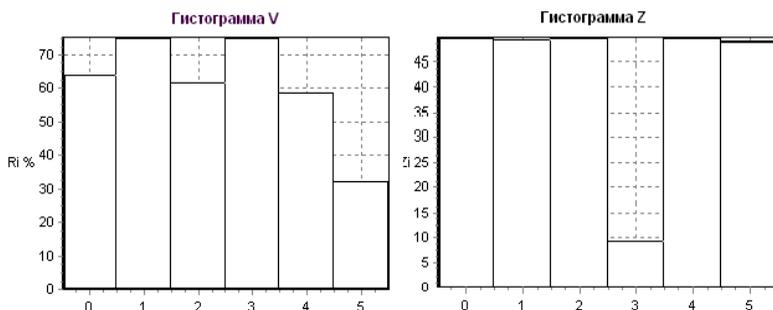


Рис. 9. Гистограммы относительных изменений объёмов квазиаттракторов ($[(V_x^1/V_x^2)*100\%]$) и относительные расстояния Z_i между центрами квазиаттракторов при последовательном исключении отдельных диагностических признаков x_i ($m=5$) на **конечном** этапе лечения кинезотерапии.

Таблица 6

Расчёт методом исключения значимости в пятимерном ФПС ($m=5$) параметров порядка для ССС у пациентов на раннем периоде и позднем периоде «до» применения кинезотерапии и «после» кинезотерапии за один сеанс

V_{x0}	883 646 400	V_{y0}	318 316 544	dif	565 329 856	R0	64	%	Z0	49,5
V_{x1}	22 657 600	V_{y1}	5 684 224	dif1	16 973 376	R1	74,9	%	Z1	49,3
V_{x2}	51 979 200	V_{y2}	19 894 784	dif2	32 084 416	R2	61,7	%	Z2	49,5
V_{x3}	1 299 480	V_{y3}	326 144	dif3	973 336	R3	74,9	%	Z3	9,26
V_{x4}	110 455 800	V_{y4}	45 473 792	dif4	64 982 008	R4	58,8	%	Z4	49,5
V_{x5}	3 606 720	V_{y5}	6 121 472	dif5	2 514 752	R5	41,1	%	Z5	48,9

Таким образом, метод исключения параметров x_3 в табл. 6 и на рис. 9 (для x_5, x_4, x_2) представляет другие важнейшие диагностические признаки в конце лечения при разовом воздействии *кинезотерапии*. Но, что очень важно, – эти параметры выявляются на фоне полного отсутствия статистических различий x_i в рамках критерия Вилкоксона (табл. 5). Создаётся (в рамках стохастики) такое впечатление, что в конце курса лечения *кинезотерапия* вообще никак не влияет на ССС. Действительно, все значения критерия Вилкоксона в табл. 5 – больше 0,17. Однако, методами ТХС всё-таки выявляются существенные различия по параметрам x_i именно по относительным изменениям объёмов *квазиаттракторов* (методом исключения признаков) и на основе расстояний между центрами *квазиаттракторов* Z (табл. 6 и рис. 9). Эти результаты показывают необходимость применения методов ТХС для разрешения неопределённости первого рода, когда статистика не может показывать существенных различий между выборками [20-31, 40-46], а расчет КА даёт ранжирование параметров x_i .

Ещё более существенные результаты мы получаем при сравнении исходных выборок x_i до начала процедуры *кинезотерапии* в исходном состоянии (начало лечения) и аналогично (т.е. до процедуры), но в конце лечения. Эти выборки мы в таблицах обозначаем как «до-до», т.е. до начала сеанса (разово) терапии, и они представлены в табл. 7. Легко видеть, что нормальное распределение имеется только для *SIM* во втором измерении. С другой стороны, статистическое различие между этими двумя наборами x_i из табл. 7 и 8 уже весьма существенно. Здесь (табл. 8), кроме параметра $x_4 - SpO_2$ ($p=0,217$) различие уходит (в сторону уменьшения) за пределы критерия $p=0,05$ и даже 0,025.

Это демонстрирует весьма достоверные различия в параметрах ССС между начальным этапом курса («до-до») и в конце курса («до-до»), т.е. перед применением процедуры *кинезотерапии* (разово). Более того, *квазиаттракторы* ВСР в режиме сравнения «до-до» резко приблизились ($z=97,12$ у.е.), хотя в режиме «до-после» в начале $z=594,77$ у.е. Это показывает, что месяц лечения не очень существенно сдвинул КА в фазовом пространстве, но резко изменился характер самого влияния *кинезотерапии*.

Таблица 7

Результаты статистической обработки в пятимерном ФПС (m=5) параметров ССС пациентов до кинезотерапии на раннем периоде и до кинезотерапии на позднем периоде (число обследуемых N=30), т.е. в режиме «до-до»

Пациенты	SIM	PAR	INB	SpO2	SDNN	SIM	PAR	INB	SpO2	SDNN
1.	10	7	90	90	28	10	6	135	98	25
2.	5	11	41	95	45	20	1	222	99	15
3.	24	1	244	99	14	2	17	20	99	60
4.	20	4	175	97	23	3	9	50	99	41
5.	16	4	226	99	17	4	14	50	99	41
6.	20	1	222	99	15	10	6	135	98	25
7.	21	1	233	99	15	14	4	213	98	24
8.	16	6	171	96	21	2	14	20	98	47
9.	27	2	507	98	14	7	8	90	92	28
10.	13	3	136	95	20	23	1	438	98	14
11.	14	4	214	98	23	16	1	227	99	18
12.	21	2	235	96	16	6	9	74	97	34
13.	24	1	244	99	14	6	9	62	99	40
14.	2	13	20	98	47	6	7	87	98	30
15.	16	1	227	99	18	6	10	56	98	36
16.	13	3	136	95	20	6	11	73	97	35
17.	6	9	62	99	40	8	11	61	99	42
18.	3	20	19	98	61	40	1	690	99	10
19.	9	6	153	97	23	36	0	431	95	13
20.	12	1	155	94	20	4	14	50	99	41
21.	13	2	137	98	20	12	2	223	99	19
22.	40	1	690	99	10	18	3	164	98	20
23.	15	4	184	98	22	5	11	40	99	42
24.	8	7	119	97	25	6	11	73	97	35
25.	11	4	99	96	23	5	14	56	98	36
26.	5	14	56	98	36	12	9	71	98	30
27.	6	8	63	99	31	41	0	537	95	11
28.	16	4	226	99	17	16	4	174	98	19
29.	41	0	537	95	11	14	12	10	91	255
30.	16	4	174	98	19	4	12	50	99	40
среднее	15,48	4,84	193,15	97,22	23,65	11,97	7,72	152,70	97,70	37,60
Стд. Откл.	9,40	4,63	149,87	2,07	11,54	10,75	4,97	165,49	1,94	42,83
доверит. -95	11,97	3,11	137,19	96,44	19,34	7,96	5,86	90,90	96,98	21,61
доверит. +95	18,99	6,57	249,12	97,99	27,96	15,98	9,57	214,49	98,43	53,59
медиана	14,70	3,57	172,74	97,97	20,42	7,39	8,63	73,22	98,16	31,99
процентль 5	3,37	0,79	20,24	94,26	11,30	2,12	0,36	20,08	92,19	11,31
процентль 95	40,43	14,23	536,80	99,00	47,06	40,42	14,45	536,80	99,00	60,30
p	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
проверка на тип распределения	NN	NN	NN	NN	NN	NN	N	NN	NN	NN

Следует отметить, что организм пациентов за месяц терапии совершил столь существенное изменение ССС, что говорить о неопределённости первого типа уже нет смысла (при сравнении «после-после» и «до-до»). Все различия x_i (по всем $m=5$) существенны и достоверны, они статистически подтверждены. Это показывает количественно эффективность методов КЗТ в ходе лечения. Однако, *параметры порядка* мы не можем определить (табл. 7 и табл. 8), статистика не даёт нам возможность выявить наиболее значимые x_i . Если судить по критерию Вилкоксона, то у $x_2 - PAR$ и у $x_5 - SDNN$ мы имеем $p < 0,025$, что косвенно говорит о существенной значимости именно этих двух параметров (у них самый низкий индекс p) [10-14] (табл. 8).

Таблица 8

Статистическая проверка значимости $p < 0,05$ по Вилкоксону различий между параметрами выборок x_i показателей ВСП у пациентов до кинезотерапии на раннем периоде (РП) и до кинезотерапии на позднем периоде (ПП) (число обследуемых $N=30$)

		Параметры ВСП				
		1	2	3	4	5
		SIM	PAR	INB	SpO2	SDNN
медиана	До (РП)	14,70	3,57	172,74	97,97	20,42
	До (ПП)	7,39	8,63	73,22	98,16	31,99
оценка $p < 0,05$		0,041	0,025	0,034	0,217	0,025

Примечание: SIM, у.е. – индекс активности симпатического звена ВНС, PAR, у.е. – индекс активности парасимпатического звена ВНС, INB, у.е. – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому, SpO2, % – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом, SDNN – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс. p – достоверность значимых различий по критерию Манна-Уитни ($p < 0,05$).

Характерно, что, при оценке параметров *квазиаттракторов* в сравнение со стохастикой, (табл. 8 и рис. 10) – это тоже частично подтверждается. Действительно, $x_1 - SIM$ вообще почти не даёт изменений V и Z на гистограммах (хотя в стохастике он

существенен). Одновременно x_5 , x_1 и x_3 являются *параметрами порядка* по значению относительного изменения объёмов КА (рис. 10). С другой стороны x_3 всё-таки показывает существенные изменения и по параметру межаттракторных расстояний Z_3 (самое низкое на рис. 10 значение – около 10%), т.е. x_3 претендует на лидерство и по Z и по V_x (хотя здесь результат хуже, чем у x_5). В рамках стохастики x_3 находится на 3-м месте по значимости (в ТХС – на 1-м).

Таблица 9

Рост методом исключения параметров порядка в пятимерном ФПС ($m=5$) параметров ССС у пациентов на раннем периоде и позднем периоде «до» применения кинезотерапии и «после» кинезотерапии

V_{x0}	883 646 400	V_{y0}	883 646 400	dif	240 231 420	R0	643 414 980	%	Z0	42,99
V_{x1}	22 657 600	V_{y1}	22 657 600	dif1	6 159 780	R1	16 497 820	%	Z1	42,86
V_{x2}	51 979 200	V_{y2}	51 979 200	dif2	12 011 571	R2	39 967 629	%	Z2	42,9
V_{x3}	1 299 480	V_{y3}	1 299 480	dif3	358 020	R3	941 460	%	Z3	14,61
V_{x4}	110 455 800	V_{y4}	110 455 800	dif4	26 692 380	R4	83 763 420	%	Z4	42,99
V_{x5}	4 710 420	V_{y5}	3 606 720	dif5	1 103 700	R5	23,43	%	Z5	40,67

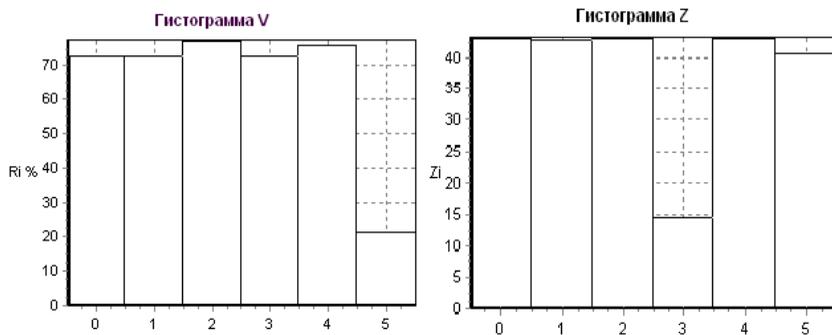


Рис. 10. Гистограммы относительных изменений объёмов квазиаттракторов ($[(V_G^1/V_G^2)*100\%]$) и относительные расстояния Z_i между центрами квазиаттракторов при последовательном исключении отдельных диагностических признаков x_i ($m=5$) в конце курса лечения (1 месяц) в режиме «до-до».

Таким образом, наши случаи выраженных статистических различий на основе методов стохастики и ТХС (в виде значений p для x_3 , x_1 , x_5 и этих же параметров для квазиаттракторов) даже дают определённое совпадение при идентификации параметров порядка (хотя по x_2 это не выражено). Однако, гораздо чаще у нас наблюдаются несовпадения между стохастикой и ТХС. Так, например, при сравнении 5-ти выборок параметров ССС после проведения разовой кинезотерапии (но исходно это было начало курса и в конце курса, т.е. месяца лечения КЗТ) мы видим полное отсутствие возможности получения нормального закона распределения (табл. 10). Однако, как и при сравнении в предыдущем случае («до-до»), мы при статистическом сравнении всех 10-ти выборок получили достоверное различие по критерию Вилкоксона (табл. 11). Иными словами, ситуация «до-до» и «после-после» демонстрирует некоторое сходство в аспекте существенных различий между параметрами, чего не было в двух предыдущих случаях (когда мы сравнивали эффекты разовой терапии «до-после» в самом начале лечения и через один месяц лечения). Сравнение до и после разовой терапии (исходно и в конце лечения) существенно отличаются в стохастике от данных табл. 8 и табл. 11.

В табл. 8 представлены все парные сравнения, где только *SIM* приблизился к $p=0,05$ ($p=0,041$), а остальное даёт величину p более низкую после запятой. Таким образом, сравнение параметров ССС перед началом курса «до» и в конце курса «до» демонстрирует существенное различие в рамках стохастического подхода, как и при сравнении «после-после» (табл. 11) кинезотерапии. Однако, параметры порядка здесь другие, что представлено в табл. 10, 11 и на рис. 11.

Наибольшее различие здесь режим «после-после» имеет x_3 – *INB*, далее следует x_2 и x_1 по параметрам относительного изменения объёма V (рис. 11) и даже по Z . Однако, по гистограмме расстояний Z наиболее значимым параметром остаётся всё-таки x_3 (и только). В целом, мы опять имеем некоторое совпадение со статистическими результатами, но параметры порядка всё-таки различаются и методы ТХС являются предпочтительными [47, 52, 115]. Более того, расчёт квазиаттракторов всегда даст нам не только различие в выборках (стохастика не всегда это даёт),

но и обеспечивает *системный синтез*. В табл. 11 наоборот, x_2 и x_5 наиболее значимы ($p=0,009$ и $p=0,056$). Однако, только x_3 – это параметр порядка в стохастике, что в ТХС не соответствует действительности.

Таблица 10

Результаты статистической обработки в пятимерном ФПС ($m=5$) параметров ССС пациентов после кинезотерапии на раннем периоде и после кинезотерапии на позднем периоде (число обследуемых $N=30$), т.е. в режиме «после-после»

Пациенты	SIM	PAR	INB	SpO2	SDNN	SIM	PAR	INB	SpO2	SDNN
1.	12	5	132	92	25	54	8	25	102	34
2.	15	2	158	94	20	22	6	322	99	21
3.	10	4	106	99	23	4	16	39	98	45
4.	10	2	117	97	20	15	7	110	99	27
5.	23	1	267	98	16	3	13	45	98	44
6.	22	6	322	99	21	21	1	273	97	16
7.	44	1	441	99	11	13	6	113	99	26
8.	22	3	146	96	27	2	14	20	96	50
9.	77	0	1878	98	7	11	5	153	97	24
10.	30	1	330	98	32	23	3	389	98	19
11.	13	6	113	99	26	30	1	334	98	32
12.	12	5	116	97	26	3	12	32	97	58
13.	4	23	40	97	63	8	5	108	97	27
14.	2	14	20	96	50	6	8	48	98	39
15.	30	1	428	98	27	8	7	125	99	28
16.	16	3	177	95	19	58	0	986	97	8
17.	8	5	108	97	27	4	13	72	98	35
18.	6	6	53	98	30	17	1	182	99	18
19.	23	0	369	98	15	20	3	288	96	16
20.	12	8	152	97	41	23	3	379	98	19
21.	56	0	1166	97	9	49	1	917	99	10
22.	17	1	182	99	18	16	6	262	98	23
23.	28	1	392	98	14	11	12	13	101	42
24.	32	0	375	97	13	13	2	164	97	22
25.	14	2	158	94	20	7	8	100	99	30
26.	7	8	100	99	30	11	6	10	98	33
27.	15	3	162	99	20	27	1	188	95	37
28.	56	0	1164	97	9	14	4	224	98	22
29.	26	1	213	95	33	10	4	93	96	27
30.	14	4	209	98	29	3	16	28	98	60
среднее	21,89	3,80	319,69	97,16	24,04	16,88	6,35	201,41	97,97	49,91
Стд. Откл.	17,03	4,83	399,72	1,67	11,99	14,52	4,73	233,93	1,31	65,19
доверит. -95	15,53	1,99	170,43	96,54	19,56	11,46	4,58	114,06	97,48	25,57
доверит. +95	28,25	5,61	468,95	97,78	28,52	22,30	8,11	288,76	98,46	74,25
медiana	15,52	2,41	169,54	97,45	21,97	12,78	5,65	119,12	97,92	27,38
процентль 5	4,43	0,00	39,84	94,03	8,66	2,59	0,62	12,56	96,15	10,09
процентль 95	55,96	13,71	#####	98,95	49,61	53,82	15,67	916,88	100,61	239,33
p	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,10	0,00
проверка на тип распределения	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	N	NN

Подводя итог всему сказанному, можно утверждать, что методы ТХС (основанные на расчёте параметров *квазиаттракторов*) являются весьма эффективными методами расчёта наиболее важных диагностических признаков в медицине. Они количественно решают задачу *системного синтеза* – определения *параметров порядка*, когда стохастические методы демонстрируют наиболее худший результат – неопределённость первого типа (выборки между собой статистически не различаются) [35-52, 116]. Более того, даже когда стохастика даёт различие между выборками, то найти *параметры порядка* (задача *системного синтеза*) не решается однозначно. ТХС и в этом случае даёт эффект, т.е. показывает ранжирование значимости параметров. При этом ТХС даёт оценку и по относительным изменениям объемов V_x и по расстояниям Z между центрами *квазиаттракторов*. Эти два критерия весьма существенны и независимы. В стохастике же мы имеем один критерий $p < 0,05$ и он только сравнивает выборки. В режиме «после-после» главный признак x_3 в стохастике вообще не значим, т.е. его $p = 0,071$, а *SIM* – x_1 имеет худшие показатели ($p = 0,13$). ТХС даёт другие результаты сравнения выборок, где x_3 и x_1 – наиболее значимые признаки.

Таблица 11

Статистическая проверка значимости $p < 0,05$ по Вилкоксоу различий между параметрами выборок x_i показателей ВСП у пациентов «после» кинезотерапии в самом начале курса и после кинезотерапии (число обследуемых $N=30$), в конце курса («после-после»)

		Параметры ВСП				
		1	2	3	4	5
		SIM	PAR	INB	SpO2	SDNN
медиана	После (до)	15,52	2,41	169,54	97,45	21,97
	После (после)	12,78	5,65	119,12	97,92	27,38
оценка $p < 0,05$		0,130	0,009	0,071	0,193	0,056

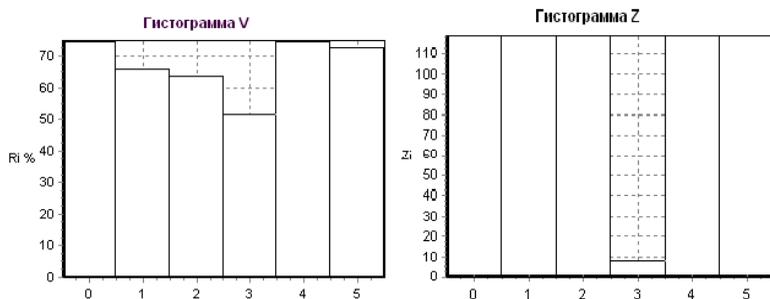


Рис. 11. Гистограммы относительных изменений объёмов квазиаттракторов ($[(V^1_G/V^2_G) \times 100\%]$) и относительные расстояния Z_i между центрами квазиаттракторов при последовательном исключении отдельных диагностических признаков x_i ($m=5$) в конце курса лечения (1 месяц) в режиме «после-после»

Все это показывает принципиальные различия между ТХС и стохастикой. Более того, мы сейчас убедились в ограниченных возможностях стохастики при проведении биоинформационного анализа параметров *вектора состояния организма человека* при КЗТ (патология – ОНМК).

Следует отметить, что нахождение *параметров порядка* в случаях, когда стохастика не может показывать различия (неопределенность 1-го рода в восстановительной медицине) может быть разрешена не только в рамках расчета параметров *квазиаттракторов*. Оказывается, что ранжирование диагностических признаков можно производить и при помощи *нейро-ЭВМ* (НЭВМ). В этом случае мы тоже можем выявить различия между выборками и отранжировать значимость диагностических признаков x_i , но в рамках другого подхода, на базе НЭВМ.

Резюме

При изучении *систем третьего типа* – СТТ (сложных биомедицинских систем) методы стохастики и детерминирован-

ного хаоса не являются эффективными, задача *системного синтеза* неразрешима в рамках традиционных подходов.

Очень часто такие СТТ демонстрируют неопределённость первого типа: выборки параметров организма человека статистически не различаются, что и показали исследования до и после *кинезотерапии*.

Используя сравнение параметров *квазиаттракторов* в виде относительного изменения их объёмов – V и изменения межаттракторных расстояний – Z , мы можем решить задачу *системного синтеза*, т.е. найти *параметры порядка* (наиболее важные диагностические признаки), и устранить неопределённость.

В целом, новые методы расчёта параметров КА позволяют разрешить проблему неопределённости первого типа и решить задачу *системного синтеза*, что и было продемонстрировано на примере использования методов КЗТ при лечении последствий *острого нарушения мозгового кровообращения* в настоящей работе. Очевидно, что такой подход необходим именно при изучении СТТ – *complexity*, к ним мы относим систему регуляции кровообращения, характеристики которой существенно различаются в норме и при патологии.

2. Нейроэмуляторы и методы многомерных фазовых пространств в оценке эффективности физиотерапии при гипертонической болезни

До настоящего времени факт статистически недостоверного различия между выборками (наборами параметров организма x_i) до начала лечения и после лечения приводил к заключению о неэффективности лечения. Однако, в рамках ТХС оценку существенных различий можно проводить минуя методы статистики, на основе анализа параметров *квазиаттракторов* или с использованием *нейроэмуляторов*. В настоящем разделе представлены примеры появления неопределённости 1-го рода в восстановительной медицине и представлены новые технологии по разрешению таких неопределённостей. Рассмотрена процедура нахождения различий между выборками и нахождения *параметров порядка* (важнейших диагностических признаков) на основе методов *нейрокомпьютинга*. Показана эффективность такого под-

хода в оценке эффективности лечения последствий ОНМК при проведении *кинезотерапии*. Доказана неэффективность стохастики и возможности *нейрокомпьютинга* в решении задачи *системного синтеза*.

Как уже отмечалось выше, при проведении лечебных мероприятий возникают две фундаментальные задачи: оценка эффективности (или неэффективности) проводимых лечебных мероприятий и оценка значимости диагностических признаков, которые обеспечивают такую оценку на основе анализа различий в выборках параметров *вектора состояния организма человека* (ВСОЧ), например: до лечения и после лечения. Последнее особенно важно, т.к. идентификация значимости диагностических признаков составляет основу клинической диагностики, которой занимается каждый врач. Иными словами, анализ выборок диагностических признаков обеспечивает идентификацию заболевания и эффективность лечебных мероприятий (т.е. переход от патологии к норме).

Обычно для этого используются различные инструментальные и биохимические методы, которые дают хорошую палитру (набор) этих диагностических признаков x_i , а они образуют некоторый ВСОЧ в m -мерном ФПС) в виде $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, компоненты которого x_i могут иметь разную диагностическую ценность. Некоторые из них могут быть главными (*параметрами порядка*), другие – второстепенными. Обычно в медицине значимость этих диагностических признаков x_i выбирается путем длительного наблюдения и сравнения, например, в рамках стохастики, когда мы сравниваем две выборки для компонент x_i всего ВСОЧ (получаемые на больных). Если x_i значимые, то до лечения и после лечения эти признаки могут отличаться весьма существенно и тогда можно с позиций стохастики (при сравнении средних значений $\langle x_i \rangle$ или дисперсий D_x^* выборок для ВСОЧ) говорить об эффектах лечения.

При сравнении выборок x_i до лечения и после лечения мы можем сделать вывод об эффективности самого лечения, но, главное, – о возникновении патологии, её начале. Если из статистики известно, что конкретный параметр ВСОЧ – x_i должен изменяться существенно, то мы можем по величине этого изменения судить о начале патологии или об эффективности лечебных

мероприятий. При сильном изменении средних значений $\langle x_i^1 \rangle$ до начала лечения и $\langle x_i^2 \rangle$ после лечения мы говорим о высокой эффективности лечения. При низкой дифференцировке (различиях) мы говорим о слабом эффекте лечебных мероприятий. Для нормальных законов распределений выборки могут различаться по средним $\langle x_i \rangle$ или по дисперсиям D_x , или одновременно и по $\langle x_i \rangle$ и D_x [5-8, 35-46].

Однако, возникают (и довольно часто) ситуации, когда статистика говорит о полном отсутствии различий между D_x и средними (по группе больных) значениями x_i . Обычно, в этом случае, медики констатируют очевидный факт – медицина для этой группы (или для одного пациента) не дала ощутимого результата. В действительности ситуация может быть гораздо сложнее – различия все-таки имеются, но в рамках стохастики они просто не регистрируются. Возникает неопределенность 1-го рода. Выход из этого положения мы предлагаем в рамках новых методов *теории хаоса-самоорганизации*, на основе анализа параметров ВСОЧ с использованием нейрокомпьютерных технологий [48-76] при изучении эффективности *кинезотерапии* у больных с ОНМК.

В рамках *нейрокомпьютинга* мы изучали группу из 30-ти больных с *острым нарушением мозгового кровообращения*, для которых использовались (длительно, около 1 месяца) методы КЗТ и одновременно регистрировались 15-ть параметров ССС. Эти измерения проводились четыре раза: перед сеансом *физиотерапии* и сразу после сеанса. Такая процедура использовалась в первые дни терапии и в конце курса лечения. Таким образом, мы получали четыре серии из наборов выборок по 15-ти кластеров в каждой серии (из четырёх). При этом в каждом кластере было получено не менее 300 для каждого из 15-ти x_i значений параметров ССС для каждого из 30-ти обследованных больных. Всего измерений было проведено: $30 \times 4 \times 15 \times 300 = 540\,000$. Эти точки в *фазовом пространстве состояний* образовывали 1800 *квазиаттракторов*, которые затем были сгруппированы в 60, подвергнутых сравнению с позиций стохастики и методов ТХС в ФПС.

Отметим, что общее число сравниваемых выборок, которые демонстрируют отсутствие возможности установить различия

до и после воздействия, у нас исчисляется сотнями. Это означает, что стохастические методы не могут выявить различия в состояниях параметров организма человека, находящегося в разных физиологических состояниях, именно по такому большому числу выборок. Возникает неопределённость 1-го рода (стохастика не показывает различий между выборками).

В нашем случае это было четыре состояния одной и той же группы из 30-ти человек в условиях перед применением КЗТ и после её применения. Стохастика демонстрирует отсутствие нормального закона распределения для пяти наиболее важных параметров сердечно-сосудистой системы пациентов (*SIM* – параметр состояния симпатической вегетативной нервной системы, *PAR* – аналогично для парасимпатотонии, *SpO₂* – уровень оксигенации крови, *SDNN* – стандарт отклонения для кардиоинтервалов, *INB* – индекс по Р.М. Баевскому). Перед КЗТ (*кинезотерапия* до начала всего курса терапии) и после КЗТ (*кинезотерапия* после одного сеанса) все выборки показывают непараметрическое распределение (*NN*). Далее, эти же выборки сравнивались в рамках стохастики, т.е. мы пытались выявить: как разовый сеанс кинезотерапии влияет на организм человека. Использовался критерий Вилкоксона (достоверность различий принимали при уровне значимости $p < 0,05$).

Неопределенность 1-го рода в медицине не является экзотической. Это довольно часто возникающая ситуация, когда стохастика не может подтвердить достоверных различий между выборками. Такую ситуацию мы наблюдали в геронтологии [28] и экологии человека [42-58], при изучении влияния физических нагрузок на параметры ССС человека [65-72], в условиях изменения экологических факторов среды [81-102, 127-134].

В нашем случае мы это наблюдаем при воздействии *кинезотерапии* на организм больных с ОНМК. Исходно, из 15-ти основных параметров ССС, мы выбрали 5, которые (как в примерах с ТХС) в самом начале курса при разовой процедуре КЗТ не могут продемонстрировать статистическое различие между выборками (до начала сеанса и после: «до-после 1»). В этом начальном варианте *кинезотерапии* («до-после 1») только (табл. 12) показатель *SIM* x_1 еще как-то мог продемонстрировать достоверное различие; в конце курса лечения («до-после 2») стати-

стика уже не показывает статистические различия по всем 5-ти параметрам x_i – различий между выборками нет и возникает неопределённость 1-го рода. Обращаем внимание, что если в табл. 12 еще x_2 и x_3 были около $p=0,05$ (чуть больше), то уже в табл. 13 такого нет нигде (наименьшее значение $p=0,171$ у x_1).

Таблица 12

Статистическая проверка (при расчёте критерия Вилкоксона уровень значимости, достаточный для отклонения нулевой гипотезы, принимали $p<0,05$) различий между параметрами выборок x_i показателей variability сердечного ритма у пациентов до разовой процедуры кинезотерапии и после кинезотерапии (число обследуемых $N=30$) на начальном этапе всего курса лечения

		Параметры ВСР				
		1	2	3	4	5
		SIM	PAR	INB	SpO ₂	SDNN
медиана	До	14,70	3,57	172,74	97,97	20,42
	После	15,52	2,41	169,54	97,45	21,97
оценка $p<0.05$		0,045	0,057	0,060	0,480	0,845

Примечание: SIM, у.е. – индекс активности симпатического звена ВНС, PAR, у.е. – индекс активности парасимпатического звена ВНС, INB, у.е. – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому, SpO₂, % – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом, SDNN – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс. p – уровень значимости, используемый при оценке рассчитанного критерия Вилкоксона ($p<0,05$).

За месяц лечения организм адаптировался к воздействию и параметр Вилкоксона p уже был везде больше чем 0,05, что представлено в табл. 13. В табл. 12 (начало лечения) мы видим различия еще только по x_1 – SIM, т.е. из 5-ти компонент ВСОЧ, только у одного x_1 можно наблюдать статистически достоверные различия между выборками до начала сеанса и сразу после его окончания, но это не изменяет ситуацию с неопределенностью 1-го типа в целом! Это все определяется как возникнове-

ние неопределенности 1-го рода, т.к. стохастика не даёт различий и КЗТ как бы ни даёт никакого лечебного эффекта за один сеанс ни в начале лечения, ни в конце курса. В рамках ТХС ситуация иная, но еще более разительная – она в рамках *НЭВМ*, т.е. *нейрокомпьютинга*.

Таблица 13

Статистическая проверка (при расчёте критерия Вилкоксона уровень значимости, достаточный для отклонения нулевой гипотезы, принимали $p < 0,05$) различий между параметрами выборок x_i показателей ВСП у пациентов после 1-го месяца кинезотерапии до разовой процедуры кинезотерапии и после кинезотерапии (число обследуемых $N=30$)

		Параметры ВСП				
		1	2	3	4	5
		SIM	PAR	INB	SpO2	SDNN
медиана	До	7,39	8,63	73,22	98,16	31,99
	После	12,78	5,65	119,12	97,92	27,38
оценка $p < 0,05$		0,171	0,262	0,254	0,909	0,644

Примечание: SIM, у.е. – индекс активности симпатического звена ВНС, PAR, у.е. – индекс активности парасимпатического звена ВНС, INB, у.е. – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому, SpO2, % – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом, SDNN – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс. p – уровень значимости, используемый при оценке рассчитанного критерия Вилкоксона ($p < 0,05$).

В целом, следуя выводам из табл. 12 и табл. 13, можно сделать заключение, что с позиций *стохастики* разовая процедура *кинезотерапии* не оказывает существенного влияния на параметры ССС у больных с ОНМК. Тогда возникает вопрос о механизмах лечебного действия КЗТ у больных с ОНМК. В чем заключается действие КЗТ на параметры ССС и как проявляется лечебный эффект? С позиций *стохастики* ответить на этот вопрос затруднительно, т.к. выборки не различаются! В восстановительной медицине сейчас уже имеется более сотни подобных

примеров (пар выборок), когда якобы организм находится в стационарном состоянии [23-25, 56-71].

Для разрешения неопределенности 1-го типа мы использовали НЭВМ в режиме бинарной классификации. В этом случае использовалось пятимерное ($m=5$) ФПС, для которого выбирались наборы (выборки) признаков x_i до начала КЗТ и сразу после окончания процедуры КЗТ. В режиме задачи бинарной классификации эти состояния ССС разделились, т.е. *нейроэмулятор* показал различия между наборами выборок. Однако, при повторах решения этой задачи веса W_i диагностических признаков x_i получались каждый раз различные.

Иными словами, НЭВМ разделяет выборки, показывает, что состояния организма перед процедурой и после нее различаются, но значимость признаков x_i для каждой настройки НЭВМ меняется. Фактически, мы не можем определить *параметры порядка*, т.е. наиболее важные x_i , что для медицины очень важно. Ранжирование диагностических признаков x_i имеет большое значение, как в диагностике, так и в оценке эффективности лечебной процедуры, о чем было сказано выше (две фундаментальные задачи медицины: диагностика нормы и патологии и выбор наиболее значимых признаков x_i) [61-78, 136-144].

Сейчас мы подошли к решению задачи о неопределенности 1-го рода, способом нейрокомпьютинга. При этом мы не только говорим о разделении выборок, которые в *стохастике* не различаются, но мы говорим о необходимости ранжирования значимости диагностических признаков путём решения задачи на *нейро-ЭВМ*. Существенно, что мы не можем точно обозначить какие x_i наиболее значимые, а какие – нет, т.к. веса этих x_i в виде W_i будут хаотически изменяться. Колебание значений W_i для 50-ти итераций (повторов решения задачи бинарной классификации) при одинаковом представлении двух выборок x_i (до начала сеанса КТЗ и после такового) продемонстрированы на рис. 12. Здесь все признаки (начиная с x_1 – *SIM* и заканчивая x_5 – *SDNN*) демонстрируют при каждой итерации (величина W_{ij} , где $j=1,2,\dots,50$ – это номер итерации решения задачи бинарной классификации) свои значения весов признаков (высоты столбиков – W_{ij}).

Из рис. 12 следует, что все W_{ij} для каждого $i=1,2,\dots,5$ показывают хаотические величины из интервала (0,1). Более того, в табл. 14, которая представляет результаты усреднений x_i по 50-ти итерациям (из 5-ти серий) НЭВМ и вариационные размахи этих средних значений весов признаков $\langle W_i \rangle$, мы можем увидеть результаты усреднения по j , при $\max j=k=50$. Из табл. 14 следует, что на первом месте по значимости находится признак $x_2 - PAR$, его среднее значение по 50-ти итерациям ($k=50$) равно $\langle W_{3j} \rangle = 0,75$, далее $x_3 (INB)$ с $\langle W_{3j} \rangle = 0,72$ и на третьем месте $\langle W_{5j} \rangle = 0,66$, значимость признака $x_1 - SIM$ (в отличие от табл. 12, где $x_1 - SIM$ имел уровень значимости $p=0,045$ (критерий Вилкоксона), т.е. состояние SIM до сеанса кинезотерапии и после разовой процедуры существенно различаются) находится на 4-м месте (малозначимый признак), статистика очень отличается от данных весов x_i для НЭВМ

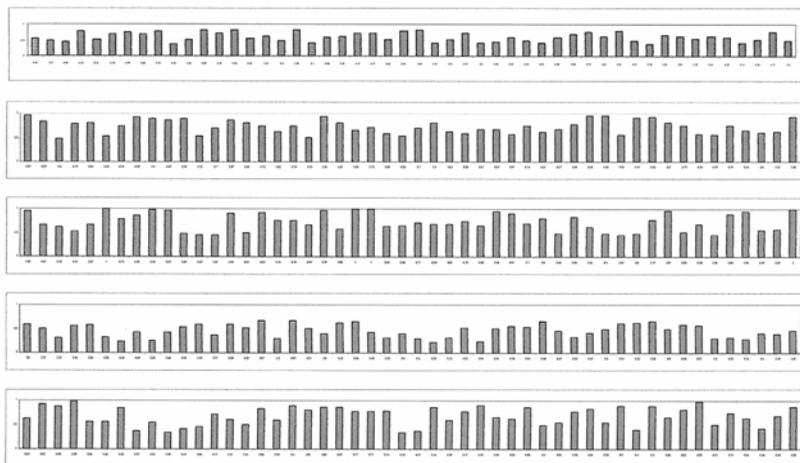


Рис. 12. Гистограммы расчёта весов признаков w_i ($i=1, 2, \dots, m$) для $m=5$ ($x_1 - SIM$, $x_2 - PAR$, $x_3 - INB$, $x_4 - SPO_2$, $x_5 - SDNN$) параметров вектора состояния сердечнососудистой системы пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения на раннем периоде целого месяца лечения до и после разового сеанса кинезотерапии.

Таким образом, результаты сравнений табл. 12 и табл. 14 (для НЭВМ) существенно различаются. В *стохастике* x_1 – SIM единственный значимый признак у некоторого $p < 0,05$ (различается до начала КЗТ и после). Наоборот, в режиме итераций НЭВМ на 1-м месте x_2 – PAR, потом x_3 и наконец x_5 – SDNN, который в *стохастике* вообще был совершенно незначим (по Вилкоксоу $p = 0,845$ – почти точное совпадение а в НЭВМ его $\langle W_{ij} \rangle = 0,66$). Когда мы имеем разные *параметры порядка* и НЭВМ различает выборки, то *стохастика* – их не различает.

Получилась полностью инвертированная картина в режиме НЭВМ: что было в *стохастике* значимым признаком (x_1) – стало незначительным, худший признак в статистике x_5 занял 3-е место по значению при сравнении выборок x_i в пятимерном ФПС до начала сеанса КЗТ и сразу после него в самом начале курса лечения и при использовании НЭВМ.

Таблица 14

Усредненные значения отдельных координат x_i весов признаков w_i вектора состояния системы для разных серий итераций ($k \geq 50$) при идентификации параметров порядка нейроэмулятором после $k \geq 50$ итераций (настроек ЭВМ) в режиме бинарной классификации, при анализе результатов кинезотерапии («до» сеанса и «после» сеанса) в начале всего курса кинезотерапии

Число итераций нейросети $k \leq 100 = 5 \times 50$ (всего $k = 250$)					
Расчеты итераций по выборкам ($N \geq 1000$)	Средние значения весов признаков $\langle w_i \rangle$ для координат вектора состояния системы x_i				
	SIM	PAR	INB	SPO ₂	SDNN
$k = 250j = (1, \dots, 250)$					
$k = 50j = (1, \dots, 50)$	0.61	0.73	0.73	0.463	0.69
$k = 50j = (50, \dots, 100)$	0.61	0.73	0.72	0.461	0.66
$k = 50j = (100, \dots, 150)$	0.58	0.76	0.73	0.437	0.66
$k = 50j = (150, \dots, 200)$	0.65	0.77	0.69	0.463	0.67
$k = 50j = (200, \dots, 250)$	0.58	0.76	0.74	0.422	0.63
Вариационный размах средних значений $\Delta \langle w_i \rangle$	0.07	0.04	0.04	0.04	0.05
Среднее $\langle w_i \rangle$	0.61	0.75	0.72	0.45	0.66

Если сравнивать стохастику и НЭВМ для x_i в конце всего курса *кинезотерапии* (1 месяц лечения), то стохастический расчет вообще не даст для всех x_i каких-либо отличий. Для всех x_i это представлено в табл. 13, где опять на 1-м месте стоит x_1 – *SIM* (его $p=0,171$, что больше критического значения критерия Вилкоксона при уровне значимости $p=0,05$, т.е. нет статистически значимых различий по x_i), но по другим x_i ситуация еще хуже! Самое плохое различие по x_4 и x_5 в рамках стохастики ($p_4=0,909$, $p_5=0,644$), т.е. эти признаки почти совпадают. Совершенно иной результат в НЭВМ (табл. 15)

Если в конце лечения сравнить расчеты в *стохастике* (табл. 13) и результаты расчета с помощью НЭВМ (табл. 15), то для НЭВМ на первом месте находится x_1 – *SIM* (в табл. 13 его $p=0,171$), что несколько совпадает со статистическими расчетами. Однако, *SIM* в табл. 13 все-таки не дает статистически значимого различия по критерию Вилкоксона, а в НЭВМ он находится на первом месте!

Таблица 15

Усредненные значения отдельных координат весов признаков w_i вектора состояния системы для разных серий итераций ($k \geq 50$) при идентификации параметров порядка нейроэмулятором после $k \geq 50$ итераций (настроек ЭВМ) в режиме бинарной классификации при анализе результатов кинезотерапии («до» сеанса и «после») в конце всего курса кинезотерапии

Число итераций нейросети $k \leq 100 = 5 \times 50$ (всего $k = 250$)					
Расчеты итераций по выборкам ($N \geq 1000$)	Средние значения весов признаков $\langle w_i \rangle$ для координат вектора состояния системы x_i				
$k=250j=(1, \dots, 250)$	SIM	PAR	INB	SPO ₂	SDNN
$k=50j=(1, \dots, 50)$	0.69	0.38	0.69	0.335	0.54
$k=50j=(50, \dots, 100)$	0.72	0.34	0.69	0.331	0.52
$k=50j=(100, \dots, 150)$	0.69	0.37	0.66	0.33	0.56
$k=50j=(150, \dots, 200)$	0.68	0.35	0.68	0.341	0.52
$k=50j=(200, \dots, 250)$	0.72	0.36	0.66	0.346	0.54
Вариационный размах средних значений $\Delta \langle w_i \rangle$	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Среднее $\langle w_i \rangle$	0.70	0.36	0.68	0.34	0.53

Более того, на 2-м месте находится x_3 – *INB* ($\langle W_{3j} \rangle = 0,68$ против $\langle W_{1j} \rangle = 0,7$). Иными словами в НЭВМ значимость *SIM* и *INB* почти совпадает, хотя в стохастических расчетах (табл. 13) – их критерии Вилкоксона различаются более существенно ($p_1 = 0,171$, а $p_3 = 0,254$). Однако x_2 и x_4 в *стохастике* различаются почти в 4-е раза ($p_2 = 0,254$, а $p_4 = 0,909$), и в НЭВМ они почти совпадают ($\langle W_{2j} \rangle = 0,36$, $\langle W_{4j} \rangle = 0,34$).

Таким образом, в конце лечения результаты стохастических расчетов и НЭВМ приблизились друг к другу, но полного совпадения все-таки нет. А на начальном этапе *стохастика* и хаос дают резко противоположную картину. Подчеркнем, что и в первом случае (начальный этап лечения КЗТ), и во втором случае (в конце месяца лечения методом КЗТ) мы имеем выраженную неопределенность 1-го рода, когда выборки x_i до воздействия (разового) КЗТ и после воздействия в рамках *стохастики* не различаются. Мы не можем ничего сказать о состоянии и роли в этих процессах парасимпатической (*PAR*) *нейровегетативной системы* и о роли симпатической НВС (*SIM*), о роли оксигенации крови у больных с ОНМК (*SpO₂*), о спектральных параметрах кардиоритма. Статистически различий между выборками нет, КЗТ якобы не оказывает на организм пациента существенных воздействий.

Используя же *нейроэмулятор* в режиме бинарной классификации и многократно повторяя настройку НЭВМ, мы можем судить о роли *SIM*, *PAR*, *SpO₂* и других показателей в эффектах реакции ССС у больных с ОНМК в ответ на разовую процедуру КЗТ в самом начале курса лечения и в конце курса. Более того, мы можем выявить значимость диагностических признаков x_i на раннем и позднем периоде лечения, что в *стохастике* вообще выполнить не представляется возможным. Это уже задача *системного синтеза* и она в *стохастике* не решается [45, 130-132, 146-153].

Действительно, из табл. 16 следует, что первым *параметром порядка* в динамике реакции ССС пациентов с ОНМК в начале курса терапии является *PAR* – x_2 ($\langle W_2 \rangle = 0,75$). На втором месте находится *индекс Баевского INB* – x_3 ($\langle W_3 \rangle = 0,732$). Параметр *SIM* находится по значимости на 4-м месте (малая значимость). Хотя в рамках *стохастики SIM* был наиболее существен-

ным признаком (табл. 12). Наоборот, в конце курса лечения (табл. 15) акценты изменяются. Теперь на первом месте по значимости выдвигается *SIM* ($\langle W_1 \rangle = 0,70$) вместе с индексом Баевского x_4 ($\langle W_3 \rangle = 0,68$), хотя в стохастике этот параметр существенно не различается до воздействия и после.

Таблица 16

Усредненные значения для отдельных координат x_i весов признаков w_i вектора состояния системы (для сравнения табл. 15) при идентификации параметров порядка нейроэмулятором после $k \geq 1000$ итераций (настроек ЭВМ) в режиме бинарной классификации (расширение таблицы 15 по числу итераций $k \geq 1000$) при анализе, результатов кинезотерапии («до» сеанса и «после» сеанса) в начале всего курса кинезотерапии

Число итераций нейросети $k \leq 5000 = 5 \times 1000$ (всего $k = 5000$)					
Расчеты итераций по выборкам ($N \geq 1000$)	Средние значения весов признаков $\langle w_i \rangle$ для координат вектора состояния системы x_i				
	SIM	PAR	INB	SPO ₂	SDNN
$k=1000j=(1, \dots, 1000)$	0.62	0.76	0.732	0.45	0.67
$k=1000j=(1000, \dots, 2000)$	0.62	0.75	0.73	0.45	0.68
$k=1000j=(2000, \dots, 3000)$	0.63	0.75	0.737	0.45	0.67
$k=1000j=(3000, \dots, 4000)$	0.62	0.75	0.727	0.45	0.69
$k=1000j=(4000, \dots, 5000)$	0.62	0.76	0.732	0.45	0.68
Вариационный размах средних значений $\Delta \langle w_i \rangle$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
$k=5000j=(1, \dots, 5\ 000)$ Среднее $\langle w_i \rangle$	0.62	0.75	0.73	0.45	0.68

Акценты сместились, и это все показывает характер влияния кинезотерапии на ССС в самом начале лечения и в конце. Фактически, это означает, что начальная высокая значимость парасимпатотонии заменяется большей значимостью симпатотонии в конце курса, что соответствует процессу выздоровления. Общеизвестно [3-9,19-24], что в нормогенезе симпатотония имеет решающее значение. У здорового человека всегда желательнее преобладание симпатотонии (*SIM*) над парасимпа-

тотонией (*PAR*). Более того, было доказано [28], что с возрастом (при нормальном, «здоровом» старении) у человека в норме всегда параметр *SIM* нарастает. Нарастание *PAR* – это верный признак прогноза непродолжительной жизни (ускоренного старения и приближение летального исхода) [28, 49-69].

Фактически, мы из табл. 14 и табл. 15 получили количественное подтверждение процесса выздоровления, перехода от преобладания значимости *PAR* к значимости *SIM*, переходу к нормотонии! Статистика (табл. 12 и табл. 13) вообще этого ничего не подтверждает, там все одинаково и как будто нет никакого лечения и выздоровления. Невозможно в стохастике оценивать качество лечебного процесса, и тем более подтвердить это количественно. Неопределенность 1-го типа в стохастике не может быть разрешена [36-47]. Сейчас мы ее решаем с помощью ЭВМ.

Следует отметить, что очень часто в восстановительной медицине конечные эффекты настолько минимизированы и слабо выражены, что сейчас мы уверенно можем говорить об острой необходимости в разработке новых методов диагностики (особенно при идентификации значимости диагностических признаков x_i) и оценке эффективности лечения. *Стохастика* в этих двух фундаментальных проблемах медицины, как мы сейчас показали, может быть совершенно не эффективна. Более того, она может давать ошибочные результаты, дезориентировать врача. В нашем случае при использовании *кинезотерапии стохастика* показывает отсутствие эффектов в лечении. Выборки до разового воздействия и после воздействия КЗТ практически не различаются. Однако, применение *нейроэмуляторов* позволяет не только установить различия между состоянием больных с ОНМК до и после лечения, но и выявить *параметры порядка*. А это – задача *системного синтеза*: как из множества признаков x_i выбрать главные.

Диагностика различий между состоянием ССС у больных с ОНМК до и после *кинезотерапии* а также диагностика значимости признаков x_i в условиях этих лечебных воздействий – это главная задача восстановительной медицины и медицинской науки и она может сейчас решаться в рамках нового подхода. При этом очень важно отметить еще один очень важный факт –

разовая идентификация различий между выборками на основе НЭВМ не является окончательным решением задачи системного синтеза (хотя сама диагностика различий в состояниях ССС подтверждается с помощью НЭВМ).

Таблица 17

Значения для отдельных координат весов признаков w_i вектора состояния системы (для сравнения табл. 16) при идентификации параметров порядка нейроэмулятором после $k \geq 1000$ итераций (настроек ЭВМ) в режиме бинарной классификации (расширение табл. 16 по числу итераций $k \geq 1000$), при анализе результатов кинезотерапии («до» сеанса и «после» сеанса) в конце всего курса кинезотерапии

Число итераций нейросети $k \leq 5000 = 5 \times 1000$ (всего $k = 5000$)					
Расчеты итераций по выборкам ($N \geq 1000$)	Средние значения весов признаков $\langle w_i \rangle$ для координат вектора состояния системы x_i				
	SIM	PAR	INB	SPO ₂	SDNN
$k=1000j=(1, \dots, 1000)$	0.69	0.35	0.69	0.33	0.53
$k=1000j=(1000, \dots, 2000)$	0.69	0.35	0.68	0.33	0.53
$k=1000j=(2000, \dots, 3000)$	0.69	0.35	0.68	0.33	0.53
$k=1000j=(3000, \dots, 4000)$	0.7	0.35	0.69	0.33	0.54
$k=1000j=(4000, \dots, 5000)$	0.7	0.35	0.69	0.33	0.53
Вариационный размах средних значений $\Delta \langle w_i \rangle$	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
$k=5000j=(1, \dots, 5\ 000)$ Среднее $\langle w_i \rangle$	0.69	0.35	0.69	0.33	0.53

Для получения истинной картины (реальной значимости диагностических признаков W_i) нам необходимо увеличивать число итераций k . В наших (рис. 12) примерах $maxj=50$ и это очень небольшое число. Оказывается, что для повышения точности в решении задачи *системного синтеза* число итераций k ($j=1, 2, \dots, k$) необходимо резко увеличивать до $k \geq 1000$.

В этом случае средние веса признаков $\langle W_i \rangle$ будут сходиться к своим предельным (истинным значениям) и тогда задача *сис-*

темного синтеза может быть решена с любой степенью точности. Увеличивая k , можно получить любую точность параметра порядка [17-24]. В табл. 16 и 17 мы представляем более точные значения весов признаков, которые отличны от таблиц, где число итераций было всего $k=50$.

Для иллюстрации представляем две таблицы (табл. 16 и табл. 17), в которых число итераций k мы доводим до 1000 и более. Конечные значения весов признаков $\langle W_i \rangle$ – несколько отличаются от исходных, когда $k=50$, т.к. в самом начале на 1-м месте был *PAR* ($W_2=0,75$), а в конце лечения – *SIM* (0,69) и *INB* (0,69).

В целом, для целей повышения точности в решении задачи *системного синтеза* нами были разработаны специальные программные продукты, которые обеспечивают любую точность в решении задачи *системного синтеза*, т.е. ранжировании значимости диагностических признаков x_i . Таким образом, *нейроэмулятор* обеспечивает решение важнейших задач восстановительной медицины, которые стохастика в наших случаях вообще не может решить. Одновременно, мы получили решение задачи неопределённости 1-го рода, когда стохастика не может разделить выборки.

Резюме

В восстановительной медицине при оценке эффективности методов кинезотерапии для больных с ОНМК возникают неопределенности 1-го типа, когда стохастика не может демонстрировать различия в выборках значений параметров диагностических признаков до проведения лечения (разово) и после сеанса *кинезотерапии*. Возникает иллюзия, что КЗТ не обеспечивает лечебного эффекта у больных ОНМК.

Использование *нейроэмуляторов* (НЭВМ) в ряде случаев позволяет разделить выборки (до процедуры и после *кинезотерапии* на ранней стадии лечения и в конце месяца КЗТ). Более того, оказалось, что диагностическая значимость признаков x_i с позиций стохастики и с позиций НЭВМ существенно различается. Более того, НЭВМ показала большую значимость с позиций признака *PAR* в самом начале КЗТ (когда болезнь была в разга-

ре), в конце месячного курса лечения на первое место вышел параметр *SIM*, что соответствует нормогенезу. Эта смена приоритетов количественно показывает механизмы влияния КЗТ на организм больных с ОНМК в ходе длительного лечения. Фактически, это показывает переход от патогенеза к нормогенезу у всей группы больных за месяц лечения.

Существенно, что *стохастика* вообще не может определять *параметры порядка* (значимых диагностических признаков). В восстановительной медицине такие результаты вообще отрицают какую-либо эффективность лечебного курса. Для точной диагностики значимости признаков x_i нам необходимо многократно повторять процедуру бинарной классификации (разделения выборок, которые в стохастике не разделяются). В результате тысячи итераций этой процедуры мы получаем точные значения весов признаков x_i в пределах двух знаков после запятой, что для медицины вполне приемлемо.

3. Расчёт кинематических характеристик движения квазиаттракторов в оценке лечебных эффектов кинезотерапии

Выполненные исследования позволяют сделать ряд важных заключений, главные из которых сводятся к следующему: для оценки эффективности лечебных воздействий в восстановительной медицине предлагается рассчитывать параметры движения центра *квазиаттракторов* и величины изменения их объемов V_x . Зная длительность лечебного воздействия T можно определить среднюю скорость v движения *квазиаттрактора* по координатам фазового пространства x_i и по величине относительного изменения объёма $v=(V_2/V_1)/T$ за период воздействия T . Представлены примеры таких кинематических изменений в краткосрочном варианте (разово, за период одной процедуры $T=40$ мин.) и при длительных воздействиях (курс лечения $\Delta t=30$ дней). Эти две величины имеют диагностическую ценность при описании особенностей протекания заболевания и характера лечебного воздействия на организм пациента. На их основе можно производить оценку эффективности лечения путем анализа параметров скорости изменения *квазиаттракторов* в

ФПС, что имеет важное практическое значение и для индивидуальной медицины.

Еще раз отметим, что при проведении различных лечебных мероприятий и измерении параметров x_i организма пациентов в восстановительной медицине всегда возникает задача оценки эффективности проведения терапевтических воздействий [62-78]. Их значения показывают существенные изменения состояния организма, которые происходят на раннем и позднем этапах лечения методами восстановительной медицины, что раскрывает интимные процессы заболевания и выздоровления. Эта оценка может быть выполнена в краткосрочном варианте, когда мы разово (в одном сеансе, за одну процедуру) будем наблюдать изменения параметров ВСОЧ в виде x_i , где x_i – компонент всего ВСОЧ в виде $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$. Такая же ситуация имеется и при лекарственной терапии, когда под действием препарата за короткое время Δt мы будем иметь изменения Δx_i для каждого i -го ($i=1, 2, \dots, m$) компонента ВСОЧ. В этом случае мы будем говорить о краткосрочных эффектах лечебных воздействий за интервал Δt (время разового сеанса), которые могут перейти и в долгосрочные эффекты (выздоровление) [81-100].

Однако, в большинстве случаев терапию проводят длительно, за время T (исчисляется сутками, месяцами, и даже годами) и тогда мы можем поставить вопрос о скорости возникновения и развития лечебного эффекта на интервале T . Такой подход очень часто используется в восстановительной медицине и он позволяет оценить эффективность разрабатываемого нового метода лечения, действий врача или, наоборот, дать негативную оценку терапии. Иногда терапия не заканчивается полным выздоровлением, и параметры x_i не возвращаются в исходное состояние (в нормогенез). Это тем более требует индивидуального подхода и оценки собственной скорости выздоровления для каждого конкретного больного [8-19, 101-118].

В целом, мы можем сейчас говорить об индивидуальном лечении и о процессе лечения целой группы больных. Последнее позволяет оценить эффективность терапевтических воздействий в условиях применения новых методов и при сравнении их со старыми методами лечения. Все это требует разработки новых подходов и методов расчёта параметров ВСОЧ. В настоящей работе

мы предлагаем это выполнять в рамках новой ТХС, которая работает с параметрами *квазиаттракторов*, внутри которых хаотически и непрерывно движется ВСОЧ. Эффективность метода представляется в рамках проведения *кинезотерапии*, когда оцениваются кинематические характеристики КА в *фазовых пространствах состояний* всего ВСОЧ. Группы обследования наблюдаются (30 больных с ОНМК) в четырех состояниях: 1Д – 1П (разовое воздействие КЗТ в начале курса), 2Д – 2П (разовое обследование в конце курса до сеанса – Д и после сеанса КЗТ – П).

Отметим, что расчёт скорости движений КА в ФПС производился как индивидуально, так и для целой группы больных. При индивидуальной оценке результаты были весьма существенны, но одновременно они показывали и большой разброс параметров как в разовом эффекте *кинезотерапии* (при одном сеансе), так и при длительном курсе лечения. Рассмотрим этот тезис подробнее в рамках нового кинематического метода [12-15, 19-24].

На первом этапе мы имеем аналогичные данные по группе больных с ОНМК до и после КЗТ – в самом начале курса и в конце.. Это означает, что мы, как и в предыдущих исследованиях, обследовали 30 пациентов, перенёсших ОНМК, и имеющих стойкие нарушения со стороны центральной нервной системы (гемипарез, пирамидальная недостаточность). Пациенты прошли курс восстановительной медицины – *кинезотерапии* в индивидуальном и групповом режимах в течение длительного периода (около 1 месяца), которые был разделён на ранний и поздний период. Регистрация основных параметров состояния ВНС обследуемых пациентов производилась в пятнадцатимерном *фазовом пространстве состояний вектора* $x(t)$ в виде $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где $m=15$. Эти измерения проводились четыре раза: перед сеансом физиотерапии и сразу после сеанса.

Координаты x_1 как и раньше, состояли из: x_1 – *SIM* – показатель активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, у.е.; x_2 – *PAR* – показатель активности парасимпатического отдела, у.е.; x_3 – *HR* – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс; x_4 – *INB* – индекс напряжения (по Р.М. Баевскому); x_5 – *SSS* – число ударов сердца в минуту; x_6 – *SpO2* – уровень оксигенации крови (уровень оксигемоглоби-

на); $x_7 - TINN$ – триангулярная интерполяция гистограммы NN -интервалов, мс; $x_8 - pNN50$ – число NN -интервалов, отличающихся от соседних более чем на 50 мс; $x_9 - VLF$ – спектральная мощность очень низких частот, мс²; $x_{10} - LF$ – спектральная мощность низких частот, мс; $x_{11} - HF$ – спектральная мощность высоких частот, мс²; $x_{12} - Total$ – общая спектральная мощность, мс²; $x_{13} - LFnorm$ – низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; $x_{14} - HFnorm$ – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; $x_{15} - LF/HF$ – отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной. Из этих 15-ти параметров были выбраны наиболее значимые пять в виде: *СИМ, ПАР, SpO₂, SDNN, индекс по Р.М. Баевскому, ЧСС*.

Отметим, что наиболее выраженные и разнонаправленные изменения мы получали на краткосрочных интервалах Δt , когда на пациента разово (в виде одной процедуры, $\Delta t=30$ мин.) применяли кинезотерапию и наблюдали движение КА в ФПС за этот интервал $\Delta t = 30$ минут. При этом мы выполняли оценку скорости движения и по относительному изменению объема $v^V=(V_2/V_1)/\Delta t$ в относительных величинах и по скорости v^Z движения центра $KA - Z$. Последнее выполнялось в рамках расчёта радиусов r_i для вариационных размахов Δx_i , где $r_i=\Delta x_i/2$. При этом мы определяли момент, когда центр второго квазиаттрактора x_i^{c2} выходил за пределы 1-го радиуса r_i^1 или он оставался в пределах 1-го КА [23, 25, 38].

Движение КА рассчитывалось по всем координатам x_i для двух случаев: разовая процедура *кинезотерапии* в первый день начала всего курса восстановительной медицины (будем обозначать это символом «начальный этап лечения» (НЭЛ), и в последние дни всего курса – «конечный этап лечения» (КЭЛ). Для этих двух случаев (НЭЛ и КЭЛ) мы определяли параметры квазиаттракторов в период начала процедуры («до») и после («после»). За интервал времени $\Delta t=30$ мин мы наблюдали как изменение объемов V (от V_1^H до V_2^H для НЭЛ и от V_1^K до V_2^K для КЭЛ), так и изменение координат центров x_{iH}^{c1} , x_{iH}^{c2} (для НЭЛ) и x_{iK}^{c1} , x_{iK}^{c2} (для КЭЛ). Отдельно рассчитывались скорости изменения для параметров объемов V_v и для смещения центров КА в виде v_c . Обе эти кинематические характеристики (и по объемам V_x и по скорости смещения координат центра Z) являются

важными характеристиками эффектов разовой терапии и всего курса восстановительной медицины.

Объем КА мы находим как произведение вариационных размахов Δx_i по каждой координате x_i , т.е. $\Delta x_i = x_{i \max} - x_{i \min}$ (разность крайне правой координаты $x_{i \max}$ и крайне левой координаты $x_{i \min}$ на оси x_i). Одновременно координаты центра *квазиаттракторов* x_i^c можно найти из уравнения $x_i^c = x_{i \min} + ((\Delta x_i)/2) = (x_{i \max} + x_{i \min})/2$. Иными словами объем V_G будем определять из $V_G = \prod_{i=1}^m \Delta x_i$, а координаты центра *квазиаттрактора* x_i^c находятся из уравнения $x_i^c = (x_{i \max} + x_{i \min})/2$.

Для дальнейших рассуждений представим определение КА в рамках традиционных математических понятий.

Для кинематики движения КА в ФПС были введены основные критерии ненулевой скорости движения центра КА и критерии существенного или несущественного изменения *объема квазиаттрактора* V_G . На основании понятия *квазиаттрактора*, можно ввести критерий существенных или несущественных различий в параметрах изменения положения центра КА и объемов многомерных КА. Точку отсчета для существенных изменений объемов мы будем определять как двукратное изменение объема КА биосистемы. Для этого мы сравниваем исходный объем КА до воздействия (до начала изменений) – V_G^1 и объем КА после воздействия (после изменения) – V_G^2 . Иными словами, если $1/2 \leq V_G^1 / V_G^2 \leq 2$, то изменение V_G будет несущественным (например, в пределах вариационных размахов). Если же $V_G^1 / V_G^2 \geq 2$ или $V_G^1 / V_G^2 \leq 0,5$, то будем говорить о существенном изменении биосистемы по параметрам объема КА. Таким образом, объем V_G^2 может уменьшиться в 2 раза (и более) или увеличиться в 2 раза (и более) по отношению к исходному V_G^1 и мы будем говорить о значимых изменениях в состоянии биосистемы по параметрам изменения объемов *квазиаттракторов*. Такие существенные изменения мы наблюдаем в экологии человека [23, 56], в геронтологии [23], в медицине целом [38-56].

Движение центра *квазиаттрактора* рассчитывается по координатно и сейчас такие расчеты производит ЭВМ по специальной программе в режиме непрерывного мониторинга любой СТТ по всем координатам x_i в условиях непрерывного монито-

ринга $x(t)$ для сложной биосистемы. При этом значение всех x_{ij} , где i – номер координаты, а j – номер точки (состояние конкретного пациента, например) на отрезке Δx_i , могут быть координатами, и тогда отношение реального расстояния между центрами КА¹ и КА² (R_i^*) и минимального (здесь единица измерения R_i) т.е. относительная величина $z = R_i^*/R_i$, где $R_i = r_i^1 + r_i^2$, будет определять реальное (кратное R_i) смещение центра КА за время измерения Δt . При нормировании всех $r_i = \Delta x_i/2$ мы можем получить $z > 1$, но может быть и $z < 1$, что соответствует малому, т.е. в пределах исходного (первого) *квазиаттрактора*, смещению КА в ФПС и малой скорости движения (по всем x_i и z эта скорость будет менее 1). Таким образом, мы использовали две единицы измерения: скорость v^V по относительному изменению объема КА и скорость движения центра КА v^Z в ФПС.

После определения методов расчета v^V и v^Z рассмотрим кратко основные результаты расчетов в конкретных исследованиях при изучении КЗТ у больных с ОНМК. Сразу отметим различную направленность в характере влияния разовой процедуры кинезотерапии на величину параметров V_x и Z *квазиаттракторов*. На начальном этапе лечения разовая процедура приводила к резкому увеличению объема V_x и относительная скорость v_l изменения объема КА составила $v_l^V = 5,3$ у.е./0,5 час = 10,6 у.е./час. Это показало большое значение скорости относительного изменения объема *квазиаттрактора* ВСОЧ в сторону увеличения (т.к. начальный объем КА до сеанса КЗТ был $V_1^H = 240,23 \times 10^6$ у.е., а после сеанса – $V_2^H = 1256,38 \times 10^6$ у.е.). Однако, в конце всего лечения (1 месяц *кинезотерапии* – КЭЛ) скорость в условиях разовой процедуры КЗТ изменила знак (т.к. $V_2^K < V_1^K$) и по модулю также изменилась, т.е. объем КА на КЭЛ уменьшается за сеанс.

Действительно при изучении характера изменения V_x при разовой процедуре в конце курса лечения скорость изменения объема КА становится отрицательной. В этом случае объем *квазиаттрактора* при разовой процедуре резко уменьшается, т.е. КЗТ в этом случае оказывает не в возмущающее воздействие (как в начале курса терапии) а нормализующее и стабилизирующее воздействие на ССС. Отметим, что такая динамика *квазиаттракторов* согласуется с общей концепцией протекания

глобального процесса «заболевание-выздоровление» [80-93, 11-125].

Общеизвестно, что в хирургии, например, на начальной стадии (при кровотечениях), мы всегда имеем выраженные параметры *парасимпатотонии*. Это имеется и при инфекционных заболеваниях (гриппе, ОРЗ), когда исходно выражена *парасимпатотония*, которая характеризуется всегда большими объемами *квазиаттракторов* V_x . Однако, по мере выздоровления мы приходим к нормализации параметров и переходу к *симпатотонии* или *нормотонии*. Такая динамика изменения параметров ССС всегда сопровождается переходом от больших объемов *квазиаттракторов* к их уменьшению (*симпатотония* или *нормотония* характеризуется уменьшением объемов V_x для КА) [115-118, 136-140].

Нечто подобное мы наблюдаем в возрастных изменениях параметров для ССС, если человек стареет нормально, без патологий. Например, при переходе от 27 лет к 102 годам (организм пациентов без патологий) *квазиаттракторы* по возрастной группе уменьшаются от 220 тысяч у.е. до 57 тысяч у.е. (для женщин-ханты), что представлено в [23]. Если человек стареет ненормально, с развитием возрастных патологий, то *квазиаттракторы* ССС не только уменьшаются в объеме V , но и могут увеличиваться. В этих случаях скорость относительного изменения объема V_x будет положительной и это явный прогноз на укорочение жизни. Подобное мы наблюдаем в начале курса лечения, когда разовая процедура увеличивала объемы КА у всех больных. Однако, в конце курса картина была другой, она продемонстрировала общую картину выздоровления пациента при КЗТ, т.е. разовая динамика совпадала с длительной динамикой.

В нашем случае *кинезотерапия* оказывает благоприятное, кондиционирующее действие и в конце курса лечения при процедуре (разовой) мы наблюдаем уменьшение объема V_x с $883,64 \times 10^{-6}$ у.е. до $318,31 \times 10^{-6}$ у.е., т.е. в 2,8 раза. Таким образом, в конце «до-после» лечебной *кинезотерапии* скорость v изменения объемов *квазиаттракторов* становится отрицательной и равна $v_2^V = -2,8/0,5 \text{ часа} = -5,6 \text{ у.е./час}$, в отличие от исходной положительной скорости $v_1^V = 10,6 \text{ у.е./час}$ изменения объема V_x в

начале терапии ($v_1=10,6$ у.е./час положительна, а v_2 – отрицательна!).

Обе эти кинематические характеристики показывают как КЗТ (разовая) влияет на процессы регуляции ССС в организме больного с ОНМК на протяжении всего месячного курса лечения методами восстановительной медицины. В самом начале лечения *кинезотерапия* (разовая) демонстрирует положительный прирост объема КА V_x а в конце месяца лечения скорость отрицательна и почти в 2 раза меньше по модулю. Перестройка в системе регуляции ССС по параметрам объемов V_x весьма существенна и разнонаправленная. Она показывает интимные механизмы изменения в ССС, а в рамках ТХС дает и количественную оценку в изменениях кинематических характеристик ССС при КЗТ [25, 50-54].

С другой стороны общая динамика (как эволюция за 1 месяц лечения) изменения параметров *квазиаттракторов* в режиме «до-до», т.е. состояние ССС больного ОНМК перед началом курса КЗТ (но до начала самого сеанса) и в конце курса (тоже до начала сеанса), нам демонстрирует общее увеличение V_x . Действительно, сравнение значений V_x в самом начале лечения и в конце всего курса *кинезотерапии* («до-до») показывает небольшое положительное значение скорости

$$v_{\text{дд}}^V = (883,64 \times 10^6 / 240,23 \times 10^6) / 30 \text{ дней} = 0,12 \text{ у.е./сутки.}$$

Это будет динамика относительные изменения параметров КА до начала процедуры *кинезотерапии*, в аспекте сравнения эффекта действия всего курса КЗТ (1 месяц). Подчеркнем, что пациенты находились в спокойном состоянии (сравнивались параметры ССС в режиме «до-до»).

Аналогично можно рассчитать месячную динамику относительного изменения V_x после разовой процедуры *кинезотерапии* (в нашем случае такие пары мы обозначаем аббревиатурой «после-после»). В этом случае объем меняется от $V_1^{\text{II}} = 1256,37 \times 10^6$ у.е. до $V_2^{\text{II}} = 318,31 \times 10^6$ у.е., т.е. он уменьшается почти в 4-е раза от исходного, что дает отрицательную относительную скорость для большого периода времени T (всего периода лечения) в виде величины $v_{\text{пп}}^V = (-4 \text{ у.е./30 дней} = -0,13 \text{ у.е./сутки})$.

Расчёт краткосрочных относительных скоростей изменения объёмов *квазиаттракторов*, т.е. за период Δt одного сеанса (30 минут), но в самом начале курса лечения, и аналогично в конце лечения (но тоже за один сеанс) существенно отличается от скорости изменения межаттракторных расстояний за период всего лечения ($T=30$ дней). Цифровое изложение этому высказыванию мы представляем в табл. 18, где имеется матрица межаттракторных расстояний всех четырёх возможных межаттракторных расстояний, т.е. «до-после» за $\Delta t=30$ мин и за весь цикл лечения $T=30$ суток (это «до-до» и «после-после»).

В табл. 19 мы представляем результаты расчёта кинематических характеристик относительного изменения объёмов *квазиаттракторов* в краткосрочных режимах (Д-П на НЭЛ и Д-П на КЭЛ) и на долгосрочном этапе, т.е. спустя месяц лечения КЗТ (это режим Д-Д и режим П-П).

Таблица 18

Скорости изменения объёмов КА V_x в краткосрочном измерении ($\Delta t=30$ сек) и при длительном измерении ($T=30$ суток) как процесс эволюции ССС в ФПС

Краткосрочные эффекты, разовое воздействие	До-После (НЭЛ)	До-После (КЭЛ)
	10,6 у.е./час	-5,6 у.е./час
Эволюция СТТ в ФПС, длительное воздействие	До-До	После-После
	0,12 у.е./сутки	-0,13 у.е./сутки

Цифровое изложение по смещению КА мы представляем в табл. 19, где имеется матрица межаттракторных расстояний всех четырех возможных межаттракторных расстояний, т.е. «до-после» за $\Delta t=30$ мин. И за весь цикл лечения $T=30$ суток (это «до-до» и «после-после»).

Из табл. 19 ясно, что наибольшее смещение *квазиаттракторов* мы наблюдаем при сравнении пары «до» начала *кинезотерапии*, но в поздний период лечения (607,16 у.е.), и «после», но в конце лечения (это расстояние обозначим $Z(1Д-2П)$). Несколько меньшее значение имеет $Z(1Д-1П)$, которое даёт реаль-

ную скорость движения *квазиаттрактора* на начальном этапе лечения в виде движения КА под действием первого (разового) сеанса *кинезотерапии*. Такое расстояние $Z(1Д-1П)=594,80$ у.е. Эта величина дает краткосрочную скорость $VZ(1Д-1П)=594,80/30$ мин.=19,9 у.е./мин.

Таблица 19

Матрица расстояний Z_s между стохастическими (статистическими) центрами квазиаттракторов параметров ССС ($M=5$) у пациентов с ранним периодом до и после кинезотерапии и пациентов на позднем периоде до и после кинезотерапии (число обследований 60: 30 на раннем периоде и 30 на позднем периоде)

		ранний период		поздний период	
		До-НЭЛ	После-НЭЛ	До-КЭЛ	После-КЭЛ
ранний период	до	0	594,80	97,10	10,50
	после	594,80	0	167,90	451,10
поздний период	до	97,10	167,90	0	178,00
	после	10,50	451,10	178,00	0

В конце лечения такая же краткосрочная ($\Delta t=30$ мин.) скорость будет уже почти в 3 раза меньше, т.е. расстояние между центрами *квазиаттракторов* $Z(2Д-2П)=178,00$ у.е., и тогда скорость движения *квазиаттрактора* под действием *кинезотерапии* (разовая процедура), но в поздний период лечения, будет уже $V_z(2Д-2П)=178,00/30$ мин.=5,9 у.е./мин. По этим краткосрочным ($\Delta t=30$ мин.) скоростям движения *квазиаттрактора* мы можем судить об особенностях реакции ССС на разовую процедуру КЗТ в самом начале курса и в конце курса, т.е. через месяц. Первая скорость почти в 3 раза больше, чем скорость V_z в конце *кинезотерапии* и это количественно характеризует процесс лечения больных с ОНМК на интервале Δt .

Существенно, что за весь период лечения (месяц) расстояние между центрами *квазиаттракторов* изменилось значительно и оно подобно по тенденции краткосрочной динамике в режиме «до-после» на позднем этапе лечения. Действительно

сравнение движения КА в режиме «до-до» на интервале $T=30$ дней в этом случае даст $Z(1Д-2Д)=97,10$ у.е., а в режиме «после-после» за 1 месяц лечения $Z(1П-2П)=451,12$ у.е. Последнее различается не существенно от $Z(1Д-1П)$. Однако надо понимать, что за 1 месяц *квазиаттрактор* сдвинулся в ФПС на величину, которая подобна движению КА в начале лечения. Но под действием одного сеанса *кинезотерапии* (краткосрочная скорость) движения КА в виде $v^2(1П-2П)=451,12$ у.е./30 суток= 15 у.е./сутки соизмеримо с $v=19,9$ у.е./мин.

Динамика движения за 1 месяц лечения «до-после» остается незначительной, т.к. $Z(1Д-2П)=10,50$ у.е. Очевидно, это получается из-за особой реакции ССС в самом начале терапии под действием разовой процедуры (эти изменения огромны). В целом, изучая величины Z и их скорости на краткосрочных временных интервалах $\Delta t=30$ мин. (разовая процедура) и на длительных интервалах ($T=30$ суток) мы можем детально выявить характер реакции ССС больных ОНМК в ответ на КЗТ и судить об ее эффективности. При этом сравнивать эти кинематические характеристики легко не только для группы, но и для каждого человека в отдельности. Такое изучение приближает нас к индивидуальной медицине, позволяет выявлять особенности реакций организма каждого больного [38-46].

Очевидно, что реакция группы и реакция каждого больного может существенно отличаться. Именно такой метод оценки скорости изменения объёма Vx и межаттракторных расстояний Z в будущем может составить основу индивидуального мониторинга параметров организма больных в условиях восстановительной медицины [15-23].

Резюме

Для выяснения возможных механизмов воздействия *кинезотерапии* на параметры ССС пациентов с ОНМК целесообразно измерять параметры *квазиаттракторов* в ФПС как в аспекте изменения объёмов Vx для КА, так и движения центров КА в ФПС. При этом целесообразно наблюдать эффекты разового воздействия *кинезотерапии* (краткосрочные эффекты КЗТ) в

самом начале курса и в конце курса, а также эффекты влияния КЗТ за весь период терапии (1 месяц) в сравнительном аспекте.

Анализ кинематики относительного изменения объемов Vx КА в самом начале курса (скорость изменения $v_1^V=10,6$ у.е./час) и в конце курса лечения при разовом воздействии (скорость $v_2^V=-5,6$ у.е./час) – показывает их разнонаправленность (положительная скорость изменяется на отрицательную) и почти двукратное изменение по модулю (в конце лечения скорость отрицательна и в 2 раза меньше по модулю). Это доказывает, что в начале курса лечения мы имеем *парасимпатотонические* эффекты (объемы нарастают), а в конце лечения преобладают *симпатотонические* эффекты (выздоровление, приближение к нормотонии) от разовой процедуры *кинезотерапии*.

С другой стороны, расчет скоростей изменения объемов Vx за весь период лечения (при сравнении параметров ССС в спокойном состоянии, т.е. в режиме до кинезотерапии положительные значения (0,12 у.е./сутки) «до-до» и сразу после кинезотерапии, в режиме «после-после») показывает устойчивое уменьшение Vx , т.е. скорость изменения Vx за месяц лечения принимает отрицательное значение ($v_{III}^V=-0,13$ у.е./сутки). Это количественно характеризует процесс выздоровления как переход от *парасимпатотонии* к нормотонии. Аналогично мы имеем и для режима «после-после», т.е. после разовой процедуры *кинезотерапии* ($v_{III}^V=-0,13$ у.е./сутки). Идет нормализация параметров ССС в виде перехода от парасимпатотонии к нормотонии, что проявляется в отрицательных значениях кинематических характеристик *квазиаттракторов* и количественно характеризует процесс лечения и может использоваться для индивидуальной характеристики эффективности *кинезотерапии*.

Кинематические характеристики по движению центра *квазиаттрактора* демонстрируют сходные закономерности, которые показывают большие значения скорости v_z в самом начале курса лечения и их снижение в конце курса (от 19,9 у.е./мин до 5,9 у.е./мин), что количественно характеризует процесс лечения *кинезотерапией*.

4. Нейроэмуляторы и методы многомерных фазовых пространств в оценке эффективности физиотерапии при гипертонической болезни

В настоящем разделе формулируется задача разрешения неопределенности 1-го типа, когда параметры ССС пациентов в условиях *физиотерапии* при *гипертонической болезни* с позиций *стохастики* не различаются, а в рамках *нейрокомпьютинга* или расчета параметров *квазиаттракторов* – различия фиксируются. Одновременно при этом возможно решение задачи *системного синтеза*, т.е. идентификации наиболее важных диагностических признаков x_i из всего набора компонент вектора состояния сердечно-сосудистой системы $x(t)$ больных *гипертонической болезнью*. Дается оценка эффективности *физиотерапии* на двух этапах общего курса лечения: в исходном состоянии и по окончании курса. Показывается динамика движения *квазиаттракторов* больных ГБ в ФПС. В целом, решена задача устранения неопределенности 1-го типа в изучении эффективности проведения лечебных мероприятий.

Как уже указывалось ранее, оценка эффективности лечения того или иного заболевания традиционно осуществляется по результатам мониторинга соответствующих для данного заболевания параметров организма больного до лечения и после лечебных мероприятий [1, 2]. Однако, довольно часто при многопараметрическом мониторинге организма больного не все наблюдаемые параметры могут демонстрировать существенные (в рамках стохастических критериев) изменения параметров x_i всего ВСОЧ в виде $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где m – размерность ФПС. Если речь идет о системе регуляции работы сердца, то мы обычно наблюдаем 15 параметров x_i всего ВСОЧ $x(t)$, которые лишь небольшим числом k ($k < m$) могут демонстрировать статистические различия [2-5, 7, 8].

В таких случаях возникает неопределенность 1-го типа (когда *стохастика* показывает низкую эффективность лечения) и мы вынуждены или признать эту низкую эффективность лечения, или искать другие методы измерения более точной динамики реальных изменений x_i в ходе лечебных мероприятий. Такая ситуация нами определяется как 1-й тип неопределенности в

медицине и она требует реального разрешения противоречий между реальными усилиями врачей и кажущимся отсутствием лечебных эффектов. Для выхода из этого кризиса запатентовано несколько изобретений и алгоритмов (методов), которые эффективно разрешают такую неопределенность. Два из этого набора новых подходов реализуются в настоящей работе на примере параметров ССС [5-10].

В рамках этих подходов неопределенность 1-го типа может быть устранена с использованием нейрокомпьютерных технологий (с помощью НЭВМ) или на основе расчета параметров *квазиаттракторов*, внутри которых непрерывно и хаотически движется ВСОЧ $x(t)$. Существенно, что мы имеем дело с *m*-мерным *фазовым пространством состояний*, и тогда возникает задача выделения наиболее важных диагностических признаков x_i из всего набора m . Фактически, мы при этом переходим к системам с меньшей размерностью k ($k \ll m$), а это уже определяется как задача *системного синтеза* (минимизация размерности m *фазового пространства состояний*). Решение задачи *системного синтеза* (отыскание *параметров порядка* x_j ($j=1, 2, \dots, k$)) является весьма важной задачей для медицинской диагностики и для оценки эффективности проведения лечебных мероприятий. Ее решение, а также решение задачи, которая связана с неопределенностью 1-го типа, и определило актуальность проведенного исследования.

В целом, с целью доказательства эффективности использования метода расчета параметров *квазиаттракторов* в разрешении неопределенности 1-го типа и нахождении наиболее важных диагностических признаков x_i при использовании методов восстановительной медицины у пациентов с *гипертонической болезнью* нами предприняты усилия по внедрению *нейрокомпьютинга* и метода многомерных фазовых пространств..

Еще раз подчеркнем, что анализ результатов эффективности применения ФТ-воздействий производился на основе проведения курсов лечения в рамках стандартных методик отделения восстановительной медицины Сургутской железнодорожной больницы (ст. Сургут). Пациенты (40 человек) находились в условиях физиотерапевтических воздействий и подвергались двукратным измерениям параметров ССС в рамках стандартной

методики пульсоинтервалографии (с использованием прибора ЭЛОКС): в начале лечения и в конце лечения. Съем данных при физиотерапевтических воздействиях производился перед началом лечебных мероприятий и в конце курса лечения. Таким образом, для двух групп данных от 40-а больных было получено 80 групп выборок (по 15 измерений в каждой). Эти два кластера по 600-ам выборкам в каждом кластере содержали для каждого x_i (из набора $i-1, 2, \dots, 15$) 300 точек измерений в каждой из этих 600 выборок. Иными словами, мы в итоге работали с общим числом выборок в 1200 наборов из 300 точек в каждом (всего было выполнено 360000 измерений).

Все эти измерения были изучены и артефакты были исключены из расчетов (особенно это касается первых 20-30 точек измерений кардиоинтервалов). Расчет 15-ти параметров кроме частоты сердечных сокращений производился на основе стандартных формул определения основных параметров КРС, за исключением уровня насыщения крови оксигемоглобином – SpO_2 .

Обозначение параметров КРС в работе производилось уже отмеченным выше образом: x_1 – *SIM* – показатель активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, у.е.; x_2 – *PAR* – показатель активности парасимпатического отдела, у.е.; x_3 – *HR* – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс; x_4 – *INB* – индекс напряжения; x_5 – *SSS* – число ударов сердца в минуту; x_6 – *SpO2* – уровень оксигенации крови (уровень оксигемоглобина); x_7 – *TINN* – триангулярная интерполяция гистограммы *NN*-интервалов, мс; x_8 – *pNN50* – число *NN*-интервалов, отличающихся от соседних более чем на 50 мс; x_9 – *VLF* – спектральная мощность очень низких частот, мс²; x_{10} – *LF* – спектральная мощность низких частот, мс; x_{11} – *HF* – спектральная мощность высоких частот, мс²; x_{12} – *Total* – общая спектральная мощность, мс²; x_{13} – *LFnorm* – низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; x_{14} – *HFnorm* – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; x_{15} – *LF/HF* – отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной. Из этих 15-ти параметров были выбраны с новой индексацией (x_1 – *SIM*, x_2 – *PAR*, x_3 – *INB*, x_4 – *SpO2*, x_5 – *HR*).

В целом, полученные кардиоинтервалы обрабатывались по специальным программам ЭВМ, которые рассчитывали 15-ть

параметров работы сердца. Эти 15-ть параметров условно были разделены на две группы: группа показателей состояния *спектральных характеристик ритма* (СХР) ВНС и система признаков x_i , характеризующая интегративные параметры кардиоритма (5-ти выше указанных x_1-x_5).

Первый кластер образовывал шестимерное (или пятимерное) фазовое пространство, второй – семимерное ФПС. Для этих m -мерных пространств первоначально рассчитывались критерии отнесения полученных выборок к нормальному или ненормальному распределению. Поскольку более половины признаков x_i демонстрируют непараметрическое распределение, то далее вся статистика включала именно этот тип распределения.

При сравнении выборок всех 15-ти признаков для 2-х состояний в группе больных с ГБ любые парные сравнения (до и после воздействия) производились по критерию Вилкоксона, а в случае сравнения разных групп по критерию Ньюмена-Кейлса. Критическим значением являлось значение $p=0,05$.

Общий алгоритм всех расчетов включал следующие блоки: блок первого класса статистического расчета, проверка на нормальность, расчет моды, медианы и 15-го, 95-го перцентилей, проверка «совпадений», или различий выборок, до и после воздействия по стандартным критериям Вилкоксона и др. В случае возникновения неопределенности 1-го рода (статистика не дает различий между выборками) мы использовали *нейрокомпьютинг* в режиме бинарной классификации. При *нейрокомпьютинге* мы особым образом выделяли *параметры порядка*, т.е. наиболее важные диагностические признаки x_i из общего набора m . Аналогичную процедуру мы можем выполнить и методом многомерных фазовых пространств путем анализа изменений объемов *квазиаттракторов* при поочередном исключении признаков x_i -й. Последнее и представлено в настоящем разделе [3-8].

Далее, производился расчет параметров *квазиаттракторов* и строились матрицы межаттракторных расстояний Z_{ij} [6-10]. По этим матрицам определялась эффективность лечебных мероприятий, и выполнялось решение о необходимости использования методов расчета кинематических характеристик движения *квазиаттракторов* в ФПС [8-10].

Основа подобных расчетов составляет расчет координат центров *квазиаттракторов* для каждой группы обследуемых в выборках *m*-мерных ФПС, расчет радиусов r_i , для каждой координаты x_i каждого КА (до и после воздействий – r_i^1 и r_i^2) и расчет истинных значений расстояний между центрами каждой пары сравниваемых КА, т.е. O_i^1 и O_i^2 . Если 2-й *квазиаттрактор*, его центр, покидал объем V_G 1-го *квазиаттрактора*, т.е. $O_i^1 O_i^2 > r_i^1 = \Delta x_i^1 / 2$ (здесь $= \Delta x_i^1$ – вариационный размах по i -й координате 1-го КА вектора $x(t)$), то смещение считалось уже значимым по i -й координате.

Полный выход КА² за пределы КА¹ соответствовал неравенству $O_i^1 O_i^2 > r_i^1 + r_i^2 = (\Delta x_i^1 + \Delta x_i^2) / 2$. Иными словами центр 2-го *квазиаттрактора* удаляется на такое расстояние, что сумма половинок вариационных размахов по x_i становится меньше истинного расстояния между центрами исходного *квазиаттрактора* (КА¹) и центром второго *квазиаттрактора* (КА²), т.е. $O_i^1 O_i^2$. Расчет этих расстояний по каждой x_i производился из реальных значений координат центра каждого КА, т.е. $x_i^{c2} - x_i^{c1}$ по специальной программе ЭВМ [8-10].

Еще раз подчеркнем, что обследование группы из 40-а пациентов проводилось перед началом лечения больных с ГБ (до, в табл. 20) и в конце лечения (ГБ после, табл. 20). Итог статистической обработки по основным пяти координатам вектора состояния *вегетативной нервной системы* (в табл. 20 это СИМ, ПАР, ИНВ, SpO₂, HR) продемонстрировал отсутствие возможностей представления этих выборок в рамках нормального распределения (такие выборки в табл. 20 представлены индексом N). Из 5-ти параметров x_i только в двух случаях (ПАР и HR) можно говорить о нормальном распределении, поэтому в дальнейшем все расчеты производились для непараметрического распределения.

В табл. 20 и 21 представлены уточняющие и более подробные результаты проверки на нормальное распределение всех выборок до и после лечения ФВ. Далее, в табл. 23 представлены результаты попарного сравнения выборок по этим пяти параметрам x_i до и после лечения пациентов с ГБ в условиях применения комплекса ФВ для группы из 40-а человек. Из этой табл. 23 следует, что все параметры ВСП не удовлетворяет критерию Вилкоксона $p < 0,05$.

Таблица 20

**Результаты статистической обработки в пятимерном ФПС (m=5)
параметров ССС пациентов с гипертонической болезнью до
физиотерапевтического воздействия (ФВ) и после ФВ
(число обследуемых N=40)**

Пациенты	ГБ до					ГБ после				
	SIM	PAR	INB	SpO ₂	HR	SIM	PAR	INB	SpO ₂	HR
1.	2	15	24	98	75	3	10	38	97	60
2.	8	8	79	98	80	5	8	57	98	77
3.	8	9	100	98	81	6	7	68	97	69
4.	2	13	28	98	65	7	7	70	96	91
5.	17	1	266	97	95	1	22	10	99	48
6.	5	7	51	97	72	12	1	186	98	94
7.	6	8	58	98	66	5	11	55	98	80
8.	5	11	42	98	65	6	7	61	99	76
9.	4	8	50	97	66	4	7	46	98	68
10.	6	13	78	96	84	2	11	28	98	65
11.	4	12	12	96	90	12	4	124	96	77
12.	5	10	41	97	79	3	11	10	96	71
13.	26	2	131	96	101	1	21	18	98	72
14.	6	5	92	97	69	6	10	74	99	57
15.	17	6	186	97	77	7	11	74	97	57
16.	8	7	90	97	80	8	9	84	98	75
17.	6	9	74	97	90	6	10	76	97	66
18.	3	12	38	98	79	8	7	62	98	65
19.	23	0	383	96	93	2	13	29	98	67
20.	4	13	42	94	69	4	13	33	97	71
21.	6	3	51	97	62	1	17	16	97	71
22.	2	18	23	97	74	1	16	24	98	75
23.	5	7	59	97	79	1	16	18	97	84
24.	2	16	22	98	78	3	10	50	97	83
25.	9	4	120	97	75	1	18	22	98	82
26.	25	2	277	98	79	9	3	100	98	81
27.	1	15	22	98	73	3	10	45	98	80
28.	8	4	108	99	95	5	10	69	99	87
29.	1	18	10	98	52	2	13	16	98	51
30.	21	0	298	98	78	15	0	124	98	68
31.	9	4	90	95	63	13	4	142	97	64
32.	4	14	25	98	99	3	15	37	98	94
33.	14	4	127	97	76	16	2	186	97	94
34.	4	10	38	97	81	3	14	35	97	81
35.	7	6	69	99	67	6	8	74	97	94
36.	3	10	35	98	78	7	10	46	99	98
37.	2	13	29	98	73	5	11	58	98	81
38.	9	6	81	98	60	10	9	90	97	72
39.	4	22	29	99	90	1	15	24	98	85
40.	3	10	37	99	62	3	12	45	99	92
среднее	7.60	8.88	85.38	97.38	76.75	5.40	10.33	60.60	97.68	75.58
Стд. Откл.	6.62	5.27	84.70	1.05	11.30	3.99	4.98	43.14	0.83	12.36
доверит. -95	5.48	7.19	58.29	97.04	73.14	4.12	8.73	46.80	97.41	71.62
доверит. +95	9.72	10.56	112.46	97.71	80.36	6.68	11.92	74.40	97.94	79.53
медiana	5.50	8.50	54.50	97.50	77.50	5.00	10.00	52.50	98.00	75.50
процентль 5	1.50	0.50	17.00	95.50	61.00	1.00	1.50	13.00	96.00	54.00
процентль 95	24.00	18.00	287.50	99.00	97.00	14.00	19.50	164.00	99.00	94.00
p (по критерию Шapiro-Уилка)	0	0.68	0	0	0.48	0	0.61	0	0	0.62
проверка на тип распределения	NN	N	NN	NN	N	NN	N	NN	NN	N

Таблица 21

Результаты проверки на нормальное распределение параметров ВСР у пациентов с гипертонической болезнью до применения комплекса ФВ (число обследуемых N=40, критическое значение $p < 0.05$)

	N	макс.D	К.-С. p	Лиллиеф. p	W	p	
SIM	40	0.24	$p < ,05$	$p < ,01$	0.78	0.00	NN
PAR	40	0.07	$p > .20$	$p > ,20$	0.98	0.68	N
INB	40	0.22	$p < ,05$	$p < ,01$	0.74	0.00	NN
SpO ₂	40	0.22	$p < ,05$	$p < ,01$	0.87	0.00	NN
HR	40	0.13	$p > .20$	$p < ,10$	0.97	0.48	N

Примечание: SIM, у.е. – индекс активности симпатического звена ВНС, PAR, у.е. – индекс активности парасимпатического звена ВНС, HR уд/мин – частота сердечных сокращений, INB, у.е. – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому, SpO₂, % – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом, HR – частота сердечного сокращения. p – достоверность значимых различий, по критерию Вилкоксона ($p > 0,05$), N – нормальное распределение, NN – ненормальное распределение.

Таблица 22

Результаты проверки на нормальное распределение параметров ВСР у пациентов с гипертонической болезнью после применения комплекса ФВ (число обследуемых N=40, критическое значение $p < 0.05$)

	N	макс.D	К.-С. p	Лиллиеф. p	W	p	
СИМ	40	0.15	$p > .20$	$p < ,05$	0.89	0.00	NN
ПАР	40	0.12	$p > .20$	$p < ,20$	0.98	0.61	N
ИНБ	40	0.16	$p > .20$	$p < ,05$	0.87	0.00	NN
SpO ₂	40	0.25	$p < ,05$	$p < ,01$	0.87	0.00	NN
HR	40	0.07	$p > .20$	$p > .20$	0.98	0.62	N

**Статистическая проверка значимости $p < 0.05$ по Вилкоксоу
различий между параметрами выборок x_i показателей ВСР
у пациентов с гипертонической болезнью в условиях
применения комплекса ФВ ($n=40$)**

		Параметры ВСР				
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
		SIM	PAR	INB	SpO2	HR
медиана	До ФВ	5.50	8.50	54.50	97.50	77.50
	После ФВ	5.00	10.00	52.50	98.00	75.50
оценка $p < 0.05$		0.15	0.59	0.34	0.11	0.74

Примечание: SIM, у.е. – индекс активности симпатического звена ВНС, PAR, у.е. – индекс активности парасимпатического звена ВНС, HR уд/мин – частота сердечных сокращений, INB, у.е. – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому, SpO2, % – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом, HR – частота сердечного сокращения. p – достоверность значимых различий, по критерию Вилкоксона ($p > 0,05$)

Таким образом, мы имеем неопределенность 1-го типа для исследуемых выборок 5-ти наиболее значимых диагностических признаков x_i . Итог этих результатов – необходимость применение для разрешения неопределенности 1-го рода методов ТХС. В этом случае на первом шаге мы должны произвести расчет параметров *квазиаттракторов* (КА). Отметим, что главный результат – это резкое уменьшение объема КА после лечения. Так, например, до начала ФТ объем *квазиаттракторов* $V^1_x = 50,26 \times 10^6$ у.е., а после лечебного воздействия $V^2_x = 8,71 \times 10^6$ у.е., т.е. объем КА резко уменьшился. Произошла стабилизация сразу всех 5-ти параметров ВСОЧ. Уменьшение объема КА составило $W = 50,26 / 8,71 = 5,8$ у.е.

Однако, положение центров КА по каждой координате x_i существенно не изменилось. Мы не можем говорить о заметном движении центра КА в ФПС, т.к. мерой движения является $z \geq 2$.

Таким образом, мы можем говорить о скорости изменения объема $\langle V \rangle = \sum z_i / (\Delta t * m)$, где $m=5$.

Таблица 24

Расчет параметров порядка методом исключения пятимерном ФПС ($m=5$) параметров ССС у пациентов с гипертонической болезнью до ФВ и после ФВ

Vx0	330 480 000	Vy0	103 048 176	dif	227 431 824	R0	68,8186	%	Z0	2,1262
Vx1	6 480 000	Vy1	2 453 528	dif1	4 026 472	R1	62,1369	%	Z1	2,1257
Vx2	13 770 000	Vy2	4 684 008	dif2	9 085 992	R2	65,984	%	Z2	1,6809
Vx3	528 768.0000	Vy3	181 104	dif3	347 664	R3	65,7498	%	Z3	1,405
Vx4	55 080 000	Vy4	25 762 044	dif4	29 317 956	R4	53,228	%	Z4	2,1155
Vx5	4 590 000	Vy5	2 103 024	dif5	2 486 976	R5	54,1825	%	Z5	2,071

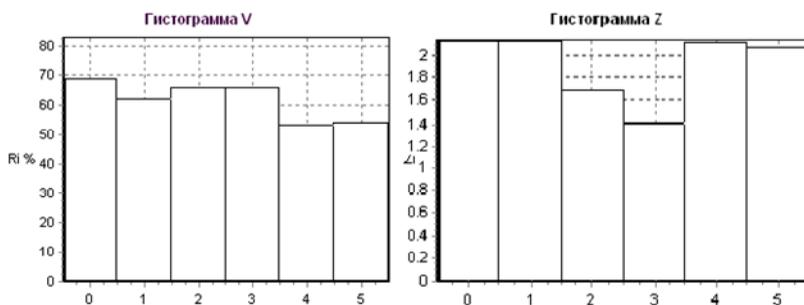


Рис. 13. Гистограммы изменений относительных величин объемов V и расстояния Z в фазовом пространстве состояний при последовательном исключении x_i ($i=1, 0,5$)

В табл. 24 представлены результаты расчетов относительных изменений $W=V_x^1 / V_x^2$ объемов V_x квазиаттракторов при последовательном исключении (поочередно) отдельных параметров x_i вектора состояние ССС у пациентов с ГБ, находящихся в условиях физиотерапевтического лечения (гистограмма V). Одновременно мы представляем и величины изменения межкат-

тракторных расстояний Z (до и после лечения) при последовательном исключении Z_i . Очевидно, что для этих двух гистограмм признак x_3 (под номером 3) на рис. 13 демонстрирует наиболее значимое изменение и по W , и по Z . По W мы вообще имеем изменение почти в 6 раз. На втором месте по значимости следует x_2 .

Таким образом, параметры x_3 и x_2 , можно обозначить как два параметра порядка по критериям изменения объема W и расстояний Z . В статистике мы не можем их выделить, что следует из табл. 23. В табл. 23 на первом месте стоит признак x_4 , для которого критерий $p=0,11$.

Одновременно был использован и метод нейрокомпьютинга для идентификации весов признаков и диагностики эффективности физиотерапии у больных ГБ. Мы уже отмечали, что при изучении выборок, получаемых при измерении динамических характеристик x_i , входящих в ВСС для СТТ, очень часто возникает ситуация, когда статистика показывает отсутствие различий между наборами x_i для разных j -тых измерений. В предыдущем случае для КЗТ мы показывали ситуацию, когда все получаемые подряд выборки x_{ij} будут существенно различаться (очень редко функция распределения $f_j(x_i)$ для j -х выборок совпадают). В этом случае мы говорим о неопределенности 2-го рода (все разное, и *стохастика* и детерминированный хаос вообще не работают для таких СТТ).

Сейчас мы рассмотрим другой крайний случай: все одинаково, *стохастика* не может показать различие между выборками. При этом с биосистемами что-то происходит, (на них действуют медицинскими препаратами, подвергают лечению в рамках восстановительной медицины, организм стареет), а *стохастика* не дает различий между возрастными. Люди подвергаются воздействию экологических факторов или подвергаются физическим нагрузкам а статистически различий между выборками не наблюдается. Возникает иллюзия, что организм человека, его функциональные системы не изменяются, биосистемы якобы находятся в стационарном состоянии [38-46, 138].

Такая крайняя (левая) неопределенность – это довольно рядовая ситуация в экологии, медицине, биофизике сложных систем. Она имитирует мнимую стабильность биосистем, хотя они

подвергаются существенным внутренним перестройкам и изменениям и, фактически, не находятся в стационарном состоянии. Имеется большой набор подобных примеров, из которых самые характерные из области восстановительной медицины и из области геронтологии [23]. При проведении физиотерапии или кинезотерапии в режиме разовой процедуры мы можем наблюдать отсутствие статистических различий между параметрами, например, ССС до воздействия и сразу после воздействия. Статистика показывает якобы стационарный режим СТТ. С позиций медицины это означает, что терапия не даёт существенных эффектов, функции распределения не изменяются. Тогда зачем мы проводим физиотерапию?

Как уже отмечалось выше, в рамках нового подхода (ТХС) мы можем рассматривать параметры сравниваемых выборок в двух аспектах. Во-первых, с позиций нейрокомпьютинга (использовать НЭВМ в режиме бинарной классификации), когда можно попробовать разделить выборки, которые в стохастике не разделяются. Во-вторых, можно определить параметры *квази-аттракторов* и определить не только различия в объемах и координатах центров КА, но и определить кинематические характеристики изменения параметров КА. В этом случае мы не просто констатируем отсутствие стационарных состояний СТТ, но мы еще и определяем эволюцию СТТ в *фазовом пространстве состояний*.

Иными словами, *стохастика* при этом говорит о неизменности параметров ВСС (выборки не различаются), а в рамках ТХС мы не просто идентифицируем различия в состоянии биосистемы, но регистрируем реальное движение параметров $x(t)$ в ФПС. Мы здесь можем наблюдать и сравнивать движения КА в ФПС. На фоне мнимой стационарности в *стохастике* мы регистрируем в ФПС реальное движение ВСС, т.е. изменение состояния функций организма в условиях восстановительной медицины или при реальном старении организма [23]. Относительный (в *стохастике*) покой функций организма превращается в реальное движение (изменение параметров СТТ) вектора состояния организма человека в ФПС. При этом *нейро-ЭВМ* реально дает нам такие различия и одновременно обеспечивает идентификацию наиболее важных диагностических признаков x_i

из всего m -мерного ФПС. Рассмотрим это на примере эффектов физиотерапии на фоне протекания ГБ, когда мы измеряли параметры пятнадцатимерного ФПС для ССС при начале курса лечения и в конце этого курса.

Отметим еще раз, что речь идет о применении НЭВМ при оценке эффективности *физиотерапии*, когда возникает неопределенность 1-го рода – статистика не показывает различий между выборками (в нашем случае это уже было показано в табл. 20 и табл.23). Действительно, из табл. 23 следует, что ни одна пара выборок из всех 5-ти диагностических признаков (x_1 – SIM, ..., x_3 – HR) не может показать критерий Вилкоксона менее 0,05 ($p < 0,05$). Минимальное значение $p=0,11$ мы имеем x_4 – SpO₂, но x_4 не является *параметров порядка*, как мы покажем ниже на НЭВМ.

Поскольку x_3 – HR показал самые высокие значения p ($p=0,74$), то при расчете на НЭВМ мы его заменили на SDNN и в следующих таблицах использовали уже SDNN – x_5 . Это представлено в табл. 25, 26 и рис. 14 (x_5 – SDNN).

Сразу отметим, что однократное решение задачи бинарной классификации не дает нам существенных результатов по идентификации параметров порядка. На рис. 14 мы видим гистограммы распределения весов 5-ти указанных диагностических признаков x_i (из всех 15-ти), которые демонстрируют хаотический набор значений весов W_{ij} , где i – номер координаты x_i , а j – номер итерации (решения задачи бинарной классификации). Из этого рисунка легко видеть, что все веса признаков разные, они изменяются от итераций к итерациям и мы вынуждены были многократно повторять настройку НЭВМ. При этом, начальные значения весов признаков W_{i0} мы брали хаотически из интервала (0,1), т.е. использовалось равномерное распределение.

Только один признак из этих 15-ти (x_3 – INB) в нашем случае устойчиво показывал значения $W_3=1$, что представлено в табл. 25 после 50-ти итераций НЭВМ. Отметим, что в *стохастике* (табл. 20) он находился на 3-м месте по значимости, т.е. был малозначимым (его $p=0,34$). На 2-м месте по значению после 50-ти итераций находится признак x_1 – SIM. В *стохастике* (табл. 20) он тоже был не столь существенно значим ($p=0,15$). В НЭВМ $\langle W_j \rangle = 0,74$ после 50-ти итераций.

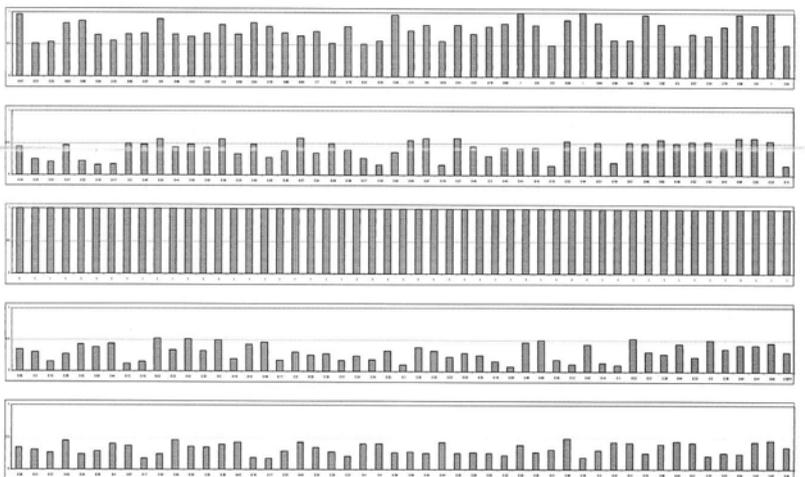


Рис. 14. Гистограммы расчета признаков w_i ($i=1, 2, \dots, m$) для $m=5$ (SIM, PAR, INB, SpO₂, SDNN) параметров вектора состояния сердечнососудистой системы пациентов с гипертонической болезнью до и после воздействия физиотерапией.

Остальные признаки уже не столь значимы, их средние веса после 50-ти итераций менее 0,5. Например, x_2 (PAR) имеет $\langle W_1 \rangle = 0,38$. Хотя в стохастике он был один из худших. Меньше всего набрал x_4 (SpO₂), который в стохастике был на первом месте ($p=0,11$) по значимости. Практически, НЭВМ изменило значимость диагностических признаков почти на противоположное – что было значимым (x_4) стало на последнем месте, а с большим критерием Вилкоксона в стохастике $p=0,34$ (INB) и $p=0,74$ (SIM) стали параметрами порядка.

Существенно, что увеличение числа итераций до 1000 повышает точность расчета весов признаков. Однако, в нашем случае, *параметры порядка* существенно не изменились: на первом месте x_3 (INB) – $\langle W_3 \rangle = 1$, на втором месте x_1 (SIM) – $\langle W_1 \rangle = 0,74$ и на 3-м месте первых предыдущих весов x_2 (PAR) – $\langle W_2 \rangle = 0,37$ (что значительно меньше двух первых признаков).

Последнее место, как в табл. 25, так и 26 занимает x_4 (SpO_2), который в *стохастике* был главным, а в НЭВМ его $\langle W_4 \rangle = 0,3$.

Таблица 25

Усредненные значения отдельных весов признаков при физиотерапии больных с ГБ w_i координат вектора состояния системы (ВСС) для разных серий итераций ($k \geq 50$) при идентификации параметров порядка нейроэмулятором после $k \geq 50$ итераций (настроек ЭВМ) в режиме бинарной классификации

Число итераций нейросети $k \leq 100 = 5 \times 50$ (всего $k = 250$)					
Расчеты итераций по выборкам ($N \geq 1000$)	Средние значения весов признаков $\langle w_i \rangle$ для координат вектора состояния системы x_i				
	SIM	PAR	INB	SPO ₂	SDNN
$k=250j=(1, \dots, 250)$					
$k=50j=(1, \dots, 50)$	0.73	0.41	1	0.31	0.32
$k=50j=(50, \dots, 100)$	0.75	0.36	1	0.32	0.33
$k=50j=(100, \dots, 150)$	0.76	0.37	1	0.28	0.31
$k=50j=(150, \dots, 200)$	0.73	0.38	1	0.3	0.33
$k=50j=(200, \dots, 250)$	0.73	0.37	1	0.32	0.33
Вариационный размах средних значений $\Delta \langle w_i \rangle$	0.04	0.04	0.00	0.04	0.03
Среднее $\langle w_i \rangle$	0.74	0.38	1.00	0.30	0.32

Таким образом, *стохастика* резко отличается от результатов в НЭВМ и она дает инвертированную картину значимости признаков x_i на фоне того, что она вообще не различает выборки по критерию Вилкоксона. Наименьшее значение $p=0,11$ (критичное $p=0,05$) было у x_4 , которое в НЭВМ вообще не является значимым признаком (худший результат закономерности).

Усредненные значения отдельных весов признаков при физиотерапии больных с ГБ w_i координат вектора состояния системы (ВСС) для разных серий итераций ($k \geq 1000$) при идентификации параметров порядка нейроэмулятором после резкого увеличения числа итераций $k \geq 1000$ итераций (настроек ЭВМ) в режиме бинарной классификации

Число итераций нейросети $k \leq 5000 = 5 \times 1000$ (всего $k = 5000$)					
Расчеты итераций по выборкам ($N \geq 1000$)	Средние значения весов признаков $\langle w_i \rangle$ для координат вектора состояния системы x_i				
	SIM	PAR	INB	SPO ₂	SDNN
$k=1000j=(1, \dots, 1000)$	0.74	0.369	1	0.301	0.32
$k=1000j=(1000, \dots, 2000)$	0.74	0.374	1	0.303	0.33
$k=1000j=(2000, \dots, 3000)$	0.74	0.369	1	0.302	0.33
$k=1000j=(3000, \dots, 4000)$	0.75	0.368	1	0.305	0.32
$k=1000j=(4000, \dots, 5000)$	0.75	0.372	1	0.297	0.32
Вариационный размах средних значений $\Delta \langle w_i \rangle$	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
$k=5000j=(1, \dots, 5\ 000)$ Среднее $\langle w_i \rangle$	0.74	0.37	1	0.3	0.33

Если подвести итог результатов *нейрокомпьютинга* в оценке эффективности ГБ у всех 40-а пациентов, то можно сказать, что *стохастика* вообще не показывает эффекты *физиотерапии* за весь курс лечения по параметрам ССС. Однако, *нейроэмулятор* не только разделяет выборки, но и показывает эффективность ФТ. Наблюдается инверсия значимости диагностических признаков, на первое место выходят INB – x_3 и SIM – x_i . Наоборот, x_4 был в стохастике наиболее значимым (хотя различия между выборками были статистически не достоверными), а в НЭВМ этот признак перестал иметь какие-либо значения. Все изменилось в аспекте и оценке эффективности ФТ и в оценке *параметров порядка*.

В целом, по результатам выполненной работы можно сделать вывод – неопределенность 1-го типа возникает, когда стохастические методы не позволяют сделать вывод о различиях между выборками. В этом случае целесообразно применять нейрорегуляторы для решения задачи бинарной классификации или методы расчета параметров *квазиаттракторов*. В нашем случае объем КА уменьшается в 5,8 раза, а статистика при этом вообще ничего не показывает. Метод исключения признаков x_i позволит провести ранжирование значимости диагностических признаков, в частности, при ГБ на фоне ФТ.

В восстановительной медицине при оценке эффективности методов *кинезотерапии* для больных с ОНМК – возникают неопределенности 1-го рода, когда стохастика не может демонстрировать различия в выборках значений параметров диагностических признаков до проведения лечения (разово) и после сеанса КЗТ. Возникает иллюзия, что кинезотерапия не дает никаких лечебных эффектов у больных с ОНМК. Однако, использование *нейрорегуляторов* в ряде случаев позволяет разделить выборки (до процедуры и после КЗТ на ранней стадии лечения и в конце месяца *кинезотерапии*). Более того, оказалось, что диагностическая значимость признаков x_i с позиций стохастики и с позиций метода *нейро-ЭВМ* существенно различается. Так, метод *нейро-ЭВМ* показал большую значимость с позиций признака PAR в самом начале *кинезотерапии* (когда болезнь была в разгаре), а в конце месячного курса лечение на первое место вышел параметр SIM, что соответствует нормогенезу. Эта смена приоритетов количественно показывает механизмы влияния КЗТ на организм больных с ОНМК в ходе длительного лечения. Фактически, это показывает переход от патогенеза к нормогенезу у всей группы больных за месяц лечения.

Для выяснения возможных механизмов воздействия КЗТ на параметры сердечно-сосудистой системы пациентов с ОНМК и у пациентов с диагнозом ГБ – целесообразно измерять параметры *квазиаттракторов* в ФПС как в аспекте изменения объемов V_x для КА, так и движения центров КА в ФПС. При этом целесообразно наблюдать эффекты разового воздействия КЗТ (краткосрочные эффекты кинезотерапии) в самом начале курса и в

конце курса, а также эффекты влияния *кинезотерапии* за весь период терапии (1 месяц) в сравнительном аспекте.

Впервые предложены методы расчёта скорости движения *квазиаттракторов* (V_Z) и скорости относительного изменения объёмов *квазиаттракторов* (v^V), которые количественно оценивают эффективность методов восстановительной медицины, раскрывают механизмы КЗТ в регуляторных эффектах сердечно-сосудистой системы. Анализ кинематики относительного изменения объёмов V_X *квазиаттракторов* в самом начале курса (скорость изменения $v^{1V}=10,6$ у.е./час) и в конце курса лечения (скорость $v^{2V}=-5,6$ у.е./час) показывает их разнонаправленность (положительная скорость изменяется на отрицательную) и почти двукратное изменение по модулю (в конце лечения скорость отрицательна и в 2 раза меньше). Это доказывает, что в начале курса лечения мы имеем *парасимпатотонические* эффекты (объёмы нарастают), а в конце лечения преобладают *симпатотонические* эффекты (выздоровление, приближение к нормотонии) от разовой процедуры *кинезотерапии*. Кинематические характеристики по движению центра *квазиаттрактора* демонстрируют сходные закономерности, которые показывают большие значения скорости V_Z в самом начале курса лечения и их снижение в конце курса (от 19,9 у.е./мин до 5,9 у.е./мин), что количественно характеризует процесс КЗТ.

Существенно, что *стохастика* вообще не отражает *параметров порядка* (значимость диагностических признаков), что важно для восстановительной медицины. Это приводит к отрицанию какой-либо эффективности лечебного курса. Для точной диагностики значимости признаков x_i необходимо многократно повторять процедуру бинарной классификации (разделения выборок, которые в стохастике не разделяются). В результате тысячи итераций этой процедуры мы получаем точные значения весов признаков x_i в пределах двух знаков после запятой, что для медицины вполне приемлемо.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей монографии основное внимание уделяется главной проблеме всей восстановительной медицины: оценке эффективности применяемых методов, а также выбор из большого набора диагностических признаков x_i важнейших – *параметров порядка*. Последнее в современной науке и биоинформатике, в частности, определяется как *системный синтез*. Если до настоящего времени в биокибернетике и биоинформатике основное внимание уделялось *системному анализу*, попыткам описать то или иное состояние организма человека, то теперь мы приходим к другим задачам – задачам *системного синтеза*, когда необходимо минимизировать размерность ФПС, уменьшить число динамических признаков.

В работе осуществлена попытка доказательства возможности применения новых методов в рамках ТХС при нахождении *параметров порядка*. При этом (и одновременно) мы решаем задачу, которая связана с неопределенностью 1-го рода. До настоящего времени в медицине этой задаче уделялось очень мало внимания. Если *стохастика* показывала отсутствие эффектов от лечения, то всегда делался вывод о низкой эффективности терапии. Мы сейчас показываем, что такой вывод может быть ошибочным. В рамках *стохастики* выборки могут и не различаться, но с использованием новых методов (повышающих чувствительность процедуры идентификации) неопределенности 1-го рода могут быть разрешены. Мы можем выявить различия между выборками (а значит и между состоянием организма до лечения и после лечения), отследить факт насколько успешной была терапия (у нас это была *кинезотерапия* и *физиотерапия*).

Использование *нейроэмуляторов* в режиме многократных итераций и расчет параметров *квазиаттракторов* может существенно изменить современную картину оценки эффективности разных методов восстановительной медицины. Нами это было продемонстрировано на примере КЗТ при ОНМК и при использовании физиотерапевтических воздействий в условиях *гипертонической болезни*. Нет сомнений в том, что круг изучаемых заболеваний должен расширяться, и ранее уже были некоторые попытки такого подхода при использовании гирудотерапии в

условиях наличия ряда женских патологий у больных ранее (серия работ Хадарцевой К.А., Чантурии С.М., Шипиловой Т.Н., 2002-2011).

Особенностью нашей работы является включение методов *нейрокомпьютинга* в решении задачи *системного синтеза* и впервые был использован метод расчета кинематических характеристик *квазиаттракторов* для оценки эффективности *кинезотерапии*. Можно ожидать, что оценка изменений объемов квазиаттракторов V_x и скорости движения их центров в ФПС найдет дальнейшее применение в восстановительной медицине. Будем надеяться, что новые методы широко будут использоваться в клинической практике. Это касается и как оценки эффектов лечебного воздействия, так и минимизации числа диагностических признаков. Последнее имеет весьма существенное экономическое значение для здравоохранения.

Задачи, которые решались в настоящей работе, составляют основу восстановительной медицины. Они связаны с оценкой эффективности восстановительной терапии, особенно при неопределенности 1-го рода, когда статистика демонстрирует отсутствие лечебных эффектов. В этом случае возникают фундаментальные задачи в выборе главных диагностических признаков (на что врачу следует обращать внимание при постановке диагноза или при оценке эффективности проводимых лечебных мероприятий). Обе эти задачи решались на примере *кинезотерапии* при ОНМК и *физиотерапии* у больных с *гипертонической болезнью*.

Данные, представленные в настоящей работе, показали выход из сложной ситуации, когда стохастика не совсем эффективна. Это открывает перспективы для использования других методов и подходов в восстановительной медицине. В настоящее время накапливается материал по гирудотерапии, магнитотерапии и ряду других технологий. Это приближает нас к моменту времени, когда мы от лечения патологии перейдем к профилактике, т.к. именно в профилактике зачастую эффекты восстановительной медицины очень слабые. Статистика вообще может не показывать различий, и только тонкие и чувствительные методы *нейрокомпьютинга* и *теории хаоса-самоорганизации* могут реально изменить ситуацию и с диагностикой ранней патологии, и с

идентификацией слабых лечебных или профилактических эффектов. Последнее весьма актуально именно в профилактике в условиях весьма слабых ответных реакций организма человека, когда его индивидуальные изменения не регистрируются в *стохастике*. При этом человек может не выходить за пределы среднестатистических параметров группы в нормогенезе, т.е. статистически с организмом человека ничего существенного не происходит. Повышение чувствительности диагностики в медицине – это весьма актуальная задача всего здравоохранения и один из методов её решения – настоящая работа, новые методы ТХС и *нейрокомпьютинга*, новые модели в виде *квазиаттракторов* для описания нормогенеза и патогенеза любого заболевания.

Основная использованная литература

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Марачев А.Г., Милованов А.П. Патология человека на Севере. - М.: Медицина, 1985. - 416 с.
2. Агаджанян Н.А., Батоцыренова Т.Е., Северин А.Е., Семенов Ю.Н., Сушкова Л.Т., Гомбоева Н.Г. Сравнительные особенности вариабельности сердечного ритма у студентов, проживающих в различных природно-климатических регионах // Физиология человека. - 2007. - Т. 33, № 6. - С. 66-70.
3. Агаджанян Н.А., Нотова С.В. Стресс, физиологические аспекты адаптации, пути коррекции. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. S. 18-57.
4. Адайкин В.И., Брагинский М.Я., Еськов В.М., Русак С.Н., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Новый метод идентификации хаотических и стохастических параметров экосреды. // Вестник новых медицинских технологий. - 2006. - Т. XIII, № 2. - С. 39-41
5. Алексеева Т.И. Адаптивные процессы в популяциях человека. - М.: Изд-во МГУ, 1986. - 216 с.
6. Алексеева Т.И. Адаптация человека в различных экологических нишах Земли. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. - 279 с.
7. Алексеев В.П. Историческая антропология : проблемы и перспективы // Вестник АМН СССР. - 1982. - №1. - С. 60-69.
8. Андронова Т.И., Деряпа Н.Р., Соломатин А.П. Гелиометеотропные реакции здорового и больного человека. - М.: Meditsina, 1962. - 72 с.
9. Анисимов В.Н. Мелатонин. Роль в организме, применение в клинике. - СПб., 2007. - 40 с.
10. Анохин П.К. Системные механизмы высшей нервной деятельности. - М.: Наука, 1979. - 455 с.
11. Анохин П.К. Кибернетика функциональных систем. - М.: Медицина. - 1998. - С. 256-265.
12. Антипов О.И., Захаров А.В., Неганов В.А., Пятин В.Ф. Исследование частотных диапазонов для пейсмейкеров иррадиационных явлений при световых воздействиях на сетчатку глаза человека путем анализа результатов применения фрактальных мер к ЭЭГ-сигналам // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. - 2014. - Т.17, № 3. - С. 90-95.
13. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине // Физиология человека. - 2002. - Т. 28, № 2. - С 70-82.
14. Баранов А.А. Задачи педиатрической науки по охране здоровья детей // Вестник РАМН. — 2003. — № 8. — С. 3-6.
15. Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г., Койдинова Г.А. Особенности сердечной деятельности и физическая работоспособность у спортсменов с изменениями процесса реполяризации желудочков сердца // Физиология человека. - 2009. - Т. 35, №1. - С. 90-100.

16. Беляева Л.М., Хрусталева Е.К. Функциональные заболевания сердечно-сосудистой системы у детей. - Минск : Алмафея, 2000. - 208 с.
17. Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. - М.: Медицина, 1966. - 349 с.
18. Бодров В.А. Психологический стресс: развитие учения и современное состояние проблемы. - М.: ИП РАН, 2005. - 175 с.
19. Бородулина Е.А., Козлова О.С., Середина Ю.П., Королёв В.В., Пятин В.Ф., Амосова Е.А. Особенности вегетативного баланса при туберкулинодиагностике по методу манту и с помощью прик-теста // Казанский медицинский журнал. - 2012. - Т. 93, № 3. - С. 468-473.
20. Бочаров М.И. Физиологические проблемы защиты человека от холода. Сыктывкар, 2004. 40 с. (Nauch. dokl: ser.preprintov, N 34-04)
21. Брагинский М.Я., Еськов В.М., Русак С.Н., Шипилова Т.Н. Влияние хаотической динамики метеофакторов на показатели кардиореспираторной системы человека в условиях Севера.// Вестник новых медицинских технологий. - 2006. - Т. XIII, № 1. - С. 168-170.
22. Буров И. В., Ефремов Д. С., Митющенко Н. А., Романова Ю. В., Филатов М. А. Синергетический подход в изучении сенсомоторных параметров человека в условиях широтных перемещений.// Вестник новых медицинских технологий.–2012.–Вып. 2.– С. 424-425.
23. Ватамова С.Н., Филатова О.Е., Хадарцев А.А., Кошечев В.П., Соколова А.А. Использование нейроэмуляторов в задачах системного синтеза диагностических признаков в геронтологии. //Вестник новых медицинских технологий. – 2014. – Т.21, №3. – С.13-17.
24. Ведясова О.А. Системный компартментно-кластерный анализ механизмов устойчивости дыхательной ритмики млекопитающих монография / О. А. Ведясова, В. М. Еськов, О. Е. Филатова ; Российская акад. наук, Науч. совет по проблемам биологической физики. Самара, 2005.
25. Ведясова О.А., Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Зуевская Т.В., Попов Ю.М. Соотношение между детерминистскими и хаотическими подходами в моделировании синергизма и устойчивости работы дыхательного центра млекопитающих.//Вестник новых медицинских технологий. - 2005. - Т. XII, № 2. - С. 23-24.
26. Вейн А.М. Вегетативные расстройства: Клиника, лечение, диагностика. – Москва: Медицина, 2000. – 752 с.
27. Гавриленко Т.В., Дегтярев Д.А., Еськов В.В., Химикова О.И., Гудков А.В. Особенности хаотической динамики кардиоритма у представителей народа ханты в аспекте прогноза долгожительства [Электронный ресурс] // Вестник новых медицинских технологий №1. – 2013. – URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4338.pdf>.

28. Гавриленко Т.В., Еськов В.М., Хадарцев А.А., Химикова О.И., Соколова А.А. Новые методы для геронтологии в прогнозах долгожительства коренного населения Югры // Успехи геронтология. - 2014. - Т. 27, № 1. - С. 30-36.
29. Гараева Г.Р., Козупица Г.С., Филатов М.А., Шумилов С.П. Теория хаоса-самоорганизации в описании функциональных систем организма человека. // Вестник новых медицинских технологий. - 2014. - Т. 21, № 2. - С. 15-19.
30. Геворкян Э.С., Минасян С.М., Адамян Ц.И. и др. Динамика интегральных характеристик variability сердечного ритма и психофизиологических показателей студентов в режиме однодневной и недельной учебной нагрузки // Физиология человека. - 2006. - Т. 32, № 4. - С. 57.
31. Грибанов, А. В. Динамика кровообращения у школьников в условиях Европейского Севера: автореф. дисс. докт. мед. наук [Текст] / А. В. Грибанов. - Архангельск, 1991. - 38 с.
32. Гришин О.В., Устюжанинова О.В. Особенности энергетического обмена у северян // Дыхание на Севере. Функция. Структура. Резерв. Патология. Новосибирск, 2006. - С. 98-104.
33. Гудков А.Б., Попова О.Н., Лукманова Н.Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Севера // Экология человека. - 2012. - № 1.
34. Гудков А.В., Попова О.Н. Внешнее дыхание человека на Европейском Севере: монография. Архангельск: издательство Северного государственного медицинского университета. - 2009. - 236 с.
35. Гудков А.Б., Попова О.Н., Лукманова Н.Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Севера. Обзор литературы // Экология человека. - 2012. - № 1. - С. 12-17.
36. Данилевский Г.М. Патология человека и профилактика заболеваний на Севере. - М.: Meditsina, 1986. - 412 с.
37. Диверт В.Э., Кривошеков С.Г. Кардиореспираторные реакции при нарастающей нормобарической ингаляционной гипоксии у здорового человека // Физиология человека. - 2013. - Т. 39, № 4. - С. 82-92.
38. Еськов В.В., Еськов В.М., Карпин В.А., Филатов М.А. Синергетика как третья парадигма, или понятие парадигмы в философии и науке. // Философия науки. - 2011. - № 4. - С. 88.
39. Еськов В.М., Филатова О.Е. Роль тормозных процессов в генерации дыхательной ритмики. // Нейрофизиология. - 1993. - Т. 1, № 6. - С. 421.
40. Еськов В.М., Филатова О.Е., Папшев В.А. Сканирование движущихся поверхностей биологических объектов. // Измерительная техника. - 1996. - № 5. - С. 66.
41. Еськов В.М., Папшев В.А., Филатова О.Е. Измерение биомеханических параметров тканей млекопитающих с помощью автомати-

зированной компьютерного комплекса.// Измерительная техника. - 2003. - № 3. - С. 56-60.

42. Еськов В.М., Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Папшев В.А., Попов Ю.М. Стационарные режимы функциональных систем организма и их идентификация в рамках компартментно-кластерного подхода.// Вестник новых медицинских технологий. - 2003. - Т.Х, № 4. - С. 63.

43. Еськов В.М., Филатова О.Е., Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Новые методы изучения интервалов устойчивости биологических динамических систем в рамках компартментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий.– 2004.– № 3.– С. 5–6.

44. Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Карташова Н.М., Попов Ю.М., Хадарцев А.А. Понятие нормы и патологии в фазовом пространстве состояний с позиции компартментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий.– 2005.– №1.– С. 12–14.

45. Еськов В.М., Зилов В.Г., Хадарцев А.А. Новые подходы в теоретической биологии и медицине на базе теории хаоса и синергетики.//Системный анализ и управление в биомедицинских системах. - 2006. - Т.5, № 3. - С. 617-622.

46. Еськов В.М., Брагинский М.Я., Русак С.Н., Устименко А.А., Добрынин Ю.В. Программа идентификации параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m-мерном фазовом пространстве. / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2006613212 от 13 сентября 2006 г. РОСПАТЕНТ. – Москва, 2006.

47. Еськов В.М., Филатова О.Е., Третьяков С.А. Разработка новых методов идентификации параметров порядка - основная задача современного системного синтеза и синергетики в целом.// Вестник новых медицинских технологий. - 2007. - Т.ХIV, № 1. - С. 193-196.

48. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Синергетика в клинической кибернетике.// Системный анализ и управление в биомедицинских системах. - 2007. - Т.2.

49. Еськов В.М., Козлова В.В., Глушук А.А., Попова Н.Б., Климов О.В. Сравнительный анализ физиологических показателей организма тренированных и нетренированных студентов Югры статистическими и синергетическими методами // Вестник новых медицинских технологий.– 2008.– Т.15, № 3.– С. 35–38.

50. Еськов В.М., Назин А.Г., Русак С.Н., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Системный анализ и синтез влияния динамики климато-экологических факторов на заболеваемость населения севера РФ.// Вестник новых медицинских технологий. - 2008. - Т. XV, № 1. - С. 26-29.

51. Еськов В.М. Состояние функций организма учащихся ханты-мансийского автономного округа - Югры / Монография / В.М. Еськов, О.В. Климов, О.Е. Филатова; Департамент образования и науки Ханты-Мансийского автономного окр. - Югры, Сургутский гос. ун-т Ханты-Мансийского автоном. округа - Югры. Ханты-Мансийск, 2008.

52. Еськов В.М., Берестин К.Н., Лазарев С.Н., Русак С.Н., Полухин В.В. Хаотическая и стохастическая оценка влияния динамики метеофакторов Югры на организм человек // Вестник медицинских технологий – 2009. – XVI, №1/1 – С. 121-123.

53. Еськов В.М., Еськов В.В., Ануфриев А.С. Кластерный анализ вектора состояний биосистем // свидетельство об официальной регистрации программы на ЭВМ № 2009614364 РОСПАТЕНТ.-М. -2009.

54. Еськов В.М., Логинов С.И., Мальков М.Н., Снигерев А.С. Влияние физических упражнений на параметры функциональных систем организма человека в условиях Севера РФ: синергетический подход // Теория и практика физической культуры.– 2009.– №12.– С. 32–35.

55. Еськов В. М., Еськов В. В., Добрынин Ю. В., Гришаева Ю. Е. Системный анализ параметров квазиаттракторов кардио-респираторной системы больных, постоянно проживающих в условиях Севера РФ, в стадии обострения хронических заболеваний в зависимости от пола и возраста // Вестник медицинских технологий. – 2010. – XVII, №1 – С. 19-21.

56. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е. Способ коррекции лечебного или лечебно-оздоровительного воздействия на пациента / патент на изобретение RUS 2433788 01.02.2010

57. Еськов В.М., Еськов В.В., Козлова В.В., Филатов М.А. Способ корректировки лечебного или физкультурно-спортивного воздействия на организм человека в фазовом пространстве состояний с помощью матриц расстояний / патент на изобретение RUS 2432895 09.03.2010

58. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатова О.Е. Особенности измерений и моделирования биосистем в фазовых пространствах состояний. // Измерительная техника. – 2010. – №12. – С.53-57.

59. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатова О.Е. Флуктуации и эволюции биосистем - их базовые свойства и характеристики при описании в рамках синергетической парадигмы.// Вестник новых медицинских технологий. - 2010. - Т.XVII, № 1. - С. 17-19.

60. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е. Особенности измерений и моделирования биосистем в фазовых пространствах состояний.//Измерительная техника. - 2010. - № 12. - С. 53-57.

61. Еськов В.М., Филатов М.А., Буров И.В., Филатова Д.Ю. Возрастная динамика изменений параметров квазиаттракторов психофизиологических функций учащихся школ с профильным и непрофильным обучением.// Системный анализ и управление в биомедицинских системах. - 2010. - Т.9, № 2. - С. 608.

62. Еськов В.М., Брагинский М.Я., Козлова В.В., Джалилов М.А., Баженова А.Е. Биомеханическая система для изучения микродвижений конечностей человека: хаотические и стохастические подходы в оценке физиологического тремора.// Вестник новых медицинских технологий. - 2011. - Т.18, № 4. - С. 44-48.

63. Еськов В.М., Козлова В.В., Голушков В.Н., Еськов В.В. Сравнение параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния организма тренированных и нетренированных студентов // Теория и практика физической культуры. – 2011. – №10. – С. 92-94.

64. Еськов В.М., Козлова В.В., Голушков В.Н. Сравнительный анализ и синтез физиологических параметров организма студентов Югры в фазовых пространствах состояний.// Теория и практика физической культуры. - 2011. - № 11. - С. 88-93.

65. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е., Хадарцев А.А. Особые свойства биосистем и их моделирование.//Вестник новых медицинских технологий. - 2011. - Т.18, № 3. - С. 331-332.

66. Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцев А.А., Хадарцева К.А. Фрактальная динамика поведения человекомерных систем.//Вестник новых медицинских технологий. - 2011. - Т.18, № 3. - С. 330-331.

67. Еськов В.М., Еськов В.В., Козлова В.В., Филатов М.А. Способ корректировки лечебного или физкультурно-спортивного воздействия на организм человека в фазовом пространстве состояний с помощью матриц расстояний. // Патент № 2432895(13) С1 /14 от 10.11.2011.

68. Еськов В.М., Буров И.В., Козлова В.В., Волкова И.Ю., Яруллина Л.Н. Оценка физиологических параметров человека в условиях влияния физических нагрузок методом расчета расстояний между центрами квазиаттракторов.// Вестник новых медицинских технологий. - 2012. - Т. XIX, № 1. - С. 13-15.

69. Еськов В.М., Буров И. В., Филатова О.Е., Хадарцев А.А. Основы биоинформационного анализа динамики микрохаотического поведения биосистем. // Вестник новых медицинских технологий. – № 1. – 2012. – С 15-18.

70. Еськов В.М., Балтикова А.А., Буров И.В., Гавриленко Т.В., Пашнин А.С. Можно ли моделировать и измерять хаос в медицине?// Вестник новых медицинских технологий. - 2012. - Т. XIX, № 2. - С. 412-414.

71. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Каменев Л.И. Новые биоинформационные подходы в развитии медицины с позиций третьей парадигмы (персонифицированная медицина - реализация законов третьей парадигмы в медицине).//Вестник новых медицинских технологий. - 2012. - Т. 19, № 3. - С. 25-28.

72. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Околосуточные ритмы показателей кардиореспираторной системы и биологического возраста человека// Терапевт. - 2012. - № 8. - С. 36-43.

73. Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В., Зимин М.И. Модели хаоса в физике и теории хаоса-самоорганизации // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2013 – № 2 – С. 42-56.

74. Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатова Д.Ю. Неопределенность и непрогнозируемость - базовые свой-

ства систем в биомедицине.//Сложность. Разум. Постнеклассика. - 2013. - № 1.- С. 68.

75. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Несмеянов А.А., Фудин Н.А., Кожемов А.А. Принципы тренировки спортсменов на основе теории хаоса и самоорганизации. // Теория и практика физической культуры. – 2013. – №9. – С. 87–94.

76. Еськов В.М., Ушаков В.Ф., Ефимова О.В., Конрат О.Н. Матрицы межаттракторных расстояний в оценке эффективности лечения больных с микст-патологией постоянно проживающих в условиях севера // Сложность. Разум. Постнеклассика.– 2013.– №2.– С.13–20.

77. Еськов В.М., Гавриленко Т.В., Дегтярев Д.А., Еськов В.В. Хаотическая динамика параметров кардио-респираторной системы человека при обширных термических воздействиях.// Системный анализ и управление в биомедицинских системах. - 2013. - Т. 12, № 1. - С. 21-25.

78. Еськов В.М., Карпин В.А., Еськов В.В., Шувалова О.И. Методы многомерных фазовых пространств в оценке эффективности комплексного лечения артериальной гипертензии.// Системный анализ и управление в биомедицинских системах. - 2013. - Т. 12, № 3. - С. 622-626.

79. Еськов В.М., Королев В.В., Хадарцев А.А., Фудин Н.А. Моделирование динамики движения вектора состояния организма человека в условиях импульсной гипергравитационной физической нагрузки.// Вестник новых медицинских технологий. - 2013. - Т. 20, № 4. - С. 16-24.

80. Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатова Д.Ю. Неопределенность и непрогнозируемость - базовые свойства систем в биомедицине.//Сложность. Разум. Постнеклассика. - 2013. - № 1. - С. 68.

81. Еськов В.М., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Зимин М.И. Неопределенность в квантовой механике и биофизике сложных систем // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. - 2014. - № 5. - С. 41-46.

82. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатов М.А. Моделирование когнитивной и эвристической деятельности мозга с помощью нейроэмуляторов.// Сложность. Разум. Постнеклассика.– 2014.– №1.– С.59–70.

83. Еськов В.М., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Вахмина Ю.В. Кинематика биосистем как эволюция: стационарные режимы и скорость движения сложных систем – complexity. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физ. Астрон. - 2015. - № 2.

84. Казначеев В.П. Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт. - Л.: Медицина, 1980. - 200 с.

85. Казначеев В.П., Казначеев С.В. Адаптация и конституция человека. - Новосибирск, 1986. - 119 с.

86. Казначеев В.П., Деряпа Н.Р., Хаснулин В.И., Трофимов А.В. О феномене гелиофизического импринтирования и его значении в формировании типов адаптивных реакций человека // Бюллетень СО АМН СССР. - 1985. - №5. - С. 3-7.

87. Кальниш В.В., Швец А.В. Влияние непрерывной суточной работы на надежность деятельности операторов. // Физиология человека – 2012 – Т.38, №3 – С. – 81-91.

88. Карпин В.А., Гудков А.Б., Катюхин В.Н. Мониторинг заболеваемости коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа // Экология человека. - 2003. - № 3. - С. 3–8.

89. Карпин В.А., Филатова О.Е. Биоинформационный анализ влияния гелиогеомагнитной активности на состояние защитных сил организма человека в экологических условиях высоких широт. // Фундаментальные исследования – 2012 - №9. – С. 563-567.

90. Карпин В.А., Еськов В.М., Филатов М.А., Филатова О.Е. Философские основания теории патологии: проблема причинности в медицине.//Философия науки. - 2012. - Т. 52, № 1. - С. 118-128.

91. Карпин В. А., Филатова О. Е., Солтыс Т. В., Соколова А. А., Башкатова Ю. В., Гудков А. Б. Сравнительный анализ и синтез показателей сердечно-сосудистой системы у представителей арктического и высокогорного адаптивных типов // Экология человека. - 2013. -№7. - С. 3–9.

92. Карпов Р.С., Дудко В.А., Кляшев С.М. Сердце-лёгкие: патогенез, клиника, функциональная диагностика и лечение сочетанных форм ишемической болезни сердца и хронических обструктивных болезней лёгких.– Томск: STT, 2004.– 606 с.

93. Ковалев И.В. Проблемы развития Севера и здоровья населения Севера. М.: Trovant, 2000. - С.6-13.

94. Козырева Т.В., Ткаченко Е и др. Связь однонуклеотидного полиморфизма 11562975 гена термочувствительного ионного канала TRPM 8 с чувствительностью человека к холоду // Физиология человека . - 2011. - Т.37, №2. - С.71-76.

95. Колчинская А.З. Интегральная гипоксическая тренировка в спорте высших достижений // Спортивная медицина. – Киев. - 2008. - №1. - С.9.

96. Коваленко Л.В., Козупица Г.С., Еськов В.В., Степанова Д.И. Оценка эффективности проведения физиотерапевтических мероприятий методами многомерных фазовых пространств // Вестник новых медицинских технологий.– 2012.– Т. 19, №2.– С. 423–424.

97. Козупица Г.С., Логинов С.И., Еськов В.М. Оценка типов телосложения женщин, занимающихся шейпингом // Теория и практика физической культуры.– 2010.– №7.– С. 38–41.

98. Королев В.В., Еськов В.М., Пятин В.Ф., Шалдыбина Ю.Э., Мухаметова А.Г. Синергетический анализ и синтез динамики параметров квазиаттрактора вектора состояния организма пожилых женщин в

условиях воздействия кратковременной импульсной гипергравитационной физической нагрузки // Синергетика природных, технических и социально-экономических систем. - 2010. - № VIII. - С. 117-123.

99. Красильникова В.А., Хаснулин В.И. Влияние особенностей климата на метаболизм коренных жителей Тывы // Экология человека. - 2013. - № 6. - С. 11-17.

100. Кричагин В.И. Нормирование УФ-лучей, применяемых в профилактических целях. УФ-излучения. - М., - 1958. - С. 208-213.

101. Куликов Ю.Ю., Ким Л.В. Кислородный режим адаптации человека на Крайнем Севере. – Новосибирск - 1978. - 159 с.

102. Лавров О.В., Пятин В.Ф., Широлапов И.В. Стресс-индуцированные гормональные реакции у студентов // Вестник новых медицинских технологий. - 2012. - № 4. - С. 110-112.

103. Литовченко О.Г., Нифонтова О.Л. Некоторые показатели сердечно сосудистой системы уроженцев среднего Приобья 7-20 лет // Вестник Оренбургского государственного университета.– 2010.– №1(107).– С. 115–119.

104. Логинов С.И., Ефимова Ю.С., Апокин В.В. Постуральный тремор и стрельба из винтовки с позиций теории хаоса и самоорганизации сложных систем: обзор литературы // Теория и практика физической культуры.– 2013.– №1.– С. 85–93.

105. Максимов А.Л., Лоскутова А.Н. Особенности структуры вариабельности кардиоритма уроженцев Магаданской области в зависимости от типа вегетативной регуляции // Экология человека. – 2013.

106. Медведев В.И. Адаптация человека. - СПб. : Институт мозга человека РАН. - 2003. - 584 с.

107. Мезенцева Л.В. Параметры атриовентрикулярного поведения и устойчивость различных режимов кардиодинамики // Биофизика. - 2014. - Т.59, вып. 1. - С.156-161.

108. Мизун Ю.Г. Влияние гелиофизических факторов на организм человека в условиях Крайнего Севера // Human Ecology. - 1995. - №1. - С. 42-49.

109. Милованов А.П. Адаптация малого круга кровообращения человека в условиях Севера. Novosibirsk, - 1981. - 170 с.

110. Мишина Е.А., Андреевских М.А., Пылыпип С.Н. Состояние суточной периодики параметров сердечно – сосудистой системы у мужчин Сургута в разное время года. // Информатика и системы управления. – 2010. – № 2 (24). – С.137-140.

111. Неверова Н.П., Пасченко Н.П. Опыт и стратегии исследований по проблемам Европейского Севера России в AGMI-AGMA-SGMU // Экология человека. - 2011. - N 6. - S. 5-11.

112. Никитина Ю.В., Дрожжин Е.В., Сидоркина О.Н.. Динамика изменений в фибринолитической системе гемостаза у больных с синдромом критической ишемии нижних конечностей // Современные

проблемы науки и образования. - 2012. - №6; URL: [www. science-education.ru/](http://www.science-education.ru/) 06-7447.

113. Никитина Ю.В., Дрожжин Е.В., Еськов В.М. Матрицы межаттракторных расстояний в оценке эффективности влияния разных видов консервативной терапии на систему гемостаза больных с синдромом критической ишемии нижних конечностей // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. - 2013. - №1. -С. 295-299.

114. Нифонтова О.Л., Литовченко О.Г., Гудков А.Б. Показатели центральной и периферической гемодинамики детей коренной народности севера // Экология человека. - 2010. - №1. - С. 28–32.

115. Нифонтова О.Л., Привалова А.Г., Малинкин С.В., Химикова О.И. Биоинформационный анализ функционального состояния сердечно-сосудистой системы у школьников – коренных жителей Югры // Вестник новых медицинских технологий. - 2012. - Т.19, №2. – С. 422–423.

116. Омарова К.П., Сандетов З.С., Косенов К.И. Значимость тромбоза графических показателей у здоровых лиц от состояния геомагнитного поля // Физиология человека. - 1985. - Т.11, № 6. - С. 1035-1036.

117. Орехов К.В. Проблемы здоровья населения Крайнего Севера СССР // Особенности патологии коренного и пришлого населения в условиях Крайнего Севера. Красноярск, - 1981. - Т.1. - С.3-9.

118. Панин Л.Е. Биохимические механизмы стресса Новосибирск: Наука, 1983. - 231 с.

119. Покровский В.М., Компаниец О.Г. Влияние артериального давления на регуляторно-адаптивный статус // Физиология человека. – 2012. - Т. 38, №5. С. 102-105.

120. Покровский В.М., Мингалиев А.Н. Регуляторно-адаптивный статус в оценке стрессоустойчивости человека // Физиология человека. - 2012. - Т. 38, №1. - С.77-81.

121. Покровский В.М. Формирование ритма сердца в организме человека и животных. Краснодар : Кубань-книга, 2007. - 143 с.

122. Покровский В.М. Сердечно-дыхательный синхронизм в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма. Краснодар, Издательство «Краснодарские известия», 2010. - 244 с.

123. Попов Ю.М., Берестин Д.К., Вохмина Ю.В., Хадарцева К.А. Возможности стохастической обработки параметров систем с хаотической динамикой // Сложность. Разум. Постнеклассика.– 2014, №2.– С. 69–78.

124. Попова О.Н. Холодовая реактивность системы внешнего дыхания у жителей Европейского Севера// Вестник Поморского университета. - 2006. - № 2 (10). - С 25-31.

125. Пятин В.Ф., Широлапов И.В. Физическая нагрузка ускорением - расширение реабилитационных возможностей восстановительной медицины // Вестник восстановительной медицины. - 2009. - № 1. - С. 25-29.

126. Пятин В.Ф., Еськов В.М., Еськов В.В., Королёв В.В., Сивков В.Б. Системный анализ параметров гемодинамики у молодых людей с нормальным и учащённым ритмом сердца после импульсной гипергравитационной физической нагрузки // Вестник новых медицинских технологий. - 2010. - Т.17, № 3. - С. 115-118.
127. Пятин В.Ф. Устройство для воздействия на циркадианные часы человека / Патент на полезную модель RUS 124148 01.08.2012
128. Ревич Б. А. Климатические условия и качество атмосферного воздуха как факторы риска смертности населения Москвы / Б. А. Ревич, Д. А. Шапошников, Е. Г. Семутникова // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 7.– С. 29–35.
129. Ревич Б.А. Климатические изменения как новый фактор риска для здоровья населения Российского Севера // Экология человека. - 2009. - № 6. - С. 11-16.
130. Русак С.Н., Равве К.А., Шевченко Н.Г., Кострубина В.А., Молягов Д.И. Оценка хаотической динамики параметров квазиаттракторов метеосостояний экологической среды в m-мерном пространстве на примере двух территориальных образований / III международная научная конференция «Биомедицинские науки и третья парадигма» г. Хургада //Вестник новых медицинских технологий – 2013 – Т.XX, №2 – с.213 – 215
131. Русак С.Н., Еськов В.В., Молягов Д.И., Филатова О.Е. Годовая динамика погодно-климатических факторов и здоровье населения ханты-мансийского автономного округа.//Экология человека. - 2013. - № 11. - С. 19-24.
132. Русак С. Н., Молягов Д. И., Бикмухаметова Л.М., Филатова О.Е. Биоинформационные технологии в анализе фазовых портретов погодно-климатических факторов в m-мерном пространстве признаков // Сложность. Разум. Постнеклассика.– 2014. - №3.– С. 27–31.
133. Рященко С.В. Медико-географические проблемы освоения районов Восточной Сибири // Медицинская география и здоровье. Л. : Наука, 1989. - С. 184-193.
134. Сафоничева О.Г., Хадарцев А.А., Еськов В.М., Кидалов В.Н. Теория и практика восстановительной медицины.//Москва, 2006. Сер. Мануальная диагностика и терапия, 104 с.
135. Сеченов И.М. Избранные произведения. М.-Л.: АН СССР, 1953. - 774 с.
136. Сидоров П.И., Гудков А.Б., Унгурияну Т.Н. Системный мониторинг общественного здоровья // Экология человека. - 2006. - №6. - С.3-8.
137. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Часть X. Динамика поведения вектора состояния организма жителей Югры в условиях нормы и патологии. / Под

ред. – 2011. В.М. Еськова, А.А. Хадарцева, Самара: Изд-во ООО «Офорт» (гриф РАН), 2012. – 186 с.

138. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Часть XI. Системный синтез параметров функций организма жителей Югры на базе нейромоделирования и теории хаоса-самоорганизации в биофизике сложных систем. / Под ред. В.М. Еськова, А.А. Хадарцева, Самара: Изд-во ООО «Офорт» (гриф РАН), 2014. - 193 с.

139. Сороко С.И., Алдашева А.А. Индивидуальные стратегии адаптации человека в экстремальных условиях // Физиология человека. - 2012. - Т.38, №6. - С.78-86.

140. Спицин А.П., Спицина Т.А. Вариабельность ритма сердца в условиях нервно-психического напряжения // Гигиена и санитария. - 2011. - № 4. - С. 65-68.

141. Степанова Д.И., Еськов В.В., Гришаева Ю.Е., Волкивская Е.Д. Синергетические методы восстановительной медицины // Синергетика природных, технических и социально-экономических систем. - 2011. - № 9. - С. 33-36.

142. Скупченко В. В. Фазатонный мозг. Монография. — Хабаровск. ДВО АН СССР, 1991 г. 144 с.

143. Судаков К.В., Тараканов О.П., Юматов Е.А. Кросс-корреляционный вегетативный критерий эмоционального стресса // Физиология человека. - 1995. - Т. 21, № 3. - С. 87-95.

144. Тарасова О.С., Боровик А.С., Кузнецов С.Ю., Попов Д.В., Орлов О.И., Виноградова О.Л. Динамика физиологических показателей при изменении интенсивности физической нагрузки // Физиология человека. - 2013. - Т.39, №2. - С. 70-78.

145. Турчинский В.И. Классификация основных факторов Крайнего Севера, оказывающих влияние на процесс адаптации здоровья пришлого человека // Основные аспекты географической патологии на Крайнем Севере. Норильск. 1976. - С. 46-48.

146. Ушаков В.Ф., Зуевская Т.В., Мосалева О.В., Славнов В.А., Ушаков В.В., Прокопьев М.Н. Системный кластерный анализ и разработка оптимального управления программой диспансеризации, реабилитации больных БА с сопутствующей АГ на Севере // Вестник новых медицинских технологий.– 2008.– Т.15, №4.– С. 41–42.

147. Филатова О.Е., Филатова Д.Ю., Хадарцев А.А. Неопределенность и непрогнозируемость -базовые свойства систем в биомедицине.// Сложность. Разум. Постнеклассика. - 2012. - № 1. - С. 68.

148. Филатов М.А. Метод фазовых пространств в моделировании психофизиологических функций учащихся Югры. / Под ред. В.М. Еськова.– Самара: ООО «Офорт», 2010.– 129 с.

149. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Козырев К.М., Гонтарев С.Н. Медико-биологическая теория и практика: Монография / Под ред. В.Г.

Тыминского.– Тула: Изд-во ТулГУ – Белгород: ЗАО «Белгородская областная типография», 2011.– 231 с.

150. Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Орлов В.А. Медико-биологические технологии в спорте.– Москва: Изд-во «Известия», 2011.– 460 с.

151. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Ушаков В.Ф., Еськов В.В. Управление программой диспансеризации и реабилитации больных хронической обструктивной болезнью лёгких // Терапевт.– 2013, №7.– С. 4–15.

152. Хадарцев А.А., Коржук Н.Л., Фудин Н.А., Хадарцев В.А., Еськов В.М., Щербаков Д.В. Механотренажеры дыхательной мускулатуры в подготовке спортсмена.// Физиотерапевт. - 2013. - № 2. - С. 030-039.

153. Хадарцев А.А., Несмеянов А.А., Еськов В.М., Кожемов А.А., Фудин Н.А. Принципы тренировки спортсменов на основе теории хаоса и самоорганизации.// Теория и практика физической культуры. - 2013. - № 9. - С. 87-93.

154. Хаснулин В.И., Шургая А.М., Хаснулина А.В., Севостьянова Е.В. Кардиометеопатии на Севере. Новосибирск : СО РАМН, 2000. - 222 с.

155. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В. Солнечная активность и возможности человека // Юбилейные чтения памяти А.Л.Чижевского, посвященные 110-летию ученого : сб. трудов Всерос. конф. с междунаро. участием. СПб., 2007. - С. 201-202.

156. Хаснулин В.И., Хаснулина В.А., А.В., Четкина И.И. Северный стресс, формирование артериальной гипертензии на Севере, подходы к профилактике и лечению // Экология человека. - 2009. - № 6. - С. 26-30.

157. Хаснулин В.И. Этнические особенности психофизиологии коренных жителей Севера как основа выживания в экстремальных природных условиях // Проблемы сохранения здоровья в условиях Севера и Сибири: труды по медицинской антропологии / отв. ред. В.И.Харитонова. Типография «Новости», 2009. - С. 36-55.

158. Хаснулин В.И., Хаснулин П.В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. - 2012. - №1. - С. 3-11.

159. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В. Устойчивость к психоэмоциональному стрессу на Севере в зависимости от импринтированного типа адаптивного реагирования // Экология человека. - 2013. - №1. - С. 8-13.

160. Чашин В.П., Деденко И.И. Труд и здоровье человека на Севере. Мурманск, 1990. - 104 с.

161. Airway reactivity to cold air and hyperpnoea in normal man and in asthma E.C. Deal et al. Am. Rev. Resp. Dis. 1980, vol. 121, pp. 621-628/

162. Alexandrovskiy Y.A. Borderline mental disorders. M.– Health 2000.– 300 p.

163. Anholm J.D. The World Congress of High Altitude Medicine and Physiology, Arequipa, Peru, August 8-12, 2010; Meeting Report // High Alt. Med. Biol. 2010. V.11. № 4. P. 381.
164. Antsyferova L.I. Personality in difficult conditions: reinvention, transformation of situations and psychological defense // Psychological Journal.– 2004.– T.15, №1.– P. 34–45.
165. Aschoff J Adaptive cycles: their significance for defining environmental hazards // Int. J. Biometeor. -1967.-Vol. 11. –P. 155-178.
166. Aschoff J., Gerecke U., Wever R. Circadian Periodic des Mencken unter dem Einflub von Licht-Dunkel Wechseln unterschiedlicher Period. 1969. S. 58-70.
167. Churchland M.M., Cunningham J.P., Kaufman M.T. and others. Neural population dynamics during reaching // Nature, 2012, v. 487, p.51-56.
168. Ekstedt M., Alerstendt T. et al. Disturbed sleep and fatigue in occupational burnout // Scand. J. Work Environ Health. 2006. V. 32. № 2. P. 121.
169. Elvin I.A. Synergetics of brain. M., 2005.– 108 p.
170. Eskov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition.// Neurophysiology. 1993. T. 25. № 6. C. 420.
171. Eskov V.M. Modeling of the hierarchical respiratory neuron networks. // Neurocomputing., 1996, v. 11, p. 203-226.
172. Eskov V.M., Filatova O.E. Compartmental approach to modeling of neural networks: role of inhibitory and excitatory processes.//Biophysics. 1999. T. 44. № 3. C. 510.
173. Eskov V. M., Kulaev S. V., Popov Yu. M., Filatova O. E. Computer technologies in stability measurements on stationary states in dynamic biological systems // Measurement Techniques, 2006, v. 49, no. 1, p. 59-65.
174. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states.// Measurement Techniques. 2010. T. 53. № 12. C. 1404.
175. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement Techniques (Medical and Biological Measurements). 2011.– V. 53 (12).– P. 1404–1410.
176. Eskov V.M., Eskov V.V., Braginskii M.Ya., Pashnin A.S. Determination of the degree of synergism of the human cardiorespiratory system under conditions of physical effort.// Measurement Techniques. 2011. T. 54. № 8. C. 832-837.
177. Eskov V. M., Gavrilenko T. V., Kozlova V. V., Filatov M. A.. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems // Measurement Techniques., 2012, v. 55, no. 9, p. 1096-1100.
178. Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Kozlova V.V., Filatov M.A. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems // Measurement Techniques.– 2012.– Vol. 55.– № 9.– p.

1096– 1100.

179. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E., Filatov M.A. Two types of systems and three types of paradigms in systems philosophy and system science // *Journal of Biomedical Science and Engineering*.– 2012.– Vol. 5, № 10.– P. 602–607.

180. Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Filatova O.E. Quantitative Registration of the Degree of the Voluntariness and Involuntariness (of the Chaos) in Biomedical systems. // *Journal of analytical Sciences, Methods and Instrumentation*, 2013. – VI.3, - P. 67-74.

181. Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Filatova O.E., Filatova D.U. Chaotic approach in biomedicine: individualized medical treatment // *Journal of Biomedical Science and Engineering*. 2013. T. 6. C. 847.

182. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Zimin M.I. Uncertainty in the Quantum Mechanics and Biophysics of Complex Systems // *Moscow University Physics Bulletin*. 2014. – Vol. 69., No. 5. – P. 406-411.

183. Filatova O.E. Identification of respiratory neuron networks with a simple structure Neural Network World. 1998. T. 8. № 3. C. 329-336.

184. Filatova O.E., Eskov V.M., Eskov V.V., Pashnin A.S. Existence of synergetic properties of neuron network regulating the pulse rate // *Decision and Simulation in Engineering and Management Science – International Conference on Modeling and Simulation (ICMS'04)*. Association for Modeling and Simulation in Enterprise (AMSE). Valladolid, Spain. Valladolid, 2004. C. 57.

185. Folkman S., Lazarus R.S. Coping and Emotion // *Stress and Coping: an anthology*. N.Y.: Columbia University Press, 1991.– P. 207–227.

186. Gurevich P.S. Philosophical anthropology.– M., 1997.– 456 p.

187. Haken G. The principles of brain: The synergetic approach to the brain activity, behavior and cognitive performance.– M. - PER SE, 2001.– 351 p.

188. Horgan J. The End Of Science: Facing The Limits Of Knowledge In The Twilight Of The Scientific Age. New York: Broadway Books. 1996. 322 P.

189. Kryukova T.L., Kuftyak E.V. Questionnaire of coping (adaptation of the WCQ technique) / *Journal of Practical Psychology*.– 2007.– № 3.– P. 93–112.

190. Lazarus R. Short-term multimodal therapy.– SPb.: Speech, 2001.– 256 p.

191. Manual for physicians and medical psychologists // *Methodology of psychological diagnosis of coping with stressful and problematic for the individual situations*: St. Petersburg, 2009.

192. Mayr E.W. What evolution is / *Basic Books*; New York, 2001, 349p.

193. Parche A. Occupational health in the fish processing industry- an activity to improve the work environment by preventing cold exposures. *Barents*.2001, vol. 4 (1), pp. 12-14.

194. Prabhakar N.R., Kline D.D. Ventilatory changes during intermittent hypoxia :importance of pattern and duration // High Alt. Med. Biol. 2002.V. 3. № 2. P. 195.
195. Prigogine I.R. Philosophy of instability // Problems of Philosophy.– 1991.– №6.– P. 66–69
196. Prigogine I. The Die Is Not Cast // Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation., 2000, v. 25, no 4, p. 17-19.
197. Rintamaki H. Human performance in cold. Barents. 1998, vol. 1 (3), pp.84-85.
198. Risikko T., Makinen T., Hassi I. Assessment and management of cold risks in construction industry. Barents. 2001, vol. 4(1), pp.18-20.
199. Shakurov R.H. Barrier as a category and its role in the practice // Questions of psychology.– 2001.– №1.– P. 66–77.
200. Smulevich A.B. Depression in gen-eral medicine.– M., 2001.– 345 p.
201. Talbot N.P., Balanos G.M., Dorrington K.L., Robbins P.A. Two temporal components within the human pulmonary vascular response to similar to 2 h of isocapnic hypoxia // J. Appl. Physiol. 2005. V 98. P. 1125.
202. Taleb N. The black swan: the impact of the highly improbable / Random House; New York, 2007, 401 P.
203. Tofler E. The third War. "Firm" Publishing ACT», 2004.– 234 p
204. Walter G.G. On complex eigenvalues of compartmental models // Mathematical Biosciences. 1985. – v. 75, p. 143-157
205. Weaver W. Science and Complexity. Rokfeller Foundation, New York City // American Scientist. 1948. – p. 36: 536-544.
206. Weaver. W. Science and Complexity // E:CO. - Vol.6. No. 3 2004 pp. 65-74.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АЧХ – амплитудно-частотные характеристики
БДС – биологические динамические системы
БП – биоэлектрический потенциал
ВНС – вегетативная нервная система
ВСС – вектор состояния системы
ВИМТ – высокоинтенсивная импульсная магнитотерапия
ИМП – импульсное магнитное поле
ГО – гипербарическая оксигенация
ГБ – гипертоническая болезнь
ДСП – детерминистский и стохастический подходы
ДАД – диастолическое давление
КРС – кардио-респираторной системы
КПА – кататоксические программы адаптации
КА – квазиаттрактор
КЗТ – кинезотерапия
ККТБ – компартментно-кластерная теория биосистем
МП – магнитное поле
МТ – материальная точка
ММР – метод минимальной реализации
ПеМП – переменное магнитное поле
ПуМП – пульсирующее магнитное поле
БеМП – бегущее магнитное поле
ВрМП – вращающееся магнитное поле
ОММК – острым нарушением мозгового кровообращения
ПАР – парасимпатический отдел
ПМП – постоянное магнитное поле
ПД – потенциал действия
ПП – потенциал покоя
ССС – сердечно-сосудистая система
СИМ – симпатический отдел
СПА – синтоксические программы адаптации
СТТ – систем третьего типа
САС – системный анализ и синтез
САД – систолическое артериальное давление
ТХС – теория хаоса и самоорганизации
ТМВ – тонический моторно-вегетативный системоконплекс
ФМ – фазатон мозга
ФМВ – фазический моторно-вегетативный системоконплекс
ФПС – фазовое пространство состояний
ФТ – физиотерапия
ФСО – функциональные системы организма
ЧСС – частота сердечных сокращений
ЭЧ – экология человека
СЭПП – эколого-профессионального перенапряжения

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
ГЛАВА 1	
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ	
ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ	8
1. Особенности проживания человека в условиях Ханты-Мансийского автономного округа (Югры)	8
2. Краткая классификация методов восстановительной медицины в условиях Севера РФ	24
ГЛАВА 2	
ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В	
ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ	40
1. Традиционные стохастические методы обработки информации и методы восстановительной медицины, используемые в работе	43
2. Новые методы теории хаоса-самоорганизации в идентификации наиболее важных диагностических признаков	52
ГЛАВА 3	
СТОХАСТИЧЕСКАЯ И ХАОТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА	
ЭФФЕКТИВНОСТИ КИНЕЗОТЕРАПИИ И РАЗРЕШЕНИЕ	
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ 1-го РОДА В	
ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ	73
1. Метод расчета параметров квазиаттракторов в оценке эффективности кинезотерапии	75
2. Нейроэмуляторы и методы многомерных фазовых пространств в оценке эффективности физиотерапии при гипертонической болезни	95
3. Расчёт кинематических характеристик движения квазиаттракторов в оценке лечебных эффектов кинезотерапии	110
4. Нейроэмуляторы и методы многомерных фазовых пространств в оценке эффективности физиотерапии при гипертонической болезни	122
Заключение	139
Основная используемая литература	142

Еськов В.В., Гараева Г.Р., Еськов В.М., Хадарцев А.А.

**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ
МЕДИЦИНЫ**

**(Теория хаоса-самоорганизации в оценке
эффективности методов восстановительной медицины)**

Монография

Компьютерная верстка Митюшкина О.А.

Изд. лиц. ЛР № 020300 от 12.02.97. Подписано в печать 27.01.2015

Формат бумаги 60x84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Усл. печ.л. ____ уч.-изд.л.

Тираж 670 экз. Заказ

Тульский государственный университет

300012, г. Тула, пр. Ленина, 92

Отпечатано в Издательстве ТулГУ

300012, г. Тула, пр. Ленина, 95