

*Пленарный доклад на секции «Синергетика и теория общей патологии»***НЕОПРЕДЕЛЁННОСТЬ И НЕПРОГНОЗИРУЕМОСТЬ – БАЗОВЫЕ СВОЙСТВА СИСТЕМ В БИОМЕДИЦИНЕ**

*Филатова О.Е., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатова Д.Ю.
ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО – Югры»*

Мы постулируем факт: И.П. Павлов и П.К. Анохин были первыми в мире учеными, которые представили огромную неопределенность в медицине и физиологии. Этими учеными впервые были игнорирована внутренняя структура и количество элементов в системе. Поведение сложных систем не имеет определенности, а мы должны только наблюдать связь между входом и выходом в сигналах для каждой сложной биосистемы. С этого начиналась будущая теория хаоса и самоорганизации, которая была издана нами уже сейчас. Определенность и неопределенность являются базовыми свойствами специальных систем третьего типа.

Ключевые слова: квазиаттрактор, микрохаос, постуральный тремор, параметры порядка, нейросеть.

Введение

Сложные биологические динамические системы – БДС (complexity) относятся к полностью неопределённым системам в рамках *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС), как нового направления в естествознании. Неопределённость БДС изначально была задана первым постулатом ТХС (Г. Хакен: “мы не изучаем (не работаем) отдельные элементы complexity”) и предложенным одним из авторов «Третьей парадигмы» (В.М. Еськовым) вторым постулатом ТХС – конкретное состояние биосистемы – точка в *фазовом пространстве состояний* (ФПС) – не имеет информационного значения. В рамках ТХС ни динамика поведения отдельных элементов, ни их количество, ни даже состояние всей системы в данный момент времени не несет информационной нагрузки и не может быть предметом изучения и моделирования. Точки и линии в ФПС – траектория движения *вектора состояния системы* (ВСС) в ФПС не могут представлять модели complexity – это 2-й базовый постулат ТХС. Это означает, что модели в рамках *детерминистско-стохастического подхода* (ДСП) для описания сложных систем, которые мы обозначаем как системы третьего типа, не могут быть использованы в науке и практике. Эти модели остаются некоторой абстракцией в рамках детерминизма и стохастики, где есть определенность начального, промежуточного и конечного состояний системы (в стохастике мы имеем функцию распределения – probabilistic definiteness).

Однако, в истории биологии и, конкретно, физиологии – неоднократно предпринимались попытки моделирования, исследования complexity с позиций ДСП. Сегодня можно точно утверждать, что именно российские ученые – выдающиеся физиологи 20-го века И.П. Павлов и П.К. Анохин стояли ближе всего к третьей парадигме, к ТХС, к пониманию существования систем третьего типа, complexity. Эти системы полностью не определены (для всех трех состояний ВСС: начального, промежуточных и конечного), а для их изучения необходимы другие подходы в рамках третьей парадигмы. Рассмотрим более подробно эти подходы и их результаты в аспекте развития физиологии *функциональных систем организма* (ФСО) человека.

1. И.П. Павлов. Первые попытки в изучении complexity в рамках бихевиоризма:

В СССР и в современной России этот блок работ, это направление деятельности И.П. Павлова, направленные на изучение неопределенности в поведении биосистем, особо не выделяют и не афишируют. Вместе с тем, первый нобелевский лауреат из России известен во многих странах мира как основоположник теории бихевиоризма, как основоположник системного подхода в изучении объектов, биосистем, обозначаемых сейчас как «черный ящик». Действительно, именно И.П. Павлов начал активно изучать и говорить о существовании сложных систем, определяемых нами сейчас как *системы третьего типа* (СТТ), которые имеют

непрерывно хаотическую динамику поведения. При этом, он исходил полностью из принципов ДСП и постоянно пытался вводить какие-то определенности в этот реально неопределенный мир сложных биосистем. Результат этой деятельности – развитие всей физиологии высшей нервной деятельности и теории рефлексов, в частности. Однако, будущая биокибернетика, а ныне и системный анализ и синтез, в России далеко не продвинулись в направлении познания сложных биосистем (complexity) или *систем третьего типа* с особой хаотической динамикой поведения *вектора состояния систем*, относящихся к системам третьего типа – СТТ. Эти СТТ, обладая пятью особыми свойствами, невозможно описывать в рамках ДСП и всей традиционной науки из-за их уникальности.

В рамках ДСП И.П. Павлов впервые четко разделил достаточно точно определяемые величины входного и выходного сигналов, в наших моделях это ud и $y=y(t)$ при изучении особенностей работы *центральной нервной системы* – ЦНС. В частности, при изучении рефлекторной деятельности животных Выдающийся учёный чётко представлял себе невозможность точного определения состояний внутренних систем организма животных. Позже эти внутренние структуры, их связи и динамику ученые всего мира будут определять как «черный ящик». Однако, и тогда и в настоящее время работа ЦНС, внутренних регуляторных систем организма человека при осуществлении даже простейших актов для нас остается системой «черный ящик». В рамках этого подхода с 70-х годов 20-го века нами разрабатывается *компаратментно-кластерная теория биосистем* (ККТБ), где постулируется исходная непознаваемость структуры и функций внутрикомпаратментных организаций и взаимоотношений. Строение компартмента в ККТБ осталось «черным ящиком».

Строение и функции таких «черных ящиков» и в наше время остаются неопределенными. Эта главная неопределенность любой complexity сводится к тому, что динамика таких систем всегда будет хаотической, а характер связей между элементами будет носить «мерцающий»

характер, т.е. мы имеем *glimmering property* для любых complexity – *систем третьего типа*. А это означает, что всегда при работе структур управления подобными сложными системами мы будем иметь равномерное распределение компонент x_i вектора состояния для таких *систем третьего типа*. Напомним, что в традиционной науке (в рамках ДСП), все компоненты x_i такого ВСС, т.е. $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, имеют средние значения, дисперсию, стандарт отклонения, т.е. неравномерные распределения с флуктуациями. В ТХС для *систем третьего типа* мы имеем однородные вариации ВСС в ФПС, т.е. равномерное распределение, а значит и хаотическую динамику x_i – без каких-либо флуктуаций и числовых характеристик функций распределений.

Поясим это на конкретном примере, который связан с работой нейросетей головного мозга и которые обеспечивают, в том числе, рефлекторную работу органов (объект изучения И.П.Павлова) и организма в целом, а значит, определяют хаотическую динамику поведения ВСС в ФПС. Если мы будем на вход биосистемы, например, (для анализаторов) подавать с повторами одну и ту же информацию, например, прочитаем тридцатиминутную лекцию разным людям (группе людей) и попросим их воспроизвести увиденное (или услышанное), то вход u всех будет одинаков, а вот выход будет отличаться. Выходная информация в таком эксперименте u каждого слушателя получится различной. Эти различия сейчас лежат в основе ТХС, нового подхода в изучении complexity. Человек не работает как магнитофонная лента и то, что дано на входе, не будет выдано на выходе, т.к. все нейросети, ЦНС, регуляторные системы организма, параметры ФСО пребывают в хаотических режимах работы. Активность элементов постоянно меняется, они то включаются в работу, то выключаются, меняется архитектура межнейронных связей, уровни возбуждения каждого нейрона варьируют в рамках некоторых *квазиаттракторов* (как это определяется в ТХС) и выход таких «черных ящиков» также будет непрерывно изменяться. Даже отдельный человек не сможет точно повторить изложение короткой лекции.

Информация о ней будет иметь вид хаотической системы (но в рамках некоторого *квазиаттрактора* – исходной лекции).

Однако, вводя в кибернетику понятие «черный ящик» (на основе работ И.П. Павлова), человечество понимало, что вводится большая неопределенность в познание и повторение (последнее совершенно невозможно для БДС с хаотической динамикой) любых состояний любой сложной динамической системы (complexity) и именно не по внешним признакам (по выходу БДС), а по внутренним состояниям биосистемы, которое непрерывно изменяется. Даже процессы реверберации в нейросетях гиппокампа не идентичны, не повторяемы, а они связаны с запоминанием, памятью человека (животных). При запоминании чего-либо мы имеем постоянное изменение в характере синаптических связей, в возбудимости нейронов, в их количестве (что-то отмирает, что-то выключается или подключается). Все это происходит диффузно и неустойчиво, изменчиво. Это является главными свойствами сложных систем в ТХС, для описания которых мы ввели пять, очень специфических, фундаментальных свойств *систем третьего типа* и 13 отличий их от ДСП-систем. Главное из них, второе свойство, сразу делает невозможным применение ДСП-методов для изучения *систем третьего типа*.

Мы понимаем, что любой сторонник ДСП может потребовать от нас доказательств всех утверждений, представленных выше, а поскольку мы никогда и ничего не можем повторить при работе с complexity, то вроде бы и доказать ничего не сможем. Однако, имеется одно «но». Человечество уже пошло по пути моделирования работы мозга, нейросетей и уже создало нейро-эмуляторы, нейро-ЭВМ, пытается делать нейрокомпьютеры с широкими функциональными возможностями (мешает нерешенная проблема ассоциативного мышления). И на этом пути мы уже столкнулись с одной проблемой, которую активно замалчиваем в рамках ДСП, но изучаем в рамках ТХС. Это проблема полной неповторяемости (а значит хаоса и непрогнозируемости) в динамике поведения

самой искусственной нейросети – нейроэмулятора, которая моделирует работу реальных нейросетей мозга человека. Кратко представим суть этого явления.

Если мы будем подавать на вход нейросети из нескольких нейронов (!) одну и ту же обучающую выборку (сигнал входа), то легко добьемся одинакового выходного сигнала. Например, сеть будет выполнять одинаковую бинарную классификацию (различать два объекта с похожими свойствами). С позиций ДСП мы вроде бы добились повторяемости – сеть различает входные параметры (образы) и выполняет, например, бинарную классификацию: выборка №1 (В1) отличается от выборки №2 (В2). Однако, если процесс настройки нейроэмулятора повторять многократно (при предъявлении одних и тех же выборок В1 и В2), то окажется, что нейросеть будет решать эту задачу внутри себя (по характеру внутренних связей) различным образом при одинаковом входе и выходе (как у И.П. Павлова!).

Приведем конкретный пример поведения нейроэмулятора. Для объяснения реальности хаоса в работе мозга нам достаточно рассмотреть только один пример влияния управляющих воздействий мозга на постуральный тремор. Подчеркнем, что задача удержания конечности в пространстве (именно так мы и наблюдаем тремор человека) является частью общей задачи любого двигательного акта. Перемещение руки человека в пространстве, которое мы физиологически рассматриваем как произвольное движение, на самом деле, состоит из набора задач удержания руки в последовательно изменяющихся условно фиксированных точках пространства. Иными словами, совершая рукой произвольные движения мы можем в каждой точке пространства зафиксировать руку и наблюдать эффект постурального тремора (в каждой точке траектории произвольного движения). В этой связи размеры квазиаттракторов, их параметров целом для каждой такой, условно фиксированной точки, будут различны. Именно этим и объясняется общий хаос якобы произвольного движения (реально, любое движение при детальном

рассмотрении является суммой произвольного и непроизвольного движения).

Учитывая сказанное, можно утверждать, что постуральный тремор – произвольное движение и мы произвольно (по нашему желанию, по командам от мозга) пытаемся удержать конечность в конкретной точке пространства. Все определяется конечной целью движения. Если мы с определенной целью (по командам из мозга) пытаемся двигать рукой (ногой, туловищем и т.д.), то нас не интересуют промежуточные состояния биомеханической системы (руки или туловища). В этом двигательном акте нужна цель этого движения, которая произвольна. Однако, характер выполнения любого такого произвольного (якобы) движения будет хаотическим по сути. Это справедливо сразу двух уровнях организации движения: по своей внутренней организации со стороны мозга (там полный хаос) и по характеру выполнения этих задач эффекторными системами. Мышцы всегда хаотически будут выполнять внешне одинаковые движения (т.е. хаос в системе управления – мозге и хаос в эффекторных системах, и это не только в работе мышц, а во всех системах гомеостаза, хаос глобален, а “тремор” во всем организме!).

Если миллион раз будем целенаправленно двигать рукой, совершая внешне одно и то же движение, то каждый раз подобное движение будет выполняться по-разному. Из миллиона “одинаковых” движений не будет ни одного подобного и все они будут выполняться различным образом. Причина этого хаоса (уникальности в выполнении движений) заключается в уникальности (хаотичности) работы мозга и в хаотичности выполнения команд мозга, т.е. в хаосе работы миофибрилл, двигательных единиц, мышц, групп мышц. Все это – глобальный хаос, с которым мы столкнулись при изучении более тонкой структуры любого двигательного акта. А начались эти изучения с регистрации работы дыхательных мышц, дыхательных нервов и вообще биомеханических параметров работы всего дыхательного аппарата.

Регистрируя отдельные миограммы дыхательных мышц (межреберных мышц или диафрагмы) легко увидеть, что при

кажущейся, якобы периодической (и как бы одинаковой) работе дыхательных мышц, ни сам мышечный паттерн (интегрированная миограмма, например), ни биоэлектрическая активность дыхательных нервов (инициирующих сокращение дыхательных мышц) никогда не имеет идентичный рисунок. Паттерны всегда все различные и у разных животных в эксперименте даже у одного и того же животного. На протяжении всей своей жизни ни один человек не сможет сделать два одинаковых вдоха или выдоха. Мы не можем сделать два одинаковых движения рукой, прожить два одинаковых часа своей жизни. Работа сердца, биохимические параметры крови, гомеостаза в целом имеет всегда свой неповторимый паттерн на любом интервале исследования, свою уникальную динамику изменения любых параметров вектора состояния организма человека (ВСОЧ) $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$. Иными словами не бывает не только одинаковых траекторий в фазовом пространстве (хотя они могут и пересекаться, здесь экспоненты Ляпунова не работают, т.к. это не тот модельный хаос, который мы имеем в ДСП), но даже отрезков этих траекторий в ФПС.

Динамика изменения параметров ВСОЧ, т.е. координат x_i не повторима, не воспроизводима на любом интервале времени t из всего нашего интервала жизни $[0, T]$, где T – продолжительность жизни каждого человека. Сама продолжительность жизни T каждого из нас – хаотическая величина, т.к. повторить свою жизнь несколько раз (как в кинофильме “День Сурка”) мы не в состоянии. Тогда возникает вопрос, как моделировать такие хаотические системы. И главное, как они вообще работают? Ответ на этот вопрос представлен на примере работы искусственных нейросетей, которые мы изучали на примере различных нейроэмуляторов.

Если искусственной нейросети (нейро-ЭВМ) представить на вход два набора выборок (образов параметров ВСОЧ для двух разных групп пациентов) и поставить задачу бинарной классификации, заставить нейроэмулятор выявить различия между этими двумя обучающими выборками, то нейросеть может решить задачу (если она

решаема) или не решить (тогда две группы невозможно разделить с помощью нейроэмулятора). Однако, если мы будем пытаться выяснить, как нейросеть эту задачу выполнила (т.е. какова при этом была ее внутренняя конфигурация, каковы были веса диагностических признаков x_i , т.е. координат ВСОЧ), то мы получим хаотическую картину распределения весов признаков. При каждой новой настройке нейросети (запуск решения задачи заново при одинаковой обучающей выборке) мы будем получать новый набор весов (значимости динамических признаков в идентификации различий между двумя исходными выборками).

Решение задачи разделения групп, т.е. обучающих выборок (задача бинарной классификации) будет выполняться миллион раз одинаково (группы разделились). Однако, одна и та же нейросеть миллион раз эту задачу будет решать различным образом (веса признаков будут различны!). Для иллюстрации сказанному представим пример решения одинаковой задачи бинарной классификации (были взяты две группы пациентов), которая повторялась 50 раз, и 50 раз мы получали разные наборы весовых коэффициентов и разные наборы значимости x_i . В ряде случаев получалось даже, что отдельные признаки вообще не требовались!

Такой тремор демонстрирует две догмы. Во-первых, нейроэмуляторы в режиме базовой настройки нельзя использовать для идентификации параметров порядка, т.е. наиболее важных диагностических признаков. В одном цикле будут важны одни x_i , а в другом – другие. Во-вторых, даже искусственная нейросеть показывает, что она не может повторить свое внутреннее состояние даже два раза. Все уникально, неповторимо и невоспроизводимо на уровне уже головного мозга. И тем более это все усугубляется, когда команды от нейросетей запускают другие, периферические процессы. Например, движение рукой или вдох и выдох не могут быть повторены, идентично воспроизводимы не только в виде команд от мозга, но и на уровне миофибрилл, двигательных единиц, работы групп мышц в сложном, якобы произвольном, двигательном акте. Все такие движения хаотичны по сути, но они имеют ограничения и эти ограничения

мы обозначили как квазиаттракторы – области в фазовом пространстве состояний, внутри которых хаотически движется ВСОЧ.

В целом, подводя итоги этого параграфа, можно уверенно сказать, что для эффекторных органов, например мышц, хаотическая работа нейросетей мозга всегда будет создавать некоторый квазиаттрактор управляющих воздействий. Этот квазиаттрактор, внешний по отношению к мышцам порождает хаотическую динамику уже внутри кластера исполнительных систем. Иными словами, сами мышцы являются генератором хаоса, при этом механизмы внутренней самоорганизации работы мышц удерживает их внутри некоторых (мышечных) квазиаттракторов и эти внутренние генераторы управляются внешними хаотическими генераторами в пределах своих, нейросетевых, квазиаттракторов, которые формируются за счет постоянной хаотической (но в пределах квазиаттракторов) работы нейросетей мозга. Мозг, в целом, постоянно организует положительные и отрицательные прямые и обратные связи и за счет этих связей постоянно мониторирует эффекторные органы, удерживая эффекторные сигналы в пределах нужных квазиаттракторов. Одновременно мышцы (или любые другие эффекторы) выполняют целевые функции (удержание, движение ...), но делают это тоже в пределах своих квазиаттракторов. Мозг и вся афферентно-эфферентная система постоянно подстраивает свои квазиаттракторы в пределах телологических задач (нужных целей в данный момент времени).

Вся такая иерархическая система способна в режиме постоянного мониторинга образовывать и удерживать многоуровневые квазиаттракторы в приемлимых для гомеостаза пределах (объемах и центрах квазиаттракторов). Фактически, мы имеем дело с постоянно мерцающей, самоподстраивающейся системой. Тогда задача любого исследователя в области работы мозга, организации движений, поддержания висцеральных функций и гомеостаза в целом, будет сводиться не к наблюдению и фиксации параметров всех таких квазиаттракторов. Мы будем

вынуждены следить за изменением их (квазиаттракторов) параметров в тех или иных условиях пребывания организма человека. В том числе к таким функциям можно отнести и психофизиологические функции человека. Именно этими исследованиями мы и занимаемся вот уже около 40 лет. В рамках не медицины – последние 20 лет.

Однако, сейчас такой подход мы осуществляем не только в медицине и биологии, но и в психологии, социологии,

политологии. В анализе любых процессов, которые можно отнести к системам третьего типа (СТТ), т.е. с хаотической динамикой их поведения. Все такие системы подчиняются 2-му свойству ТХС (glimmering property) и для всех таких систем их ВСС $x \neq const$ и $dx/dt \neq 0$. Рассмотрим конкретный пример анализа СТТ, где объектом является постуральный тремор, как наиболее тривиальный пример в смысле биофизики (связь физики и физиологии), и он наиболее выразителен для иллюстрации и понимания

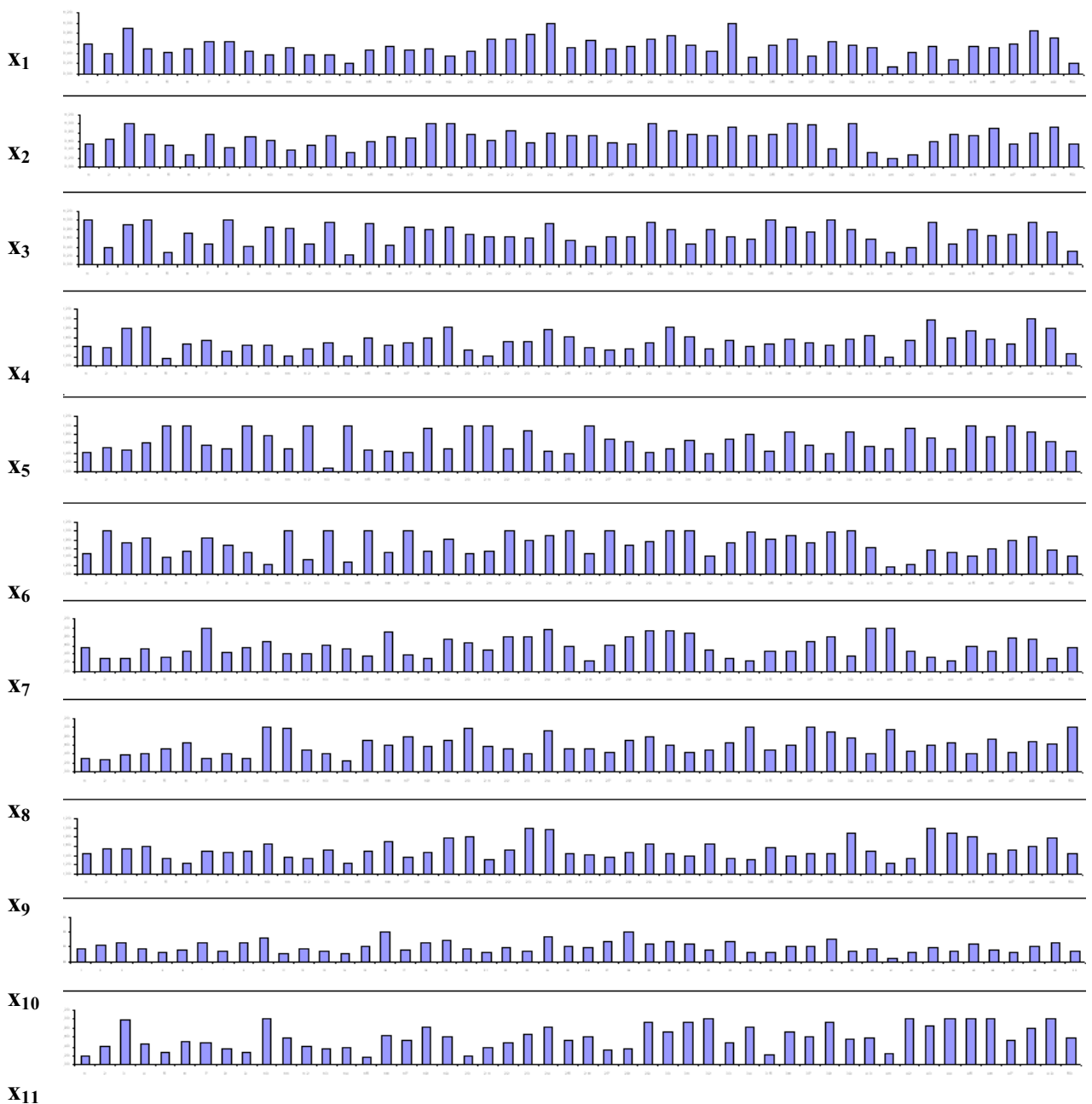


Рис.1. Диаграмма распределения весовых коэффициентов каждого из параметров (x_j) для каждого j -того обучения (метод градиентного спуска) искусственной нейронной сети ($j=1, \dots, 50$). x_1 - NN,mc, x_2 -SpO₂,%, x_3 -SIM, x_4 -PAR, x_5 -SDNN, x_6 -HRV, x_7 -IB, x_8 -VLF, x_9 -LF, x_{10} -HF, x_{11} -LF/HF

Ординаты x_i для каждого ряда (общий набор всех рядов представляет m - мерную размерность ($m=11$) всего фазового пространства состояний) представляют величины w_i весовых коэффициентов для каждого цикла (из общего числа циклов $N=50$), причем веса w укладываются в интервале $w \in [0,1]$. Каждая колонка представляет величину x_i для каждого j -ого значения весового коэффициента на j -том ($j=1, \dots, 50$) измерении (осуществляется настройка искусственной нейронной сети). Таким образом, повторяя решение каждой задачи бинарной классификации $N=50$ раз, мы каждый раз получаем свое значение x_i ($i=1, \dots, 11$) для соответствующей задачи. Удивительно, что при каждом повторении настройки нашей нейронной сети мы получаем различные значения каждого x_i на каждой j -той настройке.

Осуществив многократное повторение ($N \rightarrow \infty$) данной процедуры, для каждого x_i после j -того повторения мы можем получить общее число хаотической генерации значений весовых коэффициентов. Из таких повторений мы получаем хаотическую динамику и для каждой серии – уникальное распределение. Такая ситуация является обычной (или нормальной) для хаотического процесса.

Таким образом, мы утверждаем: для каждой такой процедуры на выходе каждый раз мы получаем один и тот же результат (искусственные нейронные сети, как и биологические, реализуют задачу бинарной классификации), но в каждый момент времени величина весовых величин w внутренней структуры нейронной сети будет различной. Так, все известные в медицине параметры исследований, связанные с численными расчетами, могут иметь значимый вклад в постановку диагноза пациенту, а могут быть незначительными. Эти меры значимости определяются также нейронной сетью путем подсчета весовых коэффициентов.

В этом хаосе поведения СТТ раскрывается механизм работы системы «чёрный ящик» – его структура и функции никогда не будут определены, т.к. он представляет из себя хаотический объект с

самоорганизацией и любое состояние неповторимое в принципе и оно не имеет информационного значения (см. 2-й постулат ТХС). В каждый следующий момент “чёрный ящик” будет другим, при этом выполняемая им функция остается неизменной (например, удерживается гомеостаз, сохраняются рефлексy). Подчеркнем, что структуру, т.е. внутренние связи нейросети можно будет определить, но эта информация не имеет смысла, будучи лишь одной реализацией из многих миллиардов других. В следующую секунду нейросеть уже будет другой и так до бесконечности. И это для сети из нескольких нейронов, а если их будет миллиард?

Веса синаптических связей, значимость признаков при этом будет каждый раз меняться. Мы, после каждой повторной настройки – *итерации*, будем иметь одинаковый вход и выход для нейросети, но внутреннее ее состояние каждый раз будет различным. Мы проделывали сотни и тысячи повторов и всегда получали другую структуру внутренней организации нейроэмулятора. Аналогично работает и мозг человека: при повторах входного образа (одинаковой входной информации) мы будем получать на выходе одинаковый результат (узнавание образа, воспроизведение текста и т.д.), но внутреннее состояние нейросети мозга будет всегда различным. Мозг человека как и его весь организм постоянно изменяется. На это уже давно указывал эволюционист Ernst Walter Mayr [6], но тогда отсутствовал (и пока еще отсутствует) формальный аппарат для описания таких хаотических (по своей морфологии и функциям) сложных биосистем. В рамках ТХС можно сказать, что мы сейчас развиваем учение И.П. Павлова в направлении изучения и моделирования неопределенности (хаоса в БДС). Более того, мы уже отошли от модели “чёрного ящика” (хотя ККТБ ее активно использует), т.к. в рамках ТХС используем параметры *квазиаттракторов*. Именно параметры КА вносят определённость в общую хаотическую динамику поведения любых БДС-complexity, т.е. КА дают определённость в общей неопределённости СТТ.

Такие системы (complexity), *системы третьего типа*, с полной неопределенностью, отличные от ДСП-систем, и именно для них мы сейчас разрабатываем *третью парадигму* и ТХС. Такие системы не имеют неравномерных функций распределения, к ним не применимы методы стохастики (они не повторяемы и невоспроизводимы), и они требуют особого понимания и мировоззрения (сознания) в целом. При этом главная наша задача – убедить всех ученых в существовании особых *систем третьего типа*, а какие методы для их изучения применять – покажет будущее. Сейчас мы для их описания и моделирования применяем разрабатываемую нами ТХС, где используются понятия: *квазиаттракторы*, межаттракторные расстояния и матрицы этих межаттракторных расстояний, параметры порядка и т.д.

В целом, неопределенность, впервые предложенная И.П. Павловым, и которая позже представилась в виде модели “*черного ящика*”, теории бихевиоризма – это была первая неопределенность в попытках изучения сложных биосистем. Эта неопределенность касается внутренних связей между элементами системы, внутренних свойств таких complexity, которые И.П. Павлов определял как бихевиористические системы (это их современное название в физиологии). П.К. Анохин пошел дальше, он начал уточнять эти внутренние неопределенности, создавая свою теорию *функциональных систем организма* (ФСО) человека, которая полностью погружается в неопределенность *систем третьего типа*, но которой еще не хватает формальных методов описания в виде ТХС.

2. П.К. Анохин и неопределённость в различных функциональных системах организма человека.

Заслуга П.К. Анохина заключается в том, что он еще до Г. Хакена и синергетики сумел ввести базовые принципы синергетики и главный из них: самоорганизацию биосистем (в частности, ФСО) ради достижения конечной цели – удержание гомеостаза в режиме нормогенеза. Если же гомеостаз уходит в область патогенеза, то ФСО должны обеспечить возврат всего организма в состояние нормогенеза. Конечная цель

(технологически задаваемая в виде нормогенеза) определяет работу ФСО (сейчас она в рамках разрабатываемой нами ТХС хаотична, но тогда это еще не постулировалось).

В рамках своей теории ФСО П.К. Анохин допускал многие неопределенности: возможны вариации активности элементов (степени их включения в работу ФСО), вариации в числе элементов, обеспечивающих работу ФСО, в динамике их поведения и даже в их морфологии. Последнее означает, что в работе ФСО (а сейчас мы говорим и в работе мозга) возможно включение (или выключение, выход из работы) таких элементов, которые обычно и не работают.

Такую картину мы наблюдали многократно [2-5] при изучении работы структур дыхательного центра млекопитающих: дыхание животного продолжалось (и внешне не изменялось), а отдельные нейроны то включались в работу, то выключались, изменяли уровень своей активности при переходе от одной инспирации и другой [1-3]. Происходила постоянная перестройка, мерцание активности элементов дыхательной нейросети. Центральный генератор дыхания при этом продолжал работать, гомеостаз поддерживался ценой постоянных вариаций в структуре (и активности) всей дыхательной нейросети. Конфигурация дыхательной сети постоянно изменялась, а конечная цель (уровень сатурации крови кислородом – гомеостаз) при этом постоянно достигалась, т.к. гомеостаз человека и животных удерживался в нужных для организма параметрах. Дыхательный центр и вся система дыхания постоянно демонстрирует хаотическую работу, но при этом гомеостаз удерживается в рамках некоторого *квазиаттрактора* (организм живет!). И в этом заключается теория ФСО и жизни вообще (в рамках ТХС жизнь – это «тремор» всех ВСС в пределах *квазиаттрактора* нормогенеза). Исследованием параметров всех квазиаттракторов организма человека и занимаются 3 лаборатории СурГУ и учёные Тульского медицинского института при ТулГУ.

Именно в этом состоит и главная особенность любой живой системы, любой жизни: она компартментна по строению, мерцает (*glimmering property*) по функциям, эволюционирует (организм человека движется к мортальному аттрактору) и телеологически движется к определенному состоянию, с неизбежностью выходя далеко за пределы возможных среднеквадратических отклонений (за 3 сигмы, за 10 сигм и т.д.). Многие процессы, происходящие внутри организма человека, могут значительно отклоняться от средних значений. Последнее в статистике отбрасывается как невозможное. Например, при одинаковой потере крови или при остановке дыхания (физические параметры эквивалентны) одни люди выживают, а другие погибают. *Квазиаттракторы* саногенеза у всех различны. Это и есть хаос живых систем [4].

В теории ФСО П.К. Анохина степень неопределенности (ее виды) была расширена. Более того, ее автор допускал хаотичность самой динамики самоорганизации (подстройки под нормогенез параметров ФСО ради достижения телеологически определенного состояния организма). Любая ФСО должна обеспечить выживание организма, обеспечить положительный для биосистемы результат. И если в явном виде П.К. Анохин не декларировал вариативность в динамике поведения ВСС при работе ФСО, то это следует прямо из всех его высказываний на эту тему. Мы же сейчас это распространили на все *системы третьего типа*. Не только ФСО, но любые комплексные биосистемы, социумы, биосфера Земли обладают такими свойствами.

Таким образом, теория ФСО П.К. Анохина была продуктивным шагом в направлении расширения степени неопределенности при изучении сложных биосистем, но она продолжала находиться в кластере ДСП, где максимальная неопределенность задается функцией распределения и вероятностью наступления того или много события. Вероятностная неопределенность, однако, может быть применена только к системам (объектам, процессам), которые могут повторяться сами или воспроизводимы экспериментатором [4,

8]. Если предположить, что каждый человек, его организм, динамика развития любой его биологической динамической системы, которая описывается ВСС в ФПС, имеют уникальный характер существования, то необходимо отказываться от ДСП и перейти к третьей парадигме.

Именно это мы и выполнили в рамках *третьей парадигмы* и ТХС – динамика ФСО и других систем в организме человека уникальны и не могут быть описаны в рамках ДСП. Зачем же тогда приводят различные предположения об успешности ДСП для описания биосистем (кстати, его впервые публично высказал Е.В. Мауг в биологии, а в истории – Ф.Бродель: «Событие – это пыль»)? Ответ на этот вопрос мы получили после введения полной неопределенности в динамику поведения БДС. Такая глобальная неопределенность сразу нас дистанционировала и от синергетики Г. Хакена и от теории complexity И.Р. Пригожина привела нас к *третьей парадигме* и ТХС. В рамках нашего нового подхода мы демонстрируем подобие принципа Гейзенберга для всех координат ВСС в ФПС. Для устранения глобальной неопределенности БДС мы вводим два вида хаоса и пять опорных свойств БДС.

3. Неопределенность в теории хаоса и синергетике – полная неопределенность биосистем.

И.Р. Пригожин в своем предсмертном обращении к потомкам «The Die is not Cast» [7] указывал, что наука (в нашей трактовке ДСП-наука) не занимается уникальными системами (объектами, процессами). Однако, именно к таким уникальным системам относится человек, его организм, его ФСО, а также популяции организмов, социумы, биосфера Земли, наша Галактика, Вселенная. Все это объекты единичные, их эволюция неповторима, а их описание требует других подходов, отличных от ДСП.

Общеизвестно, что любой организм проживает свою собственную траекторию жизни, которая неповторима в принципе. Нет одинаковых людей, которые бы в одинаковое время (и возрасте) переболели бы одинаковыми заболеваниями, имели бы одинаковые условия проживания, одинаковые параметры ФСО, одинаковое питание, одинаковое В целом, нет

одинаковых людей в природе, все организмы различны и именно поэтому мы все настойчивей говорим о необходимости разработки алгоритмов, методов, которые бы составили основу персонифицированной медицины. Однако, в этом вопросе человечество не продвинулось существенно из-за прочных позиций редукционизма, ДСП и традиционного консерватизма (последний бывает крайне полезен, но не в нашем случае).

Причина задержки в развитии персонифицированной медицины (да и всей медицины в принципе) скрыта в нежелании уходить из области ДСП, в нежелании признавать объективное существование *систем третьего типа* – уникальных, единичных, обладающих особыми пятью свойствами и 13-ю отличиями от систем, описываемых в рамках ДСП (это уровень классических наук: физики, химии, техники), систем, которые сейчас изучаются в рамках ТХС.

К этим пяти свойствам (принципам организации и функционирования сложных БДС) систем третьего типа (complexity) относятся:

1. Компартиментализация (кластеризация) в организации работы БДС, когда компартимент (кластер) образует орган или совокупность элементов (подсистем), образующих, например, ФСО. Это следует из первого постулата ТХС (Г. Хакен), но в синергетике нет понимания того, что этот постулат не распространяется на *параметры порядка*, т.к. они способны кардинально изменить процесс (эффект бабочки дают только *параметры порядка* и не любые элементы).
2. Наличие постоянного движения вектора состояния биосистемы в ФПС, которое нами определяется как свойство «мерцания», т.е. хаотическое движение ВСС в ФПС в пределах некоторой области, называемой нами – *квазиаттрактором*, параметры которого определяются неточно, т.к. истинный *аттрактор* БДС никогда не может быть установлен экспериментально, а теоретически (модельно) он вообще не идентифицируется (соотношение между

реальным *квазиаттрактором* и истинным (теоретически возможным) такое же, как в теории вероятности, когда частота события $P^*(A)$ относится приближенно к его (события) вероятности $P(A)$, т.е. $P^*(A) \rightarrow P(A)$, но определить точно $P(A)$ при малых выборках невозможно. Поэтому мы вынуждены *квазиаттрактором* описывать неизвестный нам (истинный) аттрактор, как и частотой $P^*(A)$ описывать гипотетическую вероятность.

3. Возможность постоянной эволюции БДС в ФПС, когда не просто изменяются параметры *квазиаттрактора*, но он сам куда-то движется. Эта эволюция представляет второй уровень хаоса, т.е. макрохаос (*квазиаттрактор* представляет микрохаос). Это два темпоральных вида хаоса для любых реальных *систем третьего типа*.
4. Поскольку такие системы (с мерцанием и эволюцией) имеют самоорганизацию, то их *квазиаттрактор* телеологически движется к намеченной цели – конечному для человека – смертельному аттрактору. Однако, это движение можно изменять за счет внешних управляющих воздействий (медицина, спорт, образ жизни...)
5. Сложные БДС могут иметь различные отклонения в значении их ВСС. В частности, значения x_i ВСС могут уходить очень далеко за пределы не только 3-х сигм (что в стохастике уже и не изучается), но и за 20 сигм и более. Об этом писал Нассим Талеб [8], но это были просто ощущения, а в ТХС им дается количественная оценка в виде параметров *квазиаттракторов*.

Последнее, пятое свойство, принципиально исключает применение традиционных методов, принятых в ДСП, для описания и прогнозирования *систем третьего типа*. Более того, поскольку такие системы подвержены хаосу (их будущее и конечное состояние не определено, никто не может гарантировать себе конкретную дату смерти, то и прогнозировать динамику поведения таких систем невозможно. Для такого прогноза ученым, врачам, всему человечеству (если мы говорим о динамике развития всех социумов) необходимо

задавать внешние управляющие воздействия (ВУВ). Только с помощью ВУВ мы можем достигнуть желаемого *квазиаттрактора* или, наоборот, избежать его (если это смертельный КА).

На это направлены все усилия медицины (на задание оптимальных ВУВ), но проблема здесь заключается в том, что европейская медицина рассчитана на среднестатистического больного (или хотя бы на того, который укладывается в пределах трех сигм). Выход за пределы статистики оценивается как необычный (экстравагантный, редкий) случай, к которому легко можно применить фразу: «Здесь медицина бессильна» (т.к. такое не описано в учебниках).

Таким образом, понимание уникальности любого организма человека (да и любых других животных, растений) приводит нас к признанию существования *систем третьего типа* и необходимости применения методов ТХС для их описания. Естественно, если мы вводим полную неопределенность в задание начальных параметров БДС (их ВСС $x(t_0)$ – не определен), промежуточных $x_i(t)$ и конечного состояния $x(t_k)$, возникает вопрос о том, что тогда измерять и как такие complexity моделировать? Эта проблема тесно связана с проблемой произвольности и непроизвольности, определенности и неопределенности в медицине и естествознании и главной проблемой науки, на которую обращал внимание Murray Gell-Mann [5], с проблемой предсказуемости и непредсказуемости БДС и особенно *систем третьего типа*.

4. Проблема произвольности и непроизвольности тремора, как характерный пример ТХС.

Эта проблема тесно связана с проблемой хаоса в биосистемах. Поэтому тремор является базовым процессом для ТХС. Если внимательно изучать характер непроизвольных движений руки человека при его попытках удержания конечности в данной точке пространства (постуральный тремор), то окажется, что, несмотря даже на большие отклонения конечности от заданной точки, движение имеет хаотический характер, траектории не повторяются и все это происходит в пределах некоторого объема

фазового пространства. В этом примере организации произвольного движения по сути (ведь перед испытуемым ставится задача удержания конечности в данной точке пространства и эта задача – образец произвольности) проявляется вся глобальная задача непроизвольности в виде хаоса *систем третьего типа*. Иными словами, задача произвольности реализуется организмом в виде хаоса complexity. Постуральный тремор – образец непроизвольного механического акта, который накрывается произвольностью выбранной цели – удержание конечности в пространстве. В этом примере с тремором, как в кристалле сформулированы все проблемы современной медицины, биологии, психологии, философии науки и многих других областей знаний. Этот пример раскрывает нам сущность ФСО и принципы работы головного мозга млекопитающих.

Очень близко к этому пониманию подошёл Н.А. Бернштейн, но далее ощущений это все никуда не вылилось. В его знаменитой фразе «... тонус как текучая физиологическая настройка и организация периферии к позе или движению есть не состояние упругости, а состояние готовности...», заполнены все нынешние проблемы произвольности и непроизвольности, базовое понимание хаотической работы не только «периферии», но и ЦНС, мозга человека. Это становится совершенно понятным, если считать удержание конечности в точке пространства, не как ДСП – стационарный режим, когда $dx/dt=0$ и $x_i=const$ (т.е. «не состояние упругости»), а как постоянную настройку к позе в пределах *квазиаттрактора*, параметры которых будут целиком зависеть от самой позы и от состояния всего организма. Сейчас мы показываем, что параметры *квазиаттрактора* являются маркерами внутреннего состояния мозга, ФСО и по параметрам тремора в ТХС можно диагностировать норму и начало патологии в организме. Параметры хаоса информативны, хаос имеет информацию для медиков, биологов и в этом главный вывод всей ТХС. Неопределенность (хаос) порождает определенность и предсказуемость. Эти выводы мы сейчас активно используем в разработке нового понимания и

формировании целей индивидуальной медицины с позиций ТХС и третьей парадигмы в целом. Рассмотрим элементы этого нового подхода с позиций неопределённости

5. Основные постулаты индивидуальной медицины в аспекте неопределённости

Персонифицирование в медицине возможно в двух случаях, точнее, при выполнении двух условий. Во-первых, на базе конвергенции двух типов медицины (европейской и восточной) и, во-вторых, внедрения методов идентификации параметров порядка (диагностических признаков), которое должно происходить на фоне персонификации самих этих параметров порядка. Иными словами, такие ПП должны быть идентифицированы для каждого пациента индивидуально. Строго говоря это означает, что размерность фазового пространства для каждого больного может быть своя, тогда и модели патологических процессов у каждого больного будут свои.

В этом заключается главное противоречие и трудность развития персонифицированной медицины, т.к. она требует учета единичного и случайного (основа ТХС), а европейская медицина основывается на статистике (средних значениях, дисперсии, стандарте отклонения). Совершенно ясно, что в рамках стохастики персонификацию невозможно выполнить (т.к. объект, т.е. пациент, один и неповторяемый, с особыми индивидуальными свойствами, со своим фазовым пространством состояний и своими индивидуальными параметрами порядка). Иными словами, организм каждого человека – это система третьего типа со своими complexity и он требует особого подхода в его изучении в рамках ТХС. Понимание этого основывается на ответах нескольких фундаментальных вопросов. Рассмотрим их.

На чем должна основываться персонифицированная медицина?

Вся современная теория патологии основана на создании образа среднего (статистически) больного с той или иной патологией. На том или ином периоде развития болезни учебники «говорят», какие должны быть патофизиологические параметры, какие биохимические показатели,

значения параметров функции тех или иных органов или систем. В общем, в европейской медицине всегда имеем усредненные значения компонент вектора состояния организма человека (ВСОЧ) в виде $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ и врач должен ориентироваться на эти средние показатели, иначе он отойдет от инструкции, от правил (что трактуется часто как нарушение врачебной этики и закона). В таком подходе имеются преимущества (оказывается помощь основной, среднестатистической массе пациентов), но имеются и недостатки (что делать с «необычными» пациентами, у которых x_i выходит далеко за пределы 3-х среднеквадратичных отклонений?).

Именно такая медицина хорошо себя зарекомендовала на протяжении последних двух-трех столетий, и поэтому она постоянно старается дать жесткий регламент всем действиям врача при назначении лечения. Не отвергая правомочность такого ДСП в медицине, его реальных возможностей в лечении любых больных, нам хочется выделить уже имеющиеся тенденции в европейской медицине, которые являются следствием именно третьей парадигмы и которые все активнее внедряются в жизнь.

Во-первых, как это было и в 18-м, 19-м веках, и сейчас, врачей особо интересуют именно редкие отклонения от нормы. Назначая лекарственные препараты, врач обязательно должен выяснить аллергический статус больного. Не будет ли нежелательной реакции на инъекции или прием (в виде таблеток, например лекарственных препаратов). Но эти данные сугубо индивидуальные.

Во-вторых, ранее только восточная медицина обращала внимание на отдельные артефакты, а теперь некоторые из них возведены в ранг эталонов ДСП. Поясним конкретным примером. Сейчас активно в медицине используется холтеровское мониторирование. В чем его суть с позиций третьей парадигмы? За сутки (в среднем) в сердце происходит (в покое 60 ударов в минуту, 3600 ударов в час) 86400 ударов. Уже сама эта цифра весьма неточная, т.к. есть люди с брадикардией (цифра меньше) и тахикардией (цифра больше). Более того, за сутки брадикардия может переходить в

тахикардию и наоборот (из-за патологии, мышечной нагрузки, психических стрессов и т.д.). Возникает вопрос: если за сутки на этом фоне будет несколько десятков или сотен экстрасистол, то это что? Патология или норма? А если патология, то чем она может закончиться? А если будет одна или две «пробежки», то каков прогноз для этого пациента?

С позиций статистики – все это – ничто, т.к. даже сто пробежек за сутки выходит за пределы трех сигм, а мы такие редкие процессы с частотой 10^{-4} в рамках ДСП должны игнорировать. Однако, для персонифицированной медицины даже одна «пробежка» за сутки – уже некий сигнал о развитии ранней патологии (хотя она в пределах 10^{-5} частоты, а все, что выходит за 0,003 вероятности в ДСП уже отбрасывается). Что такое единичное и случайное в ДСП (сейчас в рамках традиционной стохастики сто экстрасистол – ничто) и в ТХС, т.е. в персонифицированной медицине, где каждое (!) отклонение уже значимо! Где граница между единичным и случайным (unique), а также повторяющимся и закономерным? Ведь организм человека – это не техническая система, не машина, когда какая-либо деталь является бракованной и мы ее выбрасываем и заменяем новой (в организме органы и ткани просто не заменимы!).

Индивидуальный подход в медицине уже сейчас требует учета всех артефактов, которые могут быть предвестниками грядущих (приближающихся) патологий. Малое начинается с большого (но очень редкого) отклонения! И такое отклонение может быть уникальным, редчайшим (как сердце с правой стороны).

Итак, единственное и случайное в ДСП – ничто, а в рамках третьей парадигмы, ТХС – оно увеличивает размеры квазиаттракторов, уводят ВСОЧ в другие области фазового пространства. Это все является сигналом о том, что мы имеем другой (отличный от среднего статистического) организм.

Нужны новые биоинформационные подходы для отхода от среднестатистических методов и ухода в персональную медицину, нужны системы персонального и длительного наблюдения функций организма каждого (!) будущего пациента. Очевидно, что эти

системы должны быть автоматизированные, компактные, дешевые и интеллектуальные (они должны подсказывать врачу его будущие действия).

Средства современной биоинформатики уже позволяют все это делать. Новые информационные технологии нужны для многоканального сбора информации (для нас это означает наблюдать квазиаттракторы в фазовом пространстве состояний (ФПС)), ее обработки и принятия решений. А это все терабайты информации, многомерные пространства, методы ТХС. Более того, индивидуальная (персонифицированная) медицина предполагает в рамках ТХС постоянный учет гигантских флуктуаций параметров ВСОЧ, мониторинг их выхода за пределы трех сигм, анализ этих отклонений постоянно, а не эпизодически, как это мы имеем сейчас в реалии.

Все сводится к следующим основным моментам или знаковым фактам в современной медицине при ее переходе к ПМ:

1. Мы должны констатировать, что единичные и случайные отклонения в параметрах вектора состояния организма человека (ВСОЧ) не являются единственными, т.к. скоро, из-за эволюции функций организма, они перейдут в стационарные патологические состояния и тогда они уже не будут являться случайными (случайность переходит в стационарность). Образно: малое порождает большое – другое состояние ВСОЧ, которые мы определяем как патология, а в конечном виде как старение и смерть. С позиции квазиаттракторов это представляется как их движение в ФПС в сторону смертельного аттрактора [4]. Причем для каждого индивидуума скорость такого движения будет различной (а мы уже научились измерять эту скорость движения!).

2. Поскольку эти редкие и случайные отклонения параметров ВСОЧ регистрировать очень тяжело, то для этого необходим постоянный мониторинг ВСОЧ. Это, в свою очередь, требует разработки и внедрения новых методов медицинской кибернетики (для регистрации, обработки и компьютерного принятия решений). В первую очередь сюда можно отнести и методы многомерных фазовых пространств,

другие методы ТХС, которые сейчас активно разрабатывают Сургутская и Тульская школы биоинформатики и медицинской кибернетики. Отсюда вывод: по мере возрастания роли клинической (медицинской) кибернетики будут расширяться и методы ПМ, нарастать ее значение в медицине в целом.

3. Все отмеченное выше сейчас называется попыткой сделать медицину персонифицированной, индивидуальной и это можно реально сделать, если активно внедрять третью парадигму в медицину, использовать методы ТХС, которые сейчас разрабатывают наши коллективы. Персонифицированная медицина невозможна без учета индивидуальных общих свойств и без учета и анализа единичных отклонений ВСОЧ, которые влияют на параметры квазиаттракторов. Все это называется тонкой структурой поведения параметров функций организма человека, и эта тонкая структура может быть познана методами ТХС. Динамика микрохаоса ВСОЧ может быть изучена в рамках анализа параметров квазиаттракторов, которые именно и представляют тонкую структуру поведения параметров функций организма человека в многомерном фазовом пространстве состояний.

Реализация выше обозначенных трех кластеров (условий) на базе ТХС и изучения тонкой структуры динамики поведения ВСС в ФПС, т.е. сложных биосистем, позволяет, фактически, реализовать базовые принципы профилактической медицины. Это объясняется ранней диагностикой начальных стадий развития патологических процессов, своевременным заданием внешних управляющих воздействий (ВУВов), мониторингом результатов действий этих ВУВов (в том числе и на базе методов восстановительной медицины, о которой столько сейчас говорят, но столько мало делают). Иными словами профилактическая медицина является важным кластером персонифицированной медицины, которая требует учета редких явлений (выход за 3 сигмы) и коррекции этих отклонений методами профилактики и реабилитации и заранее, упреждающе.

Существуют три тяжелых противоречия между развитием ПМ и современной европейской медициной:

1. Персонифицированная медицина (ПМ) очень близко подошла по идеологии, целям, задачам к ТХС, а это для неё уже опасно. Но это сближение неизбежно и закономерно, иного развития всей медицины – нет.

2. ПМ весьма затратное мероприятие, требует автоматизации и информатизации, разработки новых подходов и новых знаний. Но самое главное – внедрение мировоззрения ТП в практическую медицину, а это наука стереотипов, стандартного мышления и многого другого, что принято в ДСП. Все это очень сложно не только для развития врача (знания он получал в рамках ДСП), но и для членов РАМН и РАН.

3. В любом действии системы «врач - пациент» уже заключен принцип персонификации: сколько пациентов – столько и методов лечения (дозы, тактика, выбор препаратов и параметров ...) любая европейская медицина с этих позиций персонифицирована, но она плохо знает синтез, параметры квазиаттракторов ВСОЧ до момента попадания пациента к врачу и в этом кроется главная трудность современной медицины.

В целом, основная задача персонифицированной медицины – это ранняя диагностика первых симптомов развивающейся патологии (диагностика донозологических форм), превентивные меры по устранению этих первичных признаков и как результат этих действий – уменьшение размеров квазиаттракторов, возврат их в первоначальную форму нормогенеза (квазиаттрактор нормы). Эффективность таких превентивных мероприятий определяется ранней диагностикой на базе анализа редких, нерегулярных отклонений параметров вектора состояния организма человека и научно обоснованными управляющими воздействиями не только со стороны врача, но и самого пациента. Он может изменить образ жизни, экологические условия, предпринять определенные другие действия, выходящие за рамки минимума оказания медицинской помощи, которую в столь малом количестве (и качестве) сейчас гарантирует Российское законодательство.

Сохранение собственного здоровья – забота гражданина в первую очередь а потом уже всех остальных людей, структур, организаций. Однако, такая идеология еще очень тяжело проникает в сознание не только рядовых граждан, но и людей состоятельных, обеспеченных. Нам не известны примеры пожертвований на строительство и работу высокочеловеческих клиник, как это было в дореволюционной России или в ряде высокоразвитых стран. Богатые люди РФ не вкладывают средства и в развитие медицинской науки, как это происходит в США, например. С позиций медицины и геронтологии в частности, рядовой гражданин может физиологически жить лучше, чем иной миллионер и в этом заключается еще одна парадоксальность нашей современной жизни в России.

Заключение

1. Любые параметры *вектора состояния организма человека* (постуральный тремор, кардиоритмы, электроэнцефалограмма, биохимические параметры в норме и при заболеваниях) совершают хаотические движения в пределах некоторых областей фазового пространства, которые мы обозначаем как *квазиаттракторы*, параметры которого – это параметры хаоса и хотя хаос – минимальная неопределенность, но его параметры порождают определенность и служат диагностическими признаками в медицине и биологии. Неопределенность порождает определенность
2. Любая хаотическая динамика систем третьего типа оценивается параметрами квазиаттрактора и является важной характеристикой состояния биологического (медицинского) объекта, его эволюции и прогноза конечного состояния, измеряя его, мы можем судить о произвольности или о непроизвольности в организации движений и тем самым показываем единство произвольности и непроизвольности, единство хаоса и порядка, определенности и неопределенности.
3. Параметры *квазиаттрактора* количественно и интегративно представляют индивидуальные свойства

организма, могут служить мерой состояния гомеостаза (находится ли организм в состоянии нормогенеза или патогенеза) и что самое главное, они являются индивидуальными интегративными параметрами конкретного человека (животного). Последнее открывает новые перспективы для развития персонифицированной медицины. Каждый человек может иметь свой фазовый портрет (свой персональный *квазиаттрактор*) по разным кластерам измерений (биомеханика, биохимия, работа сердца, психика и т.д.). Об этом можно было мечтать в эпоху И.П. Павлова и П.К. Анохина, но сейчас эти мечтания реализуются на практике.

4. Открываются новые перспективы в области всей медицины и персонифицированной, в частности, т.к. появляются интегративные показатели не только для отдельных видов заболеваний, но и для каждого человека (его индивидуальный *квазиаттрактор*) при тех или иных видах патологии. Нами получены примеры: то, что для одного человека – норма, то для другого – может быть областью ФПС, соответствующей патологии и наоборот. Открываются новые перспективы для практической медицины, экспериментальной биологии, экологии и др. естественных наук. Более того, на примере тремора показана сейчас полная инверсия понятий: хаос в динамике тремора – это норма для организма, это его стационарное состояние, наоборот, появление периодичности и тем более статические состояния ($dx/dt=0$) представляют патологию, а в конечном виде и смерть организма. Все это чувствовали наши великие предшественники (И.П. Павлов и П.К. Анохин), но они не имели возможно количественно это измерять, ТХС дает теперь такую возможность.

Литература

1. Введение в компартментную теорию респираторных нейронных сетей / В.М. Еськов. – М.: Наука, 1994. – 167 с. – ISBN 5-02-004750-3.

2. Еськов В.М., О.Е. Филатова. Компьютерная идентификация респираторных нейронных сетей. – Пушино.: изд-во Пушкинского научного центра РАН, 1994. – 92 с.
3. Eskov V.M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // Neurocomputing. 1996. – v. 11 (2-4), p. 203-226.
4. 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.
5. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // Complexity. – 1997. – Vol. 3, №1, – P.13-9.
6. Mayr. E.W. What evolution is. New York: Basic Books. 2001. 349 p.
7. Prigogine I.R. The Die Is Not Cast // Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation. Vol. 25, No.4. January 2000. P. 17-19.
8. Taleb N. The black swan: the impact of the highly improbable / Random House; New York, 2007, 401p.

**UNCERTAINTY AND
UNPREDICTABILITY - BASIC
PROPERTIES OF BIOMEDICINE
SYSTEMS**

*Filatova O.E., Kchadarzev A.A.,
Eskov V.V., Filatova D.U.*

It was postulated: I.P Pavlov and P.K Anokhin were the first scientists in the world who postulated the great uncertainty in medicine and physiology. The internal structure and number of systems elements were ignored by the scientists. The behavior of complex systems have not any definiteness and we must control the connectedness between input and output signals for every complex biosystems. It was beginning of future theory of chaos and selforganization which are created by us now. Certainty and uncertainty are the basic properties of special third type of systems.

Key words: *quasiattractor, microchaos, postural tremor, parameters of orders, network.*