

УДК [114:167:61]:530.191

**ФРАКТАЛЬНЫЙ ПОДХОД КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ ОСНОВАНИЕ
ВЗАИМОСВЯЗИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И МЕДИЦИНЫ****Поликарпов В.С., Поликарпова Е.В., Поликарпова В.А.***ГОУ ВПО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, e-mail: nellenele@gmail.com*

Цель статьи – показать значимость фрактального подхода в качестве методологического основания взаимосвязи современного естествознания и развивающейся медицины, чтобы значительно повысить эффективность применения новейшей медицинской техники в деятельности врачей. Материалы и методы. В данной статье выбран фрактальный подход, широко используемый в науке, в качестве методологии научного познания, что позволяет показать объективную взаимосвязь современного естествознания и медицины. Также использованы методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем как методологии исследования медико-биологических сигналов. Результаты. Впервые показана роль фрактального подхода в качестве методологии научного познания, выявляющая утраченную взаимосвязь современного естествознания и развивающейся медицины. Впервые обозначена область возможностей использования методов математического моделирования измерительно-вычислительных систем как методологии исследования медико-биологических сигналов (электрокардиосигналов).

Ключевые слова: методология, фрактал, хаос, динамическая система, математическое моделирование, естествознание, медицина, медико-биологический сигнал, электрокардиосигнал

**FRactal Approach as Methodological Base of the Connection
of Natural Science and Medicine****Polikarpov V.S., Polikarpova E.V., Polikarpova V.A.***Southern Federal University, Rostov-on-Don, e-mail: nellenele@gmail.com*

The purpose of the article is to show the importance of fractal approach as methodological base of the connection of modern natural science and developing medicine to increase much efficiency of appliance of recent medical techniques in doctors' activity. Materials and methods. This article uses a fractal approach, much applied in scientific research, as methodology of scientific cognition that let demonstrate a real link of contemporary natural science and medicine. The methods of mathematical modeling of measuring and calculating systems are also used as methodology of medical and biological signals research. Results. Firstly is shown the role of fractal approach as methodology of scientific cognition, opening lost correlation of modern natural science and developing medicine. First the area of potential of using of mathematical modeling methods of measuring and calculating systems as methodology of medical and biological signals research is marked out.

Keywords: methodology, fractal, chaos, dynamic system, mathematical modeling, natural sciences, medicine, medical and biological signal

В 2012 году на пленарном заседании ООН был принят документ, в котором обозначены следующие главные вызовы мировому сообществу и соответствующие им основные приоритеты в здравоохранении на ближайшее время, а именно: сердечно-сосудистые и онкологические заболевания, сахарный диабет и хронические обструктивные болезни легких. За последние годы в большинстве стран мира значительно выросли заболеваемость и смертность, связанные с этими заболеваниями, причем первое место здесь принадлежит сердечно-сосудистым заболеваниям. Следует также иметь в виду тот фундаментальный эмпирический факт, что на данные заболевания приходится порядка 70% (на сердечно-сосудистые заболевания – 30%) всех негативных экономических, социальных и морально-этических последствий.

Одной из причин сложившейся ситуации является то, что современные врачи не могут освоить высокотехнологичную диагностическую аппаратуру, созданную инженерами на основе современных достижений фундаментальной науки и принципах

аналитического мышления. В связи с этим возникает проблема понимания современными врачами самого термина «медицина». В «Краткой Российской энциклопедии» дана следующая дефиниция медицины: Это «область науки и практическая деятельность, направленные на сохранение и укрепление здоровья людей, предупреждение и лечение болезней» [1]. Из этой дефиниции следует, что медицина представляет собою и науку, и практическую деятельность, однако существующая социокультурная ситуация в ряде развитых стран Запада и России заставляет врачей акцентировать внимание на практической стороне медицины, так как врач должен принимать во внимание юридически оформленные нормы в «национальном руководстве» по направлениям медицины многих стран мира.

В результате игнорируется научная сторона медицины, основанная на законах природы, что блокирует освоение врачами новейшей медицинской аппаратуры, обрекает практическую медицину на застой и кризис в своем развитии, на неумение врачами пользоваться методологией научного познания.

Фактически перед нами кризис в практической медицине, связанный с кризисом самого медицинского образования, в котором отсутствуют, во-первых, методология научных исследований, без которой сейчас не обходятся ни фундаментальная наука, ни современный бизнес, во-вторых, адаптированные к различным направлениям медицины курсы биофизики, биохимии, позволяющие выявлять первопричины патологии, в-третьих, математические методы моделирования и метрологии. В свете всего этого становится понятным, что в условиях открытий в фундаментальных науках и происходящей технологической революции все большую значимость приобретает научная медицина, использующая спектр методологий научного исследования. Сейчас широко распространяется применение в различных областях современного научного и технологического знания фрактального подхода (фрактального исчисления, выросшего в рамках синергетической парадигмы) и математического моделирования измерительно-вычислительных систем как методологических оснований научных исследований.

Материалы и методы исследования

Внимание философов и методологов науки сейчас приковано к ряду кардинальных изменений, происходящим в различных областях науки и техники, а именно: развитию теории квантовой информации, созданию на ее основе квантовых компьютеров, возможностям геной инженерии, виртуальной реальности, нанотехнологии, нейронаук, искусственного интеллекта, компьютерных психотехнологий, робототехники и пр. Однако в тени всех этих многочисленных, широко освещаемых в литературе изменений (несомненно, призванных сыграть важную роль в дальнейшей судьбе мировой цивилизации), практически незаметно в различных сферах человеческого познания и деятельности происходит выдвигание на первый план фрактальной парадигмы. Иногда этот процесс даже квалифицируют как фрактальную революцию. Ведь в современной науке, наряду с новыми информационными и коммуникационными технологиями, все шире используются синергетическая и немарковская парадигмы, а также и фрактальное исчисление, которые влекут за собою весьма непривычные для человека пространственные и временные представления, которые дают возможность описывать новый уровень сложности окружающего мира и самого человека.

В современной теоретической и экспериментальной физике понятие фрактала является одной из ее фундаментальных парадигм, так как она используется для исследования сред с фрактальной структурой, качественного анализа линейных уравнений смешанного типа, моделирующих экстремальные процессы, протекающие в режимах с обострением, процессов теплообмена в средах с фрактальной организацией и памятью, изучения при помощи теории фракталов, дробной размерности и дробных операторов в радиофизике и радиолокации, математической физике, нейробиологии, генетике и других отраслях

научного знания и технологиях [2]. Социология насыщена «беспорядочными» фрактальными конструкциями, описывающими ритм периодов войны и мира, неравномерное распределение благ в обществе, преобладание в промышленности крупных корпораций и пр. В экономике, технике, физике и других сферах человеческой деятельности для решения ряда задач используются фрактальные измерения, связанные с топологией, которая оказалась весьма успешной на практике. Так, решение проблемы универсальности фрактальной геометрии перкулирующих множеств в космической электродинамике (построение самосогласованной модели турбулентного токового слоя, анализ явления магнитосферной суббури, обсуждение вопросов, связанных с образованием и эволюцией крупномасштабных магнитных полей в фотосфере Солнца и межпланетном пространстве) привело к необходимости использования топологической теории фрактальных множеств [3]. Здесь ключевым моментом является слияние «традиционной» фрактальной геометрии и дифференциальной топологии, что нашло свое выражение в таких новых математических образах, как дробное евклидово пространство и фрактальное многообразие.

Язык фракталов фиксирует такое фундаментальное свойство реальных явлений, как самоподобие: мелкомасштабные структуры повторяют форму крупномасштабных. Сам термин fractal (фрактал) был предложен западным ученым Б. Мандельбротом, разработавшим фрактальное исчисление, которое нашло применение во многих областях человеческой деятельности, начиная с финансов и заканчивая физикой [4]. Так, в случае фиорда или картограммы самоподобие состоит в бесконечно прихотливых изгибах, а в случае кровеносных сосудов, морозных узоров или функционирования маркетинга – в бесконечно разнообразных ветвлениях. Фрактал представляет собой нелинейную структуру, которая сохраняет самоподобие (самоаффинность) при неограниченном изменении масштаба (перед нами пример математической идеализации). Ключевым здесь является сохраняющееся свойство нелинейности. Существенно при этом то, что фрактал имеет дробную, в пределе иррациональную размерность, благодаря чему он может выступать как способ организации взаимодействия пространств разной природы и размерности (например, нейронные сети, взаимодействие индивидов и пр. можно рассматривать в качестве фракталов). Особенностью фрактала является то, что он не имеет, подобно лейбницеvской монаде, ни начала, ни середины, ни конца, т.е. он делокализован, не обладает границами. Фрактал выступает ключевым понятием синергетики – он прекрасно описывает самоорганизацию любой системы, моделирует ее саморазворачивание, его свойства с трудом воспринимаются нашим мышлением. Однако, фрактальная логика, оперируя парадоксальными логическими объектами, дает возможность решать задачи мышления, которые невозможно разрешить в рамках существующих логик [5]. Поэтому аналогично тому, как для философского осмысления новых информационных технологий на Западе и в Китае возникла философия киберпространства, философия связи и информации или философия информации, так и теперь на первый план выдвигается философия фрактального мира [6], выступающая в качестве методологии.

В философско-методологическом плане несомненный интерес представляет быстро развиваю-

щаяся математическая дисциплина – фрактал и хаос в динамических системах, имеющая приложения в современной науке. Она хорошо вписывается в современную стохастическую, нелинейную картину мира (здесь прекрасно работает синергетический подход), описывая системы нашего иерархического мира, начиная с микромира и кончая нашей Вселенной. Разнообразные модели динамического хаоса и турбулентность в воде, атмосфере, кровеносной системе человека и космической среде, флуктуации температуры и плотности разнообразных систем окружающего мира – все они носят фрактальный характер, обладая пространством дробной размерности.

Необходимо принимать во внимание факт дополнительного характера фрактального и линейного подходов к описанию мира, в том числе и человека, что дает возможность более глубокого понимания их природы. Действительно, сейчас выдвинута новая концепция интерференционно-волновой когерентности в живой природе. «Одним из «языков» передачи информации внутри кластера биоклеток и между соседними кластерами является мультифрактальность этих образований. Именно наличие в биосистемах явлений кооперирования, поддерживаемых сопутствующим этим явлениям полем (в т.ч. электромагнитной природы...), позволяют в живой материи реализовывать крупномасштабные структуры распределенного типа. Такие структуры должны оставаться объектом тщательного исследования и в 21 веке» [7, 9]. Одной из таких крупномасштабных структур распределенного типа и является организм человека, исследование которого на разных уровнях весьма эффективно посредством использования фрактальных и синергетических принципов. Таким образом, концепция фрактального описания мира исходит из неразрывной связи человека и космоса, т.е. фрактальный подход является одним из методологических оснований взаимосвязи естествознания и медицины.

Наиболее рельефно методологическая значимость фрактального подхода для описания такой взаимосвязи выражена в появлении так называемой медицины III как адекватного ответа на кризисное состояние фактически всех современных западных и восточных, народных и научных медицинских моделей и практик. Именно для этой медицины характерны, во-первых, человеческое и социокультурное измерение; во-вторых, холистский подход, когда человек рассматривается в единстве всех его духовных и психофизиологических измерений; в-третьих, квантовомеханическая трактовка устойчивости организма на микро- и макроуровнях его существования (медицина в этом случае является квантовой); в-четвертых, понимание болезни и здоровья как различных состояний организма, представляющего собою многоуровневую, динамическую равновесную систему, обладающую свойствами фрактальности; в-пятых, её существование обусловлено развитием комплекса современного точного естествознания [8, 507–510]. Именно в контексте общих идей и принципов медицины III следует рассматривать создание новых лекарственных средств и новых медицинских приборов, что требует решения проблемы точности измерения диагностических сигналов (электросигналов), а также новых знаний о путях достижения данной цели.

В итоге с данной проблемой диагностики в общем плане прежде всего сопряжена сложная методологическая проблема, которая связана с трудностями при измерении физиологических параметров, когда

используются прямые и косвенные измерения, когда особенности любого сигнала, в том числе и медико-биологического, выявляются при помощи математического дифференцирования, когда вмешивается ряд внешних факторов и патологические процессы. Другими словами, медико-биологический сигнал подвергается различного рода искажениям измерительными системами, что не дает истинной картины состояния различных органов организма человека. Необходимо иметь в виду, что в соответствии со стандартным принципом практики измерений объект при измерении должен испытывать как можно меньшие возмущения, тогда и искажения окажутся меньшими.

В настоящее время заслуживает внимания теория измерительно-вычислительных систем (ИВС) как средства измерений, которая основана на математическом формализме редукции измерений, что дает возможность по результатам измерений в системе «измеряемый объект-среда-измерительный прибор» получать максимально точное описание ненаблюдаемой системы «исследуемый объект-среда», не искаженной измерениями (что связано с фрактальной методологией): «Другим важным следствием теории ИВС (наряду с методом редукции измерений – В.П., Е.П., В.П.) является новый принцип измерений, согласно которому при измерениях на ИВС характеристики измеряемого объекта, взаимодействующего с ИК (ИК – измерительная компонента ИВС – В.П., Е.П., В.П.), могут быть существенно искажены по сравнению с их значениями, свойственными объекту в его естественном состоянии, не возмущенном измерением и интересующим исследователя» [9, 5]. Если на уровне измерительной компоненты все процессы подчиняются физическим законам со свойственными им известными ограничениями и запретами – термодинамическими, дифракционными, квантовыми и др., то на уровне ИВС ситуация является принципиально иной, так как вычислительная компонента дает возможность математически смоделировать и вычислить то, что непосредственно ненаблюдаемо. ИВС представляет собою принципиально новый класс измерительных средств, позволяющих конструировать идеальные измерительные приборы для научных и практических исследований объекта в его естественном состоянии. Именно ИВС способна принести существенные результаты в ходе использования её в медицине, в том числе и при исследовании медико-биологических сигналов, в частности электро-сигналов.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что впервые использован фрактальный подход как методологическое основание взаимосвязи современного естествознания и медицины, что впервые высказано положение о применении фрактальной методологии в области ИВС для исключения искажений биомедицинских сигналов (электрокардиосигналов). Эти результаты хорошо коррелируются с фрактальной природой живого и фрактальностью каналов в организме человека. Одной из особенностей природы фрактала является то, что рассматриваемый в виде точки фрактал

(поперечный разрез) может на более близком расстоянии дифференцироваться на ту или иную совокупность точек – кластер, каждая точка которого вновь дифференцируется на кластер и т.д. (примером этого служит пыль Кантора). Такого рода образование носит название фрактально-кластерной архитектуры, выражающей самоподобие фрактала, его геометрии, отражающей тот или иной уровень размерности [10, 68]. Если к этому прибавить принцип самоаффинности и конгруэнтности фрактала, то этот фрактально-кластерный подход вполне способен выступать методологическим основанием для описания взаимосвязи современного естествознания и развивающейся медицины.

В применении к современной кардиометрии, занимающейся проблемой искажения электрокардиосигналов, плодотворным оказывается фрактальность каналов в целостном организме человека. В качестве иллюстрации можно привести следующую схему: представим себе некий остров с озером пресной воды, который окружен морем с соленой водой. Если провести канал с пресной водой из озера и канал с морской водой из моря так, чтобы они сблизились, но не пересекались вплоть до бесконечного уменьшения расстояния между ними, то получится конструкция – канал с пресной водой, перегородка и канал с морской водой. Эта очень сложная конструкция и представляет собою фрактал: «Данные фрактальные образования, в которых может находиться и более трех стихий, представляют, в частности, переплетение легочной, нервной, кровеносной, лимфатической и т.д. систем у многих как наземных, так и водных животных. При этом они не перемешиваются, а функционируют как бы независимо друг от друга. И лишь на самом последнем этапе – в нашем случае в альвеолах легких, – где происходит газовый обмен, они начинают взаимодействовать. Именно на последнем этапе происходит обмен теми или иными продуктами обмена веществ, энергией или информацией. Здесь просматривается иная природа, иная топология» [10, 69]. Такой подход применим и в случае использования электрокардиосигналов на основе ИВС, что позволит получить неискаженные данные о функционировании сердечно-сосудистой системы человека.

Заключение

Впервые выявлено значение фрактального подхода как методологии научного познания, восстанавливающая утерянную взаимосвязь современного естествознания и развивающейся медицины. Впервые на основе фрактальной методологии установлен спектр возможностей применения методов математического моделирования измерительно-вычислительных систем как методологии исследования медико-биологических сигналов (электрокардиосигналов). Сделан первый шаг на пути выхода из существующего кризиса в медицине посредством использования фрактальной методологии как основания взаимосвязи современной науки и медицины. Перспективы преодоления данного кризиса связаны с применением такого ряда научных методологий, как тензорная методология, квантовая механика, теория квантовой информации, искусственный интеллект, нанонаука в качестве методологии, трансдисциплинарная стратегия исследований и др.

Список литературы

1. Краткая Российская энциклопедия: [в 3-х т.] / сост. В.М. Карев; худ. А.Б. Евсеева. – М.: Большая Российская энциклопедия: ОНИКС 21 век. – 2003. – Т. 2. – 1135 с.
2. Потапов А.А., Гильмутдинов А.Х., Ушаков П.А. Фрактальные элементы и радиосистемы: Физические аспекты. – М.: Радиотехника, 2009. – 200 с.
3. Зеленый Л.М., Милованов А.В. Фрактальная топология и странная кинетика: от теории перколяции к проблемам кинетической электродинамики // Успехи физических наук. – 2004. – Т. 174, № 8. – С. 809–852.
4. Mandelbrot B.B. The Fractal Geometry of Nature. San Francisco. – 1982.
5. Тарасенко В.В. Фрактальная логика. – М.: Прогресс-Традиция, 2002. – 160 с.
6. Поликарпов В.С., Обуховец В.А. Философия фрактального мира. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – 100 с.
7. Новая концепция интерференционно-волновой когерентности в живой ткани / Т.Н. Овсянникова, С.В. Пех, Л.В. Свешникова, Ю.В. Човнюк // Вестник новых медицинских технологий. – 2000. – Т. 7, № 3/4. – С. 13–15.
8. Аршинов В.И., Малый А.В., Попов П.А. Медицина III и опыт применения препарата «Стимулин Д» // Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – С. 507–512.
9. Пытьев Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 400 с.
10. Богатых Б.А. Фрактальная природа живого: Системное исследование биологической эволюции и природы сознания. – М.: Книжный дом «Либроком», 2012. – 256 с.