

**ПРЕДПОСЫЛКИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА
ПРИ АНАЛИЗЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ
В МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
(обзор литературы)**

Е.Н. МИНИНА

*Таврическая Академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,
проспект Вернадского, 4, Симферополь, 295003, Республика Крым*

Аннотация. Учитывая теоретические предпосылки, рассмотренные в данной статье, концептуально важным вопросом в медико-биологических исследованиях является необходимость дополнительного когнитивного анализа адаптивной функциональной системы. Оптимальное управление и регулирование сложной системой (например, кардиореспираторной), учитывая иерархичность её строения, носит явно выраженную когнитивную процессуальность и помимо структурного следа адаптации, будет так же характеризоваться наличием функционального «следа» адаптации.

Распознавание и прогнозирование (с помощью целостного когнитивного «образа» функциональной системы) вектора возможных состояний может приводить к формированию ответа, позволяющего избежать или минимизировать внешние и/или внутренние воздействия и более адекватно осуществлять поддержание гомеостаза. Неявные закономерности функционирования отражают эволюционно сложившиеся (в процессе развития сложноорганизованной иерархической многофункциональной системы организма человека и его подсистем) особенности саногенетической направленности.

Соответственно, построение технологий когнитивного анализа, основываясь на методиках диагностики, способных идентифицировать когнитивные процессы, требуют дополнительного изучения и формирования инновационных методологических подходов. Динамика системного поведения в достижении положительного приспособительного результата и характеристика осуществляемых при этом процессов должна анализироваться способом, *конгруэнтным* к изменениям архитектуры функциональных систем организма и соответствующим изменением их паттерна с выявлением характерных особенностей. Высокая разрешающая способность когнитивных методов и подходов исследования позволяет выявлять скрытые закономерности функционирования и ранние признаки формирования патологических систем.

Когнитивный подход в медико-биологических исследованиях позволит решить важные и практически значимые проблемы персонифицированной медицины, главная задача которой – это ранняя диагностика первых симптомов развивающейся патологии, превентивные меры по устранению этих первичных признаков.

Ключевые слова: когнитивный подход, функциональный след адаптации, когнитивный образ, технологии когнитивного анализа функциональной системы.

**PREMISES AND ACTUAL ISSUES OF THE COGNITIVE APPROACH IN THE ANALYSIS
OF FUNCTIONAL SYSTEMS IN BIOMEDICAL RESEARCH (literature report)**

E.N. MININA

*Crimean Federal Vernadsky University
Vernadsky av., 4, Simferopol, Republic of Crimea, 295003, Russia*

Abstract. Taking into account the theoretical premises considered in this article, the conceptually important issue in biomedical research is the need for additional cognitive analysis of the adaptive functional system. Optimum control and regulation of a complex system (for example, cardiorespiratory), taking into account the hierarchy of its structure, has a pronounced cognitive process and, in addition to the structural adaptation trail, will also be characterized by the presence of a functional "trace" of adaptation.

Detection and prediction (using a holistic cognitive "image" of the functional system) vector of possible states can lead to the formation of response allowing to avoid or minimize the external and / or internal impact and more adequately carry out maintenance of homeostasis. The implicit principles of functioning may reflect evolutionary formed (during the development of complex structural hierarchy multifunctional system of the human's body and its subsystems) features sanogenetic orientation.

Thus, the construction of technologies of cognitive analysis based on diagnostic methods is able to identify the cognitive processes that require additional study and formation of innovative methodological approaches. The dynamics of systemic behavior in achieving a positive adaptive result and the characteristics of the

processes being implemented should be analyzed in a way that is congruent with changes in the architecture of the functional systems of the organism and the corresponding change in their pattern with the identification of characteristic features. High resolving power of cognitive methods and approaches of research allows to reveal the latent laws of functioning and early signs of formation of pathological systems.

The cognitive approach in biomedical research can resolve important and practically significant problems of personalized medicine, the main task of which is early diagnosis of the first symptoms of a developing disease, preventive measures to eliminate these primary symptoms.

Key words: cognitive approach, functional adaptation trace, cognitive image, technologies of cognitive analysis of functional system.

Введение. Сложившийся в современной медико-биологической науке традиционный подход к исследованию различных состояний организма в норме и патологии основывается на анализе набора соответствующих им хорошо очерченных отдельных симптомов. Парадокс диагностики состоит в том, что процесс научного медицинского познания, декларируя системный подход, как показывает практика, все еще недостаточно активно использует его возможности [1]. Большинство медико-биологических исследований относят к группе, которой характерны задачи с открытым списком необходимых условий, а алгоритм решения не может быть четко сформулирован. Прежде всего, это касается проблем дифференциальной диагностики, прогнозирования рисков возникновения и исходов заболевания, оценки эффективности методов лечения в случае сопутствующей патологии. При этом тщательное планирование исследования, рандомизация, определение типа распределения и подбор методов описательной и вариационной статистики при решении поставленных в исследовании задач часто оставляет «за кадром» неочевидные, скрытые факты и признаки при не достаточной «разрешающей» способности использованных методик.

Эти неявные закономерности функционирования, вероятно, могут отражать их эволюционно сложившиеся (в процессе развития сложноорганизованной иерархической многофункциональной системы организма человека и его подсистем) особенности саногенетической направленности. Как известно, становление гомеостатических и приспособительных механизмов, их тонкое сопряжение и специфическая интеграция, осуществляется по принципу функциональных систем [2-4] формирование которых обеспечивается путем мультипараметрической регуляции, не требующей устойчивости каждого отдельно взятого параметра системы. Между тем, компенсаторно-адаптационные изменения организации внутренней среды, возникающие в условиях патологии, также могут быть рассмотрены как формирование *новых путей достижения* положительных саногенетических результатов.

Таким образом, можно предположить, что динамика системного поведения в достижении положительного приспособительного результата и характеристика осуществляемых при этом процессов должна анализироваться способом, *конгруэнтным* к изменениям архитектуры функциональных систем организма и соответствующим изменением их паттерна с выявлением характерных особенностей.

В последнее десятилетие получает все большее распространение *когнитивный анализ* для исследования больших систем, функционирующих в условиях неопределенности разного рода, а также для управления развитием ситуаций в системах различной природы. В этом направлении активно работают коллективы ученых [5-15]. Целью когнитивного анализа больших систем является или выяснение механизма функционирования системы (механизма явлений и процессов, происходящих в системе), прогнозирование развития системы, управление системой, определение возможностей приспособления субъекта к существующей системе, или решение всех названных задач [13].

Основу методологии когнитивного моделирования [14, 15] составляет системный подход к изучению сложных систем [16] и опора на «*когнитивные способности и разрешающие возможности*» конкретной методики исследования, с заложенной функцией *распознавания*, существующей как в реальных системах при принятии решений, так и в процессе их моделирования человеком и реализованных в диагностических технологиях.

Такие направления исследований всегда лежат в плоскости междисциплинарности и несут синергетический смысл, а изучение функционирования и качеств сложных систем находится на пересечении трёх сфер – предметного знания, математического моделирования и философской рефлексии. Действительно, новые критерии научности включаются в научную культуру благодаря философскому обоснованию, что в дальнейшем предполагает осмысление философских оснований науки и её развитие [17].

В этой связи использование когнитивных методов оценки функционирования систем, формирующих адаптационный ответ организма, не оценено должным образом, мало отражено в литературных источниках и теоретически не обоснованно.

Цель данного обзора – актуализация когнитивного анализа системного функционирования в исследованиях адаптационных механизмов.

1. Эволюционизм и функционализм в становлении когнитивной эпистемологии. Первой когнитивной информационной системой в истории возникновения жизни, явилась генетическая программа, лежащая в основе развития и целесообразного поведения. Понятие когнитивности живых систем

на клеточном уровне (рецепторы на мембране клетки и др.) связывается с управляющей программой, выполняющей функцию «интеллекта», обеспечивающего целесообразное поведение, развитие. Как отмечает М. Эйген: «Первичная информация представляет собой функцию, которая обеспечивает своё собственное воспроизводство, информация приобретает смысл только через функцию, которую она кодирует. Таковую систему можно сравнить с замкнутой петлей» [18]. Для обеспечения эволюции необходима конкуренция самореплицирующихся (автокаталитических) систем. Ни нуклеиновые кислоты, ни белки, взятые по отдельности, не могут подвергнуться отбору и эволюционировать. Тем самым М. Эйгену удалось раскрыть эволюционный смысл процессов редупликации (удвоения, повторения) и синтеза информационных макромолекул. Отношения между нуклеиновыми кислотами и белками представляют собой сетевую иерархию «замкнутых петель». *Круговая логика взаимодействия* между причиной (ДНК) и следствием (белки) приводят к возникновению макроскопической функциональной организации, обладающей способностью к самовоспроизведению, отбору и эволюции.

Можно предположить, что «условно-рефлекторный» механизм явился прообразом интеллектуальной деятельности. В работах [19] теория И.П. Павлова рассматривается как основа логических операций интеллекта, включая генезис знакового отражения. Методологическое осмысление этой проблемы основывается на концепции Г.Х. Шингарова: «У истоков поворота... к проблеме знака и значения находится учение И.П. Павлова. Рассмотрение условного рефлекса как своеобразной формы семиотической деятельности дает возможность увидеть логическую взаимосвязь вещественно-энергетических и информационно-семантических процессов» [20]. Анализ условно-рефлекторных механизмов показал, что законы, открытые И.П. Павловым, являются основой элементарных логических операций, составляющих природу интеллекта. В работе [21] описан механизм формирования элементарного когнитивного (рефлексивного) осциллятора, способного «запоминать» последовательность значений тестов (как например, нуклеотидов в гене).

Другой аспект когнитивности связан с адекватностью отражения, – проблемой истинности информационных систем и их эволюции. Представление о «функциональной» природе истины связано с результатом отбора программ. Эволюционная «разумность» поведения системы определяется истинностью информации и игровой стратегией конкурентной борьбы. Генетическая программа представляет собой закодированный текст, отражающий объективный мир, что проявляется в адаптации организма к окружающей среде. Ошибки *когнитивного уровня*, переводятся в «эволюционную валюту», – успех в выживании, или гибель. Проявление интеллекта в игровой стратегии, обеспечивает выживание «умных» программ, согласно концепции «эгоистичного гена» [22].

Действительно, эволюционные процессы, вызваны не мифическим стремлением к росту сложности, а являются результатом разумных адаптивных свойств природы [23]. В ходе эволюции формирование иерархически организованных систем в онтогенезе связано с прогрессивным усложнением и наслаиванием друг на друга уровней регулирования, обеспечивающих совершенствование адапционных процессов [24]. Ещё в 19 веке академик Е.С. Фёдоров установил, что главным средством жизнеспособности и прогресса систем является не их приспособленность, а *способность к приспособлению*, то есть необходим уход от анализа свойства к анализу динамических свойств и качества процессов. Его осуществление осложняется конкурирующими взаимодействиями в сложных системах, характеризующиеся конфликтом интересов различных подсистем. Однако и в этих условиях естественно появление и достаточно стабильных (стационарных) состояний, достигаемых вследствие *взаимных компромиссов* конкурирующих субъектов. Такие состояния не являются наиболее предпочтительными для каждого субъекта в отдельности, но *оптимальны для системы в целом*. Между тем, биологическим, как и всем когнитивным системам, характерен такой путь адаптации как изменение целей, который отражает эволюционное приобретение управляющего параметра на любом уровне системной организации.

В ходе изучения процессов эволюции было показано, что сложные структуры не могут существовать без управления. А самоуправление появилось как следствие *эволюционной дифференциации*, специализации элементов. Эта мысль сформулирована в понятии «эгрессия». Эгрессия есть процесс появления «централистских» структур (правительство, власть, управление в социальных системах), которые повышают стабильность организации. Важно отметить, что понятия «организация» и «система» относятся как объективное и субъективное. Организация существует в природе независимо от сознания. Система – это способ отражения организации в сознании [25].

В процессе самоорганизации в сложной системе выделяются ведущие, ключевые переменные, подчиняющие остальные переменные, характеризующие объект [26]. Они были названы *параметрами порядка*. Пространство *параметров порядка* может иметь не большую размерность, а результаты их изучения находятся не на физическом уровне, а на математическом. Так же известно, что саморегуляция биосистем функционально близка к процессам, происходящим в самонастраивающихся системах, входящих в класс адаптивных систем, т.е. систем, способных находить оптимальное состояние в условиях изменяющихся во времени переменных внутренней и внешней среды [27]. Изучение процессов регуляции в развитии биологических систем явились предварительным вариантом современной исследователь-

ской программы познания динамики неравновесных процессов, а перенос между кибернетикой и биологией парадигмы инвариантности общих принципов регуляции и управления – актуальны со времён её зарождения [28].

Благодаря междисциплинарным взаимодействиям принципы универсального эволюционизма, объединили в единое целое идеи системного и эволюционного подходов. В центре внимания оказались наиболее фундаментальные процессы, связанные с наследственностью и эволюцией. Вероятно, к признакам общности можно отнести определённые функциональные технологии, выявление которых в живых системах интересовало учёных во все времена.

Так, в первой половине XX века, выдающимся русским физиологом А.А. Ухтомским была разработана концепция «функционального органа» и «доминанты». При этом под органом он подразумевал всякое временное сочетание сил, способное осуществлять определённое достижение [29]. Эти идеи были развиты в дальнейшем в теории функциональных систем П.К. Анохиным, К.В. Судаковым, в концепции «Универсальных функциональных блоков» А.М. Уголевым, в потребностно-информационной теории П.В. Симоновым и др.

В аспекте выявления главных закономерностей *современного функционализма* А.М. Уголев сформулировал восемь основных принципов эволюции функций, первым из которых является принцип эффективности (другие принципы: универсальности, гомеостаза, управления, циклизации, множественности, полиэссенциальности и компромисса). Принцип эффективности признавался им «краеугольным для *естественных технологий*». Такой технологический подход подчёркивает, что «функция, структура и эффект взаимодействуют и всегда существуют как триада», а её понимание на разных уровнях организации жизненных процессов особенно существенно в «эволюционном аспекте» [30].

Современный функционализм отличается от классического функционализма тем, что за точку отсчёта в формировании «функциональной системы» или эволюционном формировании принимается не привычная «объективная структура», функция которой затем подлежит изучению, а некая управляющая «*виртуальная реальность*». Это «хотение» у И.М. Сеченова, «потребность» у А.А. Ухтомского, и П.В. Симонова, «результат действия» у П.К. Анохина, «эволюционный эффект» у А.М. Уголева.

Со времён Н. Винера [31] известно: чтобы регулирующий блок сложной системы мог корректно осуществлять свои функции, ему необходимо обладать «образом» (моделью), «указующим перстом» [32] регулируемой системы, чтобы иметь возможность оперировать множественными обратными связями. Это позволяет оценивать ключевые параметры состояния системы в любой период времени, сравнивать их с желаемым, производить необходимую коррекцию. Так, например, концепция *иммункулуса*, как образа, отражающего молекулярно-функциональное состояние организма в каждый данный момент времени, служит логическим продолжением и развитием гипотезы об «иммунологическом Гомункулусе», предложенной И. Коэном [33]. Соответственно «*Иммункулус*» должен рассматриваться не столько в качестве пассивного «зеркала», отражающего состояние организма, сколько в качестве своеобразного «гирскопического» устройства, активно участвующего в поддержании гомеостаза [34].

Вероятно именно этот виртуальный управляющий параметр контролирует оптимальное сочетание эволюционно обусловленных механизмов детерминированной саморегуляции гомеостатической направленности и стохастической самоорганизации гомеокинеза, так как их согласование и мера выраженности являются важнейшими признаками эффективности эволюционно обусловленной системной организации.

Действительно, известными технологиями, реализуемыми живыми системами путем включения и постоянного использования, с одной стороны, являются технологии причинно – детерминистической, гомеостазирующей направленности, обеспечивающей достижение и поддержание стационарных или адаптивных состояний. В эволюционном аспекте гомеостаз – это генетически закреплённая адаптация организма к условиям окружающей среды. Кеннон пришел к выводу о том, что организм обладает большим «запасом прочности».

А с другой стороны, технологии стохастические по форме, инновационные по сути, и системно-синергетические по содержанию, ориентированные на включение принципиально иных механизмов, а именно *механизмов развития*. Они проявляют себя уже не только в плане поддержания гомеостаза, но и гомеокинеза и гомеореза, т.е. преодолевают гомеостатические барьеры, и характеризуются *самоорганизационными процессами*.

Эти возможности проявляются практически всем диапазоном накопленных в ходе эволюции приспособительных реакций, вплоть до их высшего уровня, обеспечиваемого способностью живых систем к самоорганизации, и связанными с ней метасистемными переходами [35]. Без сопряженного и взаимно обуславливающего действия обоих технологий, невозможно построение и устойчивого настоящего состояния здоровья, и тем более, поддержание его во времени. При этом функциональными звеньями этого сопряжения являются феномены стадийно протекающего приспособления, получив, например, своё отражение в так называемом «S-феномене» по Попову или логистической кривой поведения по Д. Прайсу.

Если «генетическое древо» передаёт каждой особи опыт, (стресс-реакции по Г. Селье, тетрады по Гаркави-Квакиной-Уколовой, доминирующие функциональные системы по П.К. Анохину, поведенче-

ские кванты по К.В. Судакову, включая учения о доминанте, парабиозе и других удивительных феноменах жизни), то, его же (генетического древа) вертикаль в ходе эволюции не только не могла, но и должна была предусмотреть возможность дополнительно индивидуализировать отбор, накопление и использование всей совокупности жизненно важных функциональных свойств особи (и её подсистем) в виде *информационно-когнитивного ресурса* как индивидуализированного внутреннего предиктора управления, управляющей «виртуальной реальности» по А.М. Уголеву.

При этом важно учитывать, что процесс самоорганизации – есть переход от более хаотического состояния к менее хаотическому, причём увеличение упорядоченности не есть непереносимое условие самоорганизации [36]. Так же известно, что число сценариев процесса хаотизации совсем не велико, а некоторые из них подчиняются универсальным закономерностям, и не зависят от природы рассматриваемого объекта. Одни и те же процессы развития хаоса присущи самым разнообразным физическим, химическим и биологическим и др. системам, в которых достаточно даже небольшого числа степеней свободы (минимально – 3-х степеней), что бы реализовать их неисчерпаемые адаптационные возможности. Перестройка функционирования в рамках приспособительных сдвигов определяется неравномерностью во времени подключения к процессу регулирования необходимого, хотя и ограниченного видовыми признаками числа компенсаторных механизмов, которые к тому же в каждый текущий момент варьируют в своих сочетаниях. Попытки использования достижений гомеостатики для решения медико-биологических проблем имеют более чем полувековую историю. Все они, так или иначе, связаны с проблемой построения адекватной модели процесса поддержания постоянства внутренней среды. Еще начиная с работ У. Росс Эшби или Хопфилда, сформировалось представление о том, что в рамках поиска динамического равновесия в реальных условиях организм использует конечное число механизмов, осуществляющих текущие реакции при минимально достаточных затратах энергии и вещества. В модели К. Канеко рассматривается переход от порядка к хаосу («*to the edge of chaos*»), то есть от единообразия к многообразию [37]. Автор вводит понятие гомеохаоса (*homeochaos*) – механизма обеспечения разнообразия и динамической стабильности, поддерживаемой слабым хаосом высокой размерности. Также предлагается концепция открытого хаоса (*openchaos*), необходимого для создания нестабильности в динамической системе с увеличивающимся числом степеней свободы.

Таким образом, под самоорганизацией понимается процесс, в ходе которого возникает, воспроизводится или совершенствуется организация сложной динамической системы. В отличие от самоорганизации, управление имеет не только целенаправленный, но и упорядоченный характер. Можно сказать, что самоорганизация – это стохастическое управление, а управление – это упорядоченная самоорганизация, при этом процессы самоорганизации в системах различной природы инвариантны [38, 39], а управление способно обеспечивать гомеостазис только в рамках некоторого коридора условий [40].

Можно заключить, что в основе эволюции систем различной природы лежат два неразрывных процесса: самоорганизация и управление, при этом на базе стохастических процессов происходит «поиск» новых решений, а управляемые закрепляют их в своих программах поведения, паттернах реагирования. Общей целью этих способов сохранения целостности является возрастание сохраненных свойств системы. Нельзя определить четкую грань между самоорганизационными и управляемыми процессами в сложных системах, так как они являются *эволюционно сложившимися* и взаимодополняющими. Важно осознать, что для динамического развития сложных структур *необходимо найти* или *принять «разумное» решение* на основе оптимального сочетания спонтанной самоорганизации и организованного управления.

Таким образом, как было отражено выше, результатом эволюции является «разумность» формы и функции живых организмов, совершенство механизмов гомеостаза, целесообразность адаптации. При этом понятие интеллекта связывается с функцией программы, обеспечивающей целесообразность системного поведения, что объясняется отбором программ на выживание. Как показали многочисленные исследования, когнитивный процесс базируется на единстве организма и операциональной замкнутости нервной системы. *Любое взаимодействие организма и его подсистем есть когнитивный процесс*. Так, концепция когнитивного – когов К.В. Анохина обобщает представления теории функциональных систем П.К. Анохина и теории клеточных ансамблей Д. Хебба, выводя возникновение вторых из активности первых. Этим она также объединяет традиции движения к когнитивным структурам, с одной стороны, от биологии и адаптивных физиологических интеграций, а с другой – от психологических феноменов и функций [15].

2. Динамические свойства функциональных систем как основа когнитивной активности. Живые системы оказывают сопротивление негативному воздействию посредством *реорганизации* своих процессов и структуры и неразрывно связаны с природным эволюционным феноменом управления [23, 41].

В 60-х годах в кибернетике возникает иное понимание самоорганизации, основанное на предложенном Г. фон Фёстером (1964) принципе «порядок из шума» или «неклассическая концепция самоорганизации». Она основана на циклических процессах, порождаемых в живых организмах в ответ на случайные события. Такая самоорганизация не связана с наличием внутреннего управляющего органа, а

осуществляется за счет непосредственного локального взаимодействия компонентов системы. Они являются результатом «...*способности физиологических процессов организовываться в определенную синергическую деятельность*». При этом направление (цель) развития не задается управляющими органами, а «выбирается» самой системой.

В классическом понимании рассмотрены механизмы управления, оптимизации приспособления организма и её регуляции возможно с позиций системной организации и принципов управления. Согласно им, организм человека представляет собой сложно организованную иерархическую многофункциональную систему, которая обеспечивает различные регуляторные процессы жизнедеятельности и проявляет особенности управления на различных стадиях развития. Выделяют центральные и локальные (местные) механизмы регуляции, а регулирующий фактор может передаваться разными путями – нервным, гормональным, гидродинамическим, биохимическим и т.д. Предполагается, что в подсистемах регулирования используются следующие принципы управления: управление по отклонению; управление по возмущению; прямая и обратная связь управления, а так же прогностическое или форпостное управление. Действительно, как известно, функциональным системам присуща способность к *преднастройке* и к *прогнозированию ситуации* [42]. Благодаря этому в процессе адаптации удается решать сложные задачи в ограниченное время при малой скорости биологических процессов, а значит осуществлять выход на более экономный уровень функционирования. В процессе самоорганизации в сложной системе выделяются ведущие, ключевые переменные, подчиняющие остальные переменные, характеризующие объект [43]. Они были названы *параметрами порядка*, пространство которых может иметь небольшую размерность, а результаты их изучения находятся не на физическом уровне, а на математическом. Следует заметить, что возрастание уровня организации живой субстанции повышает ее отражательную способность и приводит к возникновению опережающего отражения.

При этом получение искомой информации о норме и различных патологических состояниях основывается на феномене гомеокинеза, который обладает *информационной емкостью* и спецификой для *принятия количественных и качественных решений*.

Исследования в данном направлении подтверждают, что успех адаптации определяется *целенаправленным поиском* искомого результата гомеокинеза через организацию функциональных систем, представляющих собой динамические ассоциации управляющих, сопрягающих и исполнительных структур (эффекторов), формирующихся при наличии системообразующего фактора. Так в теории игр существует термин «управляющее решение», совокупность правил выбора которых называется поисковой стратегией, присущей и живым системам [44].

В этой связи для описания данных механизмов актуально использование синергетического подхода изучения сложных систем, сущность которого состоит в описании эмерджентных макроскопических свойств систем, т.е. таких свойств которые не выводимы из рассмотрения уровня ее элементов, так как данные свойства есть результат кооперативного взаимодействия элементов. Как показывает Г. Хакен, синергетика фокусирует свое внимание на изучение взаимосвязи между уровнем элементного строения системы и уровнем ее *динамических свойств* как целостности.

Например, одной из базовых моделей теории нейронных сетей является модель Хопфилда, демонстрирующая процесс обучения, «ассоциативную память», «голографическую организацию запомненной информации».

Таким образом, при анализе функционирования сложных биологических систем важно учитывать одну из ключевых идей синергетики о том, что существует поле возможных путей развития для всякой сложной системы, спектр структур-аттракторов развития, потенциально содержащийся в ней, спектре, скрытый в ней как «*молчаливое знание*» этой системы [45]. В процессе эволюционирования системы и оптимизации её приспособления, являясь мерилем хаоса и порядка, происходит постоянное *изменение памяти об организации структуры динамических элементов*, их связей и взаимодействия между её объектами или подсистемами. Так как процессы в развивающихся системах основаны на принципе опережающего отображения и являются *информационно-динамическими*, то возможно предположить возможность прогнозировать траектории её развития, а так же корректировать их состояние как за счет притока информации извне и из памяти системы [24].

3. Механизм обратной связи и алгоритмы развития. Связь саморегуляции с диалектикой развития прослеживается также в концепции В.С.Степина: «Вклад в разработку категориального аппарата необходимого для осмысления...саморазвивающихся объектов было внесено Гегелем... нечто...порождает «свое иное» вступает с ним в рефлексивную связь» [46]. Аналогичный подход к диалектике развивает Д.С. Чернавский: «*Гегелю удалось сформулировать основные...общие свойства, ... развивающихся систем...современная синергетика является математической основой диалектического материализма*» [47].

«Рефлексивная связь» – это замкнутый на себя причинно-следственный процесс, лежащий в основе самоорганизации живого. Воспроизведение генома организма на основе «рефлексивной связи» порождает повторение паттерна, что определяет самоподобие системы. Сопоставляя понятие «самоподобия» Б. Мандельброта с идеей «рефлексивной связи», можно выявить связь между диалектическим подходом

и фрактальной методологией. Кольцевой принцип «клеточки», как показывается в работе [48] аналогичен кольцевому принципу самоорганизации М. Эйгена: *«Не может быть организованной функции, если нет информации, а эта информация приобретает смысл только через функцию, которую она кодирует. Такую систему можно сравнить с замкнутой петлей»* [18]. Подобный механизм аргументирован в [21].

Функция обратной связи определяет повторения (итерацию) одного и того же паттерна. В случае воспроизводства генетических матриц, речь идет о повторении генома, воспроизведение популяции, роста, развития фрактальных сетей экосистемы. За счёт разнонаправленных обратных связей возможны модификации взаимосвязей, что расширяет или сужает адаптационный потенциал, сменяя управляющий параметр или режим функционирования, тем самым, реализуя программу развития.

Важный аспект межуровневого взаимодействия описан в [21] на примере *элементарного когнитивного осциллятора* (ЭКО) как нового типа обратной связи в когнитивных системах. Показано возможное склеивание (иерархическая синхронизация) двух ЭКО. Подобное слияние образует цепочки значений (цепочки знаков, символов), которые играют самостоятельную роль, обнаруживая сходство с фрактальной структурой ДНК.

Как известно, осуществление перехода с привлечением механизма гомеостатического происходит за счёт положительных обратных связей при достаточных энергоинформационных ресурсах. Принцип положительной обратной связи на эволюционные процессы генетически обусловлен. Обеспечение самоорганизации происходит за счет созидательного синтеза новых внутри и межсистемных связей, перестройки старых связей. Положительные обратные связи являются усилителем процессов, и особое значение приобретают в механизмах развития с проявлением самоорганизации. Обучение нейронных ансамблей, по-видимому, так же связано в первую очередь с возникновением положительных обратных связей. При активации положительной обратной связи эффект воздействия суммируется, отклонение нарастает, пока не наступает реакция, «срыв» [49].

При включении механизма отрицательной обратной связи формируется и реализуется система регуляторных механизмов, стремящихся подавить эффект возмущающего действия, и в результате восстанавливается исходное значение регулируемого параметра. Отрицательные обратные связи обеспечивают стабильность функции организма, постоянство параметров, устойчивости к внешним воздействиям.

Идея кольцевой причинно-следственной связи составляет также основу концепции *аутопоэзиса* У. Матурана и Ф. Варела, согласно которой жизненный процесс направлен на постоянное воплощение и поддержание сетевого паттерна организации живой системы.

Саморазвивающимся системам присуща сетевая иерархия организации, порождающая новое качество в процессе развития. Фрактальный подход, согласно Б. Мандельброту, направлен на поиск «инвариантов», обнаружение порядка в хаосе: *«Связывающей нитью, определяющей понятие фрактала, стала идея о том, что некоторые феномены ...имеют одинаковую структуру при рассмотрении их вблизи или издалека»*. Биологические формы и функции, согласно шведскому эволюционисту Лима-де-Фариа, это продукты, отлитые в тех же матрицах, в которых отливаются форма и функция, уже имеющихся форм более ранней стадии развития материи. Новые уровни эволюции возникают путем комбинирования исходных форм. В исследовании этой проблемы было выявлено сходство между природой фракталов и теорией автоэволюции Лима-де-Фариа [50]. Эта модель состыковывается с представлением о фрактальном характере эволюции, - становится понятным, что фракталоподобные структуры в эволюции, обладающие иерархической системностью, обеспечивают максимальное выживание. Осуществление процесса эволюции через каскад точек ветвления (мутовчатость, вилки) обеспечивает дивергентный характер эволюции, что определяет разнообразие по многим параметрам. Природа фрактальности организма, эволюции связана с *проблемой «сжатия» информации*. Как отмечает Дж. Глейк, в геноме может кодироваться не каждая деталь ветвящихся бронхов, дыхательного дерева легких или переплетения кровеносных сосудов, а алгоритм фрактала, путем повторения точек бифуркации. В этой связи представляет интерес точка зрения Б.А.Богатых, согласно которой, *«фрактальность отражает некую канализацию эволюции»*. Эволюция есть развертывание уже существующих зачатков. Идею фрактальности эволюции развивает Н. Луман, *«эволюция протекает рекурсивно, т.е. итеративно применяет к своим собственным результатам тот же самый процесс»* [51]. Концепция фракталов (масштабной инвариантности) дает новую логику для понимания структуры, формообразования и функционирования биологических систем. Итерационный процесс – эффективный способ кодирования и расшифровки информации. Живые организмы используют генетическое кодирование и механизмы морфогенеза повторно и многократно, что позволяет сжимать генетическую информацию. Биологический смысл ветвящихся, сетевых фракталов состоит в увеличении площади раздела фаз, максимальное заполнение пространства, что обеспечивает организмам максимизацию площади обмена с окружающей средой и интенсификацию метаболизма при минимизации общего объема.

Исследуя общие принципы организации в разных сферах, А.А. Богданов еще в первой четверти нашего столетия обнаружил «относительную бедность» организационных форм материи при фантастическом разнообразии явлений и процессов материального мира [52].

В этом аспекте можно обратить внимание на процесс *научения* – как циклического процесса образования функциональных «следов» приспособления. Так, с одной стороны, процесс развития открытых систем носит вероятностный характер, так как открытая система в проблемной для неё ситуации должна «просто угадать» какое поведение или какая функция обеспечит её выживание [53, 54]. С другой стороны, в процессе развития и последовательных системогенезов, систему можно научить, наделять «интеллектом», знанием, и, вместо угадывания, она будет использоваться эффективный выбор. Так в рамках системно-селекционной концепции *научения* – формирование новой системы рассматривается как формирование нового элемента индивидуального опыта в процессе *научения*, в основе которого лежит формирование новых функциональных систем в результате селекции нейронов из «резерва» (предположительно низко активных или «молчащих» клеток). Эти нейроны могут быть сопоставлены с первичным ассортиментом и обозначены как преспециализированные клетки. Специализация нейронов относительно вновь формируемых систем — системная специализация — постоянна. Интересно, что сформированная «память» иммунных клеток также постоянна, они никогда не «забывают» [55]. Таким образом, новая система оказывается «добавкой» к ранее сформированному, «наслаиваясь» на них, обеспечивая качество обучаемости системы.

Функциональной базой для обеспечения обучаемости и развития является *активное отражение* и, как следствие, *целенаправленный информационно-управленческий процесс*. Следует заметить, что возрастание уровня организации живой субстанции повышает ее отражательную способность и приводит к возникновению опережающего отражения.

Активность отражения проявилась в том, что низшие организмы стали обладать «целенаправленной чувствительностью» [56]. Начало превращения отражения в сигнально-информационный фактор в каталитических реакциях предбиологических систем послужило возникновению зачатков биологической самоорганизации и самоуправления [24]. На уровне живого отражение противодействующей среды в сочетании с оборонительными реакциями перерастает в обратную связь, формируя замкнутый контур – основу гомеостаза. Непрерывно-циклическое воздействие пространственно-временного континуума мира на устойчивые (гомеостатические) структуры приводит к качественным изменениям в органической субстанции к самосовершенствованию структуры (ее адаптации и саморазвитию), сопровождающемуся упорядоченным усложнением ее функциональных свойств. Формирование механизма управления в основном завершается образованием *II контура обратной связи*. Этот контур назван *контуром отбора и накопления информации, опыта, контуром адаптации, самообучения и, следовательно, саморазвития* [42].

В отличие от строго детерминированного управления адаптивное регулирование является процессом, совершающимся в условиях недостатка априорной информации, и выражается в поиске оптимального решения. Поэтому в ходе адаптации биосистемы, с включением самоорганизации, *накапливают информацию или обучаются*, что приводит к изменению их структуры и функции и *появлению новых программ регулирования*. Логично, что динамическое гомеостатирование функций, формирование и закрепление более адекватных уровней активности – может обеспечиваться только саморегулирующимися механизмами с *памятью*, в значительной степени устраняя неопределенность состояния и *обеспечивая системе выбор устойчивого режима* [57].

Способность реализовать поиск наиболее энергетически предпочтительного состояния подразумевает рассмотрение *поисковых оптимизационных механизмов* как имманентных таким сложным системам, как организм человека и его подсистемы. Управляющие механизмы контролируют адаптационные переходы и напрямую связаны с энерготратами, а эффективность поисково-оптимизационного механизма отражается на уровне адаптационного потенциала. Управление адаптивным гомеостатическим состоянием с учётом пороговости механизмов координации и смещения компонентов по иерархии функциональных систем, есть коадаптация составляющих этих систем, которая ведёт, к реализации эволюционно обусловленной стратегии наиболее экономного режима функционирования. Интеграционные или коадаптационные взаимосвязи организма можно представить себе в качестве *динамической структуры*, отдельные звенья которой постоянно, в зависимости от характера жизнедеятельности, изменяют уровень своей взаимосвязанности. При этом подвижность уровня функциональных взаимосвязей между параметрами составляет важнейший резерв адаптации, расширяющий адаптационный коридор.

Другими словами обеспечивается непрерывность регулирования в постоянно изменяющихся условиях с направленностью в будущее, опираясь на процесс научения и память, и, как результат, образование функциональных «следов» приспособления.

Алгоритм *научения*, как накопления значимой информации, не возможен без алгоритма распознавания, актуализированный Хопфилдом в описании функционирования нейронных сетей. Вначале сеть «обучается», результатом чего является формирования «базы данных». Можно сказать, что *распознавание*, вследствие наличия обратной связи, ранжирование полученного результата *в процессе различения* с его ожидаемым *информационным образом*, в акцепторе действия обеспечивает поиск наиболее приемлемых вариантов функционирования.

Акцентирование данного когнитивного алгоритма носит глубокий гносеологический смысл, так как позволяет перейти к рассмотрению длительностей, что соответствует предложению Бергсона рассматривать модели для взаимодействий вместо рассмотрения частиц [58]. Еще Ландау говорил, что, когда речь идет не о частицах, а о взаимодействиях, то о них говорят как о сигналах [59]. Логическое сложение или *дизъюнкция* позволяет совершить переход от пространственноподобного к времениподобному представлению. В этом случае сигналы представлены траекториями, а сложение осуществляется суммированием мгновенных значений амплитуды сигналов. Если сигналы представлены областями, то сложение осуществляется путем выполнения логических операций «И» и «ИЛИ» между областями и путем размещения результатов друг над другом. За этим способом формализации стоит смена парадигмы, а не просто языка описания. Ее составляющие, кроме отмеченных выше: асимметрия, поскольку в основу положены дополняющие друг друга противоположности, линейные преобразования на основе прибавления к длине (или вычитания), а не растяжение или сжатие, конечная длительность переходных процессов при сохранении действия принципа суперпозиции. Преобразование сигналов в данной теории [60] осуществляется не на основе вычисления, а на основе *узнавания*, которое выполняется по признакам и, поэтому, в принципе не может относиться к одному объекту – это всегда класс объектов.

Таким образом, логично заключить, что формы системного управления приспособительными механизмами могут носить как явный так и неявный характер, при этом проявляя как структурное влияние так и безструктурные воздействия, используя внутренний сформированный системный опыт, аккумулированный на втором контуре- контуре развития системы, за счёт когнитивных алгоритмов научения – различения, распознавания и узнавания.

4. Когнитивный образ функциональной системы как функциональный «след» и положительный приспособительный результат (анализ теоретического материала). Как известно, из бесконечного континуума окружающего мира мозг выделяет дискреты восприятия («образы элементов мира»), состояние которых он постоянно предсказывает и отслеживает. Однако логично предположить, что динамические параметры внутреннего состояния в виде структурно-функциональной схемы системной организации в обеспечении гомеостаза и поддержания адаптационных параметров в пределах физиологической нормы так же формируют определённый «образ-символ» [61, 62].

Аналогично процессам мышления, организация функциональных систем в поддержании гомеостаза, например кардиореспираторной системы, моделируется средствами нейрокомпьютинга, а в описании их механизмов необходимо использование понятий «образ» и «символ». Понятие «образ» относится к парадигме распределенной памяти и связано с процессором Хопфилда [63]. Понятие «символ» относится к парадигме концептуальной памяти и связывается с именами Гроссберга [64] и Кохонена [65].

Интегрируя вышеописанные знания, можно заключить, что оптимальное управление и регулирование сложной системой (например, кардиореспираторной), учитывая иерархичность её строения, носит явно выраженную когнитивную процессуальность и помимо структурного следа адаптации [66], будет характеризоваться наличием функционального «следа» адаптации. В данном случае *кодирование или сжатие информации*, отражая одно из множества дискретных состояний системы, будет создавать определённый образ системной динамики. Символами раскодировки в таком случае могут служить определённые системные реакции и триггерные механизмы (рис.).

Распознавание и прогнозирование (с помощью целостного когнитивного «образа» функциональной системы) вектора возможных состояний может приводить к формированию ответа, позволяющего избежать или минимизировать внешние и/или внутренние воздействия и более адекватно осуществлять поддержание гомеостаза.

«Разумный ответ» при принятии решения, а не угадывание ответной реакции в зонах бифуркаций и переходных процессах позволяет системе, обладающей элементами когнитивности, формировать более эффективное приспособление.

Подводя итог теоретическим сведениям, приведённым в данной статье, необходимо заключить, что концептуально важным вопросом в медико-биологических исследованиях может быть необходимость дополнительного когнитивного анализа адаптивной функциональной системы. Соответственно, построение технологий когнитивного анализа, основываясь на методиках диагностики, способных идентифицировать когнитивные процессы, требуют дополнительного изучения и формирования инновационных методологических подходов.

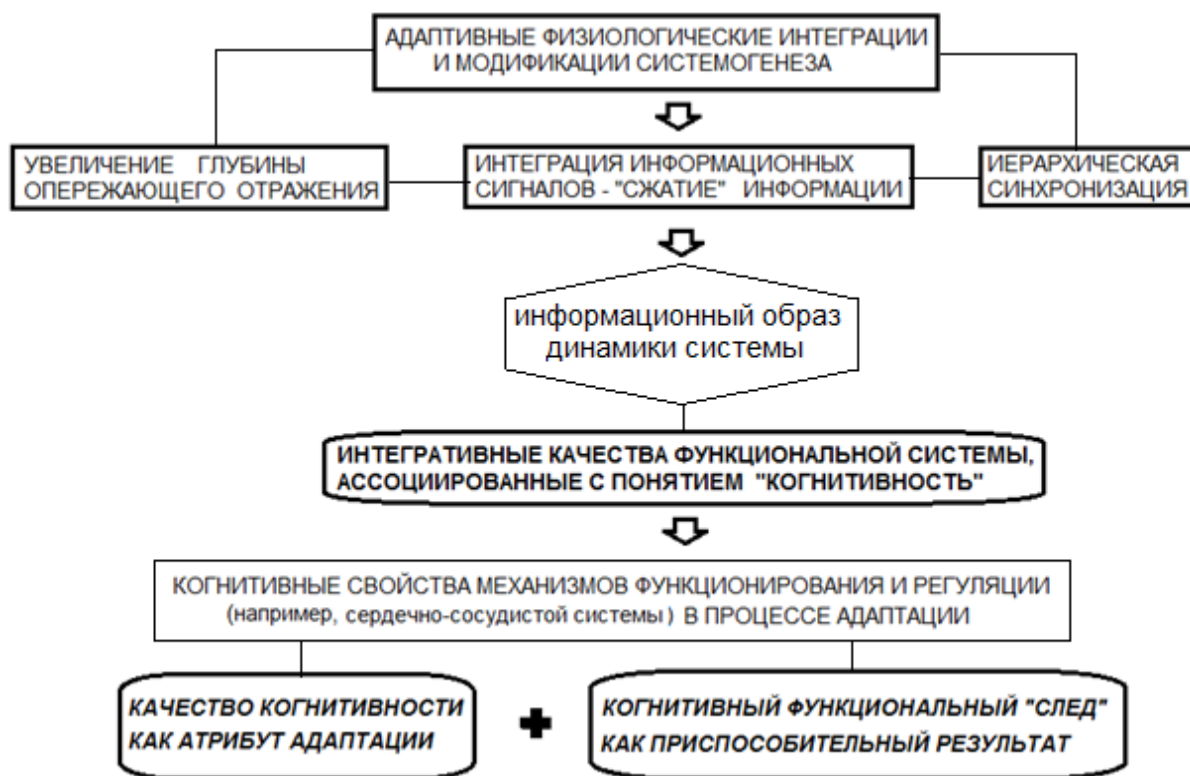


Рис. Схема возможного пути формирования когнитивной атрибутивности и функционального «следа» в процессе адаптации

5. Технологии когнитивного анализа в медико-биологических исследованиях. Основным отличием прогнозирования и его результата – прогноза, полученного с помощью когнитивной модели, является то, что он характеризует тенденцию развития процессов в системе, точнее, различные возможные тенденции развития (следствия) при гипотетических изменениях факторов или их сочетаний (причины) в моделируемом будущем, а не значения численных показателей, которые получены путем обработки данных об уже совершившихся процессах. Такое прогнозирование скорее можно назвать научным предвидением.

В медико-биологических исследованиях такой подход может иметь важное практическое значение. Ниже приведены некоторые из возможных методик и направлений исследований, характеризующихся явно выраженными когнитивными возможностями.

5.1. Компартментно-кластерный анализ. В настоящее время группой сургутских и тульских медицинских кибернетиков разработаны новые методы и представления в рамках компартментно-кластерного анализа и синтеза биосистем, которые базируются на теории хаоса и синергетики. На сегодняшний день, разработанный в НИИ БМК СурГУ компартментно-кластерный подход, дает гибридное описание поведения биологических динамических систем в фазовом пространстве состояний с позиций детерминизма, теории хаоса-самоорганизации (ТХС) одновременно. Компартментно-кластерный подход является мостиком между детерминистско-стохастическим (ДСП) и ТХС и базируется на компартментно-кластерной теории биологических динамических систем. Такая трансформация ДСП в ТХС привела к смене парадигм, переходу к синергетической парадигме. Основа этой трансформации по мнению С.П. Курдюмова [45], базируется на понимании сложности «человекомерных систем». Эти методы и подходы открывают новую страницу в изучении биологических динамических систем, к которым относятся как биосистемы организма отдельного человека, так и целых сообществ. Установлено, что вектор состояния организма человека (ВСОЧ) в фазовом пространстве состояний позволяет оценивать состояние организма с учётом скрытых закономерностей функционирования. Именно синергетический подход, когнитивный по своей сути, в рамках нового направления (синергетического) в клинической кибернетике обеспечивает идентификацию и параметров порядка, и русел для ВСОЧ в условиях саногенеза или патогенеза [68].

5.2. Метод Алгебраической Модели Конструктивной Логики (АМКЛ). Алгебраическая модель конструктивной логики (АМКЛ) является отечественной разработкой и за рубежом не публиковалась. В ряде работ [68, 69] АМКЛ показана как интуиционистская логика. АМКЛ является в своей основе моделью интуитивистского исчисления предикатов, отображающей индуктивную часть мышления – форму-

лирование сравнительно небольшого набора кратких выводов из массивов информации большой размерности. С общей точки зрения систему можно применять как средство, согласующее информационные каналы исследуемого объекта и пользователя [70-73]. С философской точки зрения АМКЛ обеспечивает отыскание (распознавание) закономерностей в хаосе.

5.3. **Метод когнитивного графического образа.** Для анализа и интерпретации сигналов с локально-сосредоточенными признаками привлекаются специальные информационные технологии, которые в той или иной мере обладают свойствами интеллекта. Одна из таких технологий разработана в Международном научно-учебном центре информационных технологий и систем НАН Украины и МОН Украины и реализована в отечественном программно-техническом комплексе ФАЗАГРАФ® [74], который выпускается серийно. Отличительная особенность технологии состоит в обработке сигнала в фазовом пространстве [75]. Интеллектуальные свойства этих новых алгоритмов обеспечивают дополнительные поисковые процедуры, которые направлены на автоматическое определение по самому обрабатываемому сигналу оптимальных параметров настройки фильтров. Тем самым обеспечивается адаптация ИТ к конкретному сигналу, что повышает качество его обработки, а сами фильтры обладают определенной гибкостью и взаимозаменяемостью.

Теоретические и экспериментальные исследования показали, что предложенный метод усреднения, предусматривающий автоматическое распознавание типичных и атипичных циклов, существенно повышает точность вычисления локально-сосредоточенных диагностических признаков и открывает новые возможности для оценки тонких изменений сигнала, которые недоучитываются кардиологами при традиционной ЭКГ-диагностике. Заметим, что отображение ЭКГ на фазовой плоскости $y(t)$, $y\&(t)$ принципиально отличает фазографию от других известных подходов, предусматривающих отображение ЭКГ на плоскости с координатах $y(t)$, $y(t - \tau)$, где τ – задержка во времени. Именно такое отличие позволило расширить систему диагностических признаков, основанных на оценке скоростных характеристик процесса, в частности, впервые реализовать процедуру надежного определения показателя βT , характеризующего симметрию фрагмента реполяризации усредненной фазовой траектории. Так же описаны другие признаки фазового портрета одноканальной ЭКГ, позволившие получать новые прогностические критерии при исследовании кардиогемодинамики и описаны в следующих работах [76-82].

Заключение. Результатом эволюции является «разумность» формы строения живых организмов, совершенство механизмов гомеостаза, целесообразность адаптации. При этом понятие интеллекта связывается с функцией программы, обеспечивающей целесообразность системного поведения, что объясняется отбором программ на выживание. Динамика системного поведения в достижении положительного приспособительного результата и характеристика осуществляемых при этом процессов должна анализироваться способом, конгруэнтным к изменениям архитектуры функциональных систем организма и соответствующим изменением их паттерна с выявлением характерных особенностей. Высокая разрешающая способность когнитивных методов и подходов исследования позволяет выявлять скрытые закономерности функционирования и ранние признаки формирования патологических систем. Когнитивный подход к медико-биологическим исследованиям в различных сферах медицинского знания может решить важные и практически значимые проблемы персонализированной медицины, главная задача которой – это ранняя диагностика первых симптомов развивающейся патологии, превентивные меры по устранению этих первичных признаков.

Литература

1. Сараев И.А., Довгань И.А. Новые возможности диагностики на основе анализа нелинейных свойств гомеостаза // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». 2005. № 2. С. 64–74.
2. Анохин П.К. Идеи и факты в разработке теории функциональных систем // Психологический журнал. 1984. Т.5. С. 107–118.
3. Судаков К. В. Информационный принцип в физиологии: анализ с позиций общей теории функциональных систем // Успехи физиол. наук. 1995.Т. 26, № 4.С. 3–27
4. Яшин А.А. Живая материя. Физика живого и эволюционных процессов М.: ЛКИ, 2010. 264 с.
5. Хадарцев А.А., Яшин А.А., Еськов В.М., Агарков Н.М., Кобринский Б.А., Фролов М.В., Чухраев А.М., Хромушин В.А., Гонтарев С.Н., Каменев Л.И., Валентинов Б.Г., Агаркова Д.И./ Под ред. Хадарцева А.А. Информационные технологии в медицине: Монография. 2006. 272 с.
6. Зиллов В.Г., Судаков К. В., Эпштейн О. И. Элементы информационной биологии и медицины. М.: МГУЛ, 2001. 248 с.
7. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Синергетика в клинической медицине. Часть I. Теоретические основы системного анализа и исследований хаоса в биомедицинских системах. Самара: ООО Офорт, 2006.

8. Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Карташѐва Н.М., Попов Ю.М., Хадарцев А.А. Понятие нормы и патологии с позиций компатментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий. 2005. Т. 12, № 1. С. 12–14.
9. Кочеткова И.А., Довгаль В.М., Никитин В.М., Липунова Е.А. Метод формирования и распознавания многомерного образа состояния сердечно-сосудистой системы // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2011. Т. 20. № 19-1 (114). С. 181–185.
10. Максимов В.И. Когнитивные технологии – от незнания к пониманию // Сб. трудов 1-й Международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций», (CASC'2001). М.: ИПУ РАН, 2001. Т. 1. С. 4–18.
11. Луценко Е. В. Автоматизированный системно–когнитивный анализ в управлении активными системами. Краснодар: КГАУ, 2002. 605 с.
12. Горелова Г.В., Мельник Э.В. О возможности анализа и синтеза структур отказоустойчивых распределенных информационно-управляющих систем, основанной на когнитивном // Искусственный интеллект. 2008. № 3. С. 638–648.
13. Горелова Г.В., Верба В.А., Захарова Е.Н. Процесс принятия решений и его поддержка на основе когнитивного моделирования // Известия ЮФУ. Технические науки. 2005. № 10 (54). С. 13–20.
14. Gorelova G.V. Experience in cognitive modeling of complex systems. CUBERNETICS AND SYSTEMS 2010, Proceedings of the 20-th European Meeting on Cybernetics and Systems Research. Austria, Vienna, 2010. P. 220–223.
15. Анохин К.В. Когнитом: сетевое расширение теории функциональных систем / В сборнике: Современные проблемы системной регуляции физиологических функций Материалы конференции. 2015. С. 3–5.
16. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа: [учебник]. СПб.: Изд. СПбГТУ, 1998. 520 с.
17. Черезов А. Е. Философские проблемы биологии и методологии познания. Учебно-методическое пособие. Правительство г. Москвы, Департамент образования г. Москвы, Гос. образовательное учреждение Московский гор. пед. ун-т. Москва, 2007. Сер. Библиотека аспиранта, докторанта и соискателя.
18. Эйген М. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. М.: Мир, 1973. С. 10.
19. Черезов А. Е. Методология познания живого: идея самоподобия самоорганизующихся систем. Диссертация на соискание ученой степени доктора философских наук. Современная гуманитарная академия. Москва, 2008
20. Шингаров Г.Х. Условный рефлекс и проблема знака и значения. М.: Наука, 1978. С. 197.
21. Прокопчук Ю.А. Сложносистемное мышление: мультифрактальная динамика ритмокаскадов активности. Модели и реализация // Проблемы информационных технологий. 2013. № 14. С. 78–89.
22. Докинз Р. Эгоистичный ген. М.: Мир, 1993. С. 187–230.
23. Фѐдоров В. И. Принципы организации и функционирования живых систем. Новосибирск, 2000. 88 с.
24. Фѐдоров В. И. Физиология и кибернетика: история взаимопроникновения идей, современное состояние и перспективы // Успехи физиол. наук. 2007. Т. 38, № 3. С. 72–86.
25. Попов В. П., Крайнюченко И. В. Теория решения организационных задач. Пятигорск: ИНЭУ, 2008. 105 с.
26. Климонтович Ю. Л. Статистическая теория открытых систем. Том.1. М.: Янус-К, 1995. 624 с.
27. Гринченко С. Н. Системная память живого. М.: ИПИРАН, Мир, 2004. 512 с.
28. Шмальгаузен И. И. Кибернетические вопросы биологии. Наука, 1968. 213 с.
29. Ухтомский А.А. Избранные труды. Л., 1978. С. 75.
30. Уголев А.М. Естественные технологии биологических систем, Л., 1987. С. 268.
31. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. М.: Советское радио, 1958. 216 с.
32. Zaichik A.□Sh., Churilov L.□P., Utekhin V.□J. Autoimmune regulation of genetically determined cell functions in health and disease // Pathophysiology. 2008. Vol.□15(3). P.□191–207.
33. Cohen I.□R., Young D.□B. Autoimmunity, microbial immunity and the immunological homunculus // Immunol Today 1991. Vol.□12. P.□105–110.
34. Полетаев А.□Б. Физиологическая иммунология: естественные аутоантитела и проблемы наномедицины. М.: Миклош, 2010. 218 с.
35. Турчин П.В. Историческая динамика: На пути к теоретической истории. Синергетика: от прошлого к будущему / Пер. с англ. Под общ. ред. Малинецкого Г.Г., Подлазова А.В., Боринской С.А. Предисл. Малинецкого Г.Г. М.: ЛКИ, 2007. 368 с.

36. Климонтович Ю.Л. Критерии относительной степени упорядоченности открытых систем // Успехи физических наук. 1996. Т. 166, №11. С. 1231–1243.
37. Kaneko K. Chaos as a Source of Complexity and Diversity in Evolution . Artificial Life: an overview / edited by Christopher G. Langton. Cambridge,
38. Богданова Э. Н. Самоорганизация и управление в сложных эволюционирующих системах: автореферат на соискание уч. степени докт. фил. наук. Нальчик, 2009. 35 с.
39. Гайдес М. А. Общая теория систем (системы и системный анализ) // Тель Ашомер, Тель Авив: Госпиталь им. Хайма Шибы, 2004. 174 с.
40. Богданов А. Л. Тектология. Всеобщая организационная наука. М.: Экономика, 1983. 350 с.
41. Александров Ю.И. Научные и память: традиционный и системный подходы // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2005. Т. 55, № 6. С. 842–860.
42. Абдеев Р. Ф. Философия информационной цивилизации. М.: Владос, 1994. 336 с.
43. Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: наука о взаимодействии. Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. 320 с.
44. Симанков В. С. Системный анализ в адаптивном управлении. Краснодар: ИСТЭ, 2001. 258 с.
45. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Основания синергетики. Режимы с обострением, самоорганизация. Темпомиры. СПб.: Алетейя, 2002. 414 с.
46. Стёпин В.С. Синергетика и системный анализ. Синергетическая парадигма. М. Прогресс-Традиция, 2004.
47. Чернавский Д.С. Синергетика и информация. М.: Едиториал УРСС, 2004. С. 229–230.
48. Бессонов Б.Н. Философия Гегеля и современность. Выпуск 6. Коллективная монография / Москва, 2011.
49. Малинецкий Г.Г. Математические основы синергетики: хаос, структуры, вычислительный эксперимент. Москва, 2011. Сер. №2 Синергетика: от прошлого к будущему (Изд. 7-е)
50. Черезов А.Е. Постнеклассическое познание человека и его здоровья // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Философские науки. 2011. № 1. С. 124–135.
51. Луман Н. Эволюция. М.: «Логос», 2005. С. 8.
52. Богданов А.А. Всеобщая организационная наука (Тектология). В 2-х т. М.: Экономика, 1989. Т. 1, 2. 304 с.
53. Симанков В.С., Луценко Е.В. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов. Краснодар, 1999.
54. Симанков В.С., Владимиров С.Н., Денисенко А.О., Черкасов А.Н. Методологические построения систем поддержки принятия решений // Вестник Донского государственного технического университета. Т. 8. № 3 (38). С. 258–267.
55. Nagmann M. Memory T cells don't need practice // Science. 1999. V. 286. P. 1266–1267.
56. Василевский Н. Н. Экологическая физиология мозга. Л.: Медицина, 1979. 200 с.
57. Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Основы теории сложных систем. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2007. 620 с.
58. Бергсон А. Творческая эволюция. М.: Терра, 2001.
59. Ландау Л., Лифшиц Е. Теория поля. М.: Наука, 1967.
60. Ханджян О.А. Начала и основы теории представления. М.: Диалог-МГУ, 2009, 176 с.
61. Hopfield J.J. Neurodynamics of mental exploration // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2010. V. 107, № 4. P. 1648–1653.
62. Dunin-Barkowski W.L., Flerov Yu.A., Vyshinsky L.L. Prognosis of Dynamical Systems Behavior Based on Cerebellar Type Neural Technologies // Optical Memory and Neural Networks. 2011. V. 20. P. 2091–2121.
63. Hopfield J.J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities // PNAS. 1982. V. 79. P. 2554.
64. Grossberg S. Studies of Mind and Brain. Boston ; Riedel, 1982 ; Idem. Nonlinear neural networks: principles, mechanisms, and architecture // Neural networks. 1988. V. 1. P. 17.
65. Kohonen T. Self-organizing Maps. Heidelberg : Springer-Verlag, 2001. 655 p
66. Меерсон Ф. 3., Пшенникова М. Г Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. М.: Медицина, 1988. 256 с
67. Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Карташова Н.М., Попов Ю.М., Хадарцев А.А. Понятие нормы и патологии в фазовом пространстве состояний с позиций компар- тентно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий. 2005. Т. 12, № 1. С. 12–14.
68. Хромушин В.А., Бучель В.Ф., Жеребцова В.А., Честнова Т.В. Программа построения алгебраических моделей конструктивной логики в биофизике, биологии и медицине // Вестник новых медицинских технологий. 2008. № 4. С. 173–174.

69. Хромушин В.А., Щеглов В.Н. Интеллектуальная система на базе алгоритма построения алгебраических моделей конструктивной (интуиционистской) логики // Вестник новых медицинских технологий. 1999. № 2. С. 131–132.

70. Хромушин В.А., Махалкина В.В. Использование алгебраической модели конструктивной логики при построении экспертных систем // Вестник новых медицинских технологий. 2009. № 3. С. 40–41.

71. Хромушин В.А. Системный анализ и обработка информации медицинских регистров в регионах: автореф. дис. доктора биол. наук. Тула: ТулГУ, 2006. 44 с.

72. Хромушин В.А., Хадарцев А.А., Бучель В.Ф., Хромушин О.В. Алгоритмы и анализ медицинских данных. Тула: «Тулский полиграфист», 2010. 123 с.

73. Хромушин В.А., Черешнев А.В., Честнова Т.В. Информатизация здравоохранения. Тула: ТулГУ, 2007. 207 с.

74. Файнзильберг Л. С. Компьютерная диагностика по фазовому портрету электрокардиограммы. К. Освита Украины, 2013. 190 с.

75. Файнзильберг Л.С. Информационные технологии обработки сигналов сложной формы. Теория и практика. Киев: Наукова Думка, 2008. 333 с.

76. Минина Е.Н., Файнзильберг Л.С., Фазовый портрет одноканальной ЭКГ в оценке функциональных резервов сердечно-сосудистой системы // Вестник новых медицинских технологий. 2014. Т. 21, №3. С. 22–27.

77. Минина Е.Н. Новый подход в изучении взаимосвязи функциональной подготовленности и электрогенеза у спортсменов с использованием эталонного кардиоцикла // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. № 1. Публикация 1-8. URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4931.pdf> (дата обращения: 03.07.2014) DOI: 10.12737/5950

78. Минина Е.Н. Возможности оценки процессов реполяризации миокарда с использованием эталонного кардиоцикла // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2015. Т. 1 (67). № 4. С. 26–35

79. Минина Е.Н. Анализ волны Т ЭКГ в фазовом пространстве в определении функциональных резервов миокарда // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. 2013. Том 26 (65). № 2. С. 148–153.

80. Файнзильберг Л.С., Минина Е.Н. Исследование диагностической ценности угла ориентации фазового портрета одноканальной ЭКГ как индикатора функционального состояния миокарда // Клиническая информатика и телемедицина. 2013. Т. 9, № 10. С. 33–42.

81. Файнзильберг Л.С., Минина Е.Н. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы по величине разброса фазовых траекторий одноканальной ЭКГ // Кибернетика и вычислительная техника. 2014. № 1. С. 5–19.

82. Файнзильберг Л.С., Минина Е.Н. Анализ функционального состояния сердечно-сосудистой системы по совокупности признаков фазового портрета одноканальной ЭКГ // Российский кардиологический журнал. 2015. Т. 12 (128). С. 7–13.

References

1. Saraev IA, Dovgan' IA. Novye vozmozhnosti diagnostiki na osnove analiza nelineynykh svoystv gomeostaza. Kurskiy nauchno-prakticheskiy vestnik «Chelovek i ego zdorov'e». 2005;2:64-74. Russian.

2. Anokhin PK. Idei i fakty v razrabotke teorii funktsional'nykh system. Psikhologicheskiy zhurnal. 1984;5:107-18. Russian.

3. Sudakov KV. Informatsionnyy printsip v fiziologii: analiz s pozitsiy obshchey teorii funktsional'nykh system. Uspekhi fiziol. nauk. 1995;26(4):3-27. Russian.

4. Yashin AA. Zhivaya materiya. Fizika zhivogo i evolyutsionnykh protsessov [Living matter. Physics of living and evolutionary processes]. Moscow: LKI; 2010. Russian.

5. Khadartsev AA, Yashin AA, Es'kov VM, Agarkov NM, Kobrinskiy BA, Frolov MV, Chukhraev AM, Khromushin VA, Gontarev SN, Kamenev LI, Valentinov BG, Agarkova DI. Pod red. Khadartseva AA. Informatsionnye tekhnologii v meditsine: Monografiya. [Information technologies in medicine: Monograph]. 2006. Russian.

6. Zilov VG, Sudakov KV, Epshteyn O I. Elementy informatsionnoy biologii i meditsiny. Moscow: MGUL; 2001. Russian.

7. Es'kov VM, Khadartsev AA, Filatova OE. Sinergetika v klinicheskoy meditsine. Chast' I. Teoreticheskie osnovy sistemnogo analiza i issledovaniy khaosa v biomeditsinskikh sistemakh [Synergetics in Clinical Medicine]. Samara: OOO Ofort; 2006. Russian.

8. Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Kartasheva NM, Popov YM, Khadartsev AA. Ponyatie normy i patologii s pozitsiy kompartmento-klasternogo podkhoda [The concept of norm and pathology from the standpoint of the compartment-cluster approach]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2005;12(1):12-4. Russian.
9. Kochetkova IA, Dovgal' VM, Nikitin VM, Lipunova EA. Metod formirovaniya i raspoznavaniya mnogomernogo obraza sostoyaniya serdechno-sosudistoy sistemy. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Informatika. 2011;20(19-1):181-5. Russian.
10. Maksimov VI. Kognitivnye tekhnologii – ot neznaniya k ponimaniyu. Sb. trudov 1-y Mezhdunarodnoy konferentsii «Kognitivnyy analiz i upravlenie razvitiem situatsiy», (SASC'2001). Moscow: IPU RAN; 2001. Russian.
11. Lutsenko EV. Avtomatizirovanny sistemno–kognitivnyy analiz v upravlenii aktivnymi sistemami. Krasnodar: KGAU; 2002. Russian.
12. Gorelova GV, Mel'nik EV. O vozmozhnosti analiza i sinteza struktur otkazoustoychivyykh raspredelennykh informatsionno-upravlyayushchikh sistem, osnovannoy na kognitivnom. Iskusstvennyy intellekt. 2008;3: 638-48. Russian.
13. Gorelova GV, Verba VA, Zakharova EN. Protssess prinyatiya resheniy i ego podderzhka na osnove kognitivnogo modelirovaniya. Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki. 2005;10:13-20. Russian.
14. Gorelova GV. Experience in cognitive modeling of complex systems. CUBERNETICS AND SYSTEMS 2010, Proceedings of the 20-th European Meeting on Cybernetics and Systems Research. Austria, Vienna; 2010.
15. Anokhin KV. Kognitom: setevoe rasshirenie teorii funktsional'nykh system. V sbornike: Sovremennye problemy sistemnoy regulyatsii fiziologicheskikh funktsiy Materialy konferentsii. 2015. Russian.
16. Volkova VN, Denisov AA. Osnovy teorii sistem i sistemnogo analiza: [uchebnik]. Sankt-Peterburg: Izd. SPGGTU; 1998. Russian.
17. Cherezov AE. Filosofskie problemy biologii i metodologii poznaniya. Uchebno-metodicheskoe posobie. Pravitel'stvo g. Moskvy, Departament obrazovaniya g. Moskvy, Gos. obrazovatel'noe uchrezhdenie Moskovskiy gor. ped. un-t. Moscow; 2007. Ser. Biblioteka aspiranta, doktoranta i soiskatelya. Russian.
18. Eygen M. Samoorganizatsiya materii i evolyutsiya biologicheskikh makromolekul. Moscow: Mir; 1973. Russian.
19. Cherezov AE. Metodologiya poznaniya zhivogo: ideya samopodobiya samoorganizuyushchikhsya sistem. Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni doktora filosofskikh nauk. Sovremennaya gumanitarnaya akademiya. Moscow; 2008. Russian.
20. Shingarov GK. Uslovnyy refleks i problema znaka i znacheniya. Moscow: Nauka; 1978. Russian.
21. Prokopchuk YA. Slozhnosistemnoe myshlenie: mul'tifraktal'naya dinamika ritmokaskadov aktivnosti. Modeli i realizatsiya. Problemy informatsionnykh tekhnologiy. 2013;14:78-89. Russian.
22. Dokinz R. Egoistichnyy gen. Moscow: Mir; 1993. Russian.
23. Fedorov VI. Printsipy organizatsii i funktsionirovaniya zhivykh sistem. Novosibirsk; 2000. Russian.
24. Fedorov VI. Fiziologiya i kibernetika: istoriya vzaimoproniknoveniya idey, sovremennoe sostoyanie i perspektivy. Uspekhi fiziol. nauk. 2007;38(3):72-86. Russian.
25. Popov VP, Krainyuchenko IV. Teoriya resheniya organizatsionnykh zadach. Pyatigorsk: INEU; 2008. Russian.
26. Klimontovich YL. Statisticheskaya teoriya otkrytykh sistem. Tom.1. Moscow: Yanus-K; 1995. Russian.
27. Grinchenko SN. Sistemnaya pamyat' zhivogo. Moscow: IPIRAN, Mir; 2004. Russian.
28. Shmal'gauzen II. Kiberneticheskie voprosy biologii. Nauka; 1968. Russian.
29. Ukhtomskiy AA. Izbrannye trudy. Leningrad; 1978. Russian.
30. Ugolev AM. Estestvennye tekhnologii biologicheskikh sistem, Leningrad; 1987. Russian.
31. Viner N. Kibernetika ili upravlenie i svyaz' v zhivotnom i mashine. Moscow: Sovetskoe radio; 1958. Russian.
32. Zaichik AS, Churilov LP, Utekhin VJ. Autoimmune regulation of genetically determined cell functions in health and disease. Pathophysiology. 2008;15(3):191-207. Russian.
33. Cohen IR, Young DB. Autoimmunity, microbial immunity and the immunological homunculus. Immunol Today 1991;12:105-10.
34. Poletaev AB. Fiziologicheskaya immunologiya: estestvennye autoantitela i problemy nanomeditsiny. Moscow: Miklosh; 2010. Russian.
35. Turchin PV. Istoricheskaya dinamika: Na puti k teoreticheskoy istorii. Sinergetika: ot proshlogo k budushchemu. Per. s angl. Pod obshch. red. Malinetskogo GG, Podlazova AV, Borinskoy SA. Predisl. Malinetskogo GG. Moscow: LKI; 2007. Russian.
36. Klimontovich YL. Kriterii otositel'noy stepeni uporyadochennosti otkrytykh sistem. Uspekhi fizicheskikh nauk. 1996;166(11):1231-43. Russian.
37. Kaneko K. Chaos as a Source of Complexity and Diversity in Evolution . Artificial Life: an overview. edited by Christopher G. Langton. Cambridge.

38. Bogdanova EN. Samoorganizatsiya i upravlenie v slozhnykh evolyutsioniruyushchikh sistemakh [dissertation]. Nal'chik (Nal'chik region); 2009. Russian.
39. Gaydes MA. Obshchaya teoriya sistem (sistemy i sistemnyy analiz). Tel' Ashomer, Tel' Aviv: Gospital' im. Khaima Shiby; 2004.
40. Bogdanov AL. Tektologiya. Vseobshchaya organizatsionnaya nauka. Moscow: Ekonomika; 1983.
41. Aleksandrov YI. Nauchnie i pamyat': traditsionnyy i sistemnyy podkhody. Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti im. I.P. Pavlova. 2005;55(6):842-60. Russian.
42. Abdeev RF. Filosofiya informatsionnoy tsivilizatsii. Moscow: Vldos; 1994. Russian.
43. Khaken G. Tayny prirody. Sinergetika: nauka o vzaimodeystvii. Moscow, Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovaniy; 2003. Russian.
44. Simankov VS. Sistemnyy analiz v adaptivnom upravlenii. Krasnodar: ISTE; 2001. Russian.
45. Knyazeva EN, Kurdyumov SP. Osnovaniya sinergetiki. Rezhimy s obostreniem, samoorganizatsiya. Tempomiry. Sankt-Peterburg: Aleteyya; 2002. Russian.
46. Stepin VS. Sinergetika i sistemnyy analiz. Sinergeticheskaya paradigma. Moscow: Progress-Traditsiya; 2004. Russian.
47. Chernavskiy DS. Sinergetika i informatsiya. Moscow: Editorial URSS; 2004. Russian.
48. Bessonov BN. Filosofiya Gegelya i sovremennost'. Vypusk 6. Kollektivnaya monografiya. Moscow; 2011. Russian.
49. Malinetskiy GG. Matematicheskie osnovy sineoetiki: khaos, struktury, vychislitel'nyy eksperiment. Moscow; 2011. Ser. №2 Sinergetika: ot proshlogo k budushchemu (Izd. 7-e). Russian.
50. Cherezov AE. Postneklassicheskoe poznanie cheloveka i ego zdorov'ya. Vestnik Moskovskogo gosrodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Filosofskie nauki. 2011;1:124-35. Russian.
51. Luman N. Evolyutsiya. Moscow: «Logos»; 2005. Russian.
52. Bogdanov AA. Vseobshchaya organizatsionnaya nauka (Teknologiya). V 2-kh t. Moscow: Ekonomika; 1989. Russian.
53. Simankov VS, Lutsenko EV. Adaptivnoe upravlenie slozhnyimi sistemami na osnove teorii raspoznavaniya obrazov. Krasnodar; 1999. Russian.
54. Simankov VS, Vladimirov SN, Denisenko AO, Cherkasov AN. Metodologicheskie postroeniya sistem podderzhki prinyatiya resheniy. Vestnik Donskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2008;8(3):258-67. Russian.
55. Hagmann M. Memory T cells don't need practice. Science. 1999;286:1266-7.
56. Vasilevskiy NN. Ekologicheskaya fiziologiya mozga. Leningrad: Meditsina; 1979. Russian.
57. Loskutov AY, Mikhaylov AS. Osnovy teorii slozhnykh sistem. Moscow-Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovaniy; 2007. Russian.
58. Bergson A. «Tvorcheskaya evolyutsiya». Moscow: Terra; 2001. Russian.
59. Landau L, Lifshits E. «Teoriya polya», Moscow: Nauka; 1967. Russian.
60. Khandzhyan OA. Nachala i osnovy teorii predstavleniya. Moscow: Dialog-MGU; 2009. Russian.
61. Hopfield JJ. Neurodynamics of mental exploration. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2010;107(4):1648-53.
62. Dunin-Barkowski WL, Flerov YA, Vyshinsky LL. Prognosis of Dynamical Systems Behavior Based on Cerebellar Type Neural Technologies. Optical Memory and Neural Networks. 2011;20:2091-121.
63. Hopfield JJ. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. PNAS. 1982;79:2554.
64. Grossberg S. Studies of Mind and Brain. Boston ; Riedel, 1982 ; Idem. Nonlinear neural networks: principles, mechanisms, and architecture. Neural networks. 1988;1:17.
65. Kohonen T. Self-organizing Maps. Heidelberg: Springer-Verlag; 2001.
66. Meerson F3, Pshennikova MG Adaptatsiya k stressornym situatsiyam i fizicheskim nagruzkam. Moscow: Meditsina; 1988. Russian.
67. Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Kartashova NM, Popov YM, Khadartsev AA. Ponyatie normy i patologii v fazovom prostranstve sostoyaniy s pozitsiy kompar- tentno-klasternogo podkhoda [The concept of norm and pathology in the phase space of states from the standpoint of the cluster-cluster approach]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2005;12(1):12-4. Russian.
68. Khromushin VA, Buchel' VF, Zherebtsova VA, Chestnova TV. Programma postroeniya algebraicheskikh modeley konstruktivnoy logiki v biofizike, biologii i meditsine [Program for constructing algebraic models of constructive logic in biophysics, biology and medicine]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2008;4:173-4. Russian.
69. Khromushin VA, Shcheglov VN. Intellektual'naya sistema na baze algoritma postroeniya algebraicheskikh modeley konstruktivnoy (intuitionistskoy) logiki [Intellectual system based on the algorithm for constructing algebraic models of constructive (intuitionistic) logic]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 1999;2:131-2. Russian.

70. Khromushin VA, Makhalkina VV. Ispol'zovanie algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki pri postroenii ekspertnykh system [Use of the algebraic model of constructive logic in the construction of expert systems]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2009;3:40-1. Russian.

71. Khromushin VA. Sistemnyy analiz i obrabotka informatsii meditsinskikh registrov v regionakh [diseertation] [System analysis and information processing of medical registers in the regions]. Tula (Tula region): TulGU; 2006. Russian.

72. Khromushin VA, Khadartsev AA, Buchel' VF, Khromushin OV. Algoritmy i analiz meditsinskikh dannykh [Algorithms and analysis of medical data]. Tula: «Tul'skiy poligrafist»; 2010. Russian.

73. Khromushin VA, Chereshev AV, Chestnova TV. Informatizatsiya zdravookhraneniya [Informatization of health care]. Tula: TulGU; 2007. Russian.

74. Faynzil'berg LS. Komp'yuternaya diagnostika po fazovomu portretu elektrokardiogrammy. K. Osvita Ukrainy; 2013. Russian.

75. Faynzil'berg LS. Informatsionnye tekhnologii obrabotki signalov slozhnoy formy. Teoriya i praktika. Kiev: Naukova Dumka; 2008. Russian.

76. Minina EN, Faynzil'berg LS. Fazovyy portret odnokanal'noy EKG v otsenke funktsional'nykh rezervov serdechno-sosudistoy sistemy. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2014;21(3):22-7. Russian.

77. Minina EN. Novyy podkhod v izuchenii vzaimosvyazi funktsional'noy podgotovlennosti i elektrogenеза u sportsmenov s ispol'zovaniem etalonnogo kardiotsikla [A new approach in studying the relationship between functional preparedness and electrogenesis in athletes using a reference cardiocycle]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie. 2014 [cited 2014 Jul 03];1 [about 8 p.]. Russian. Available from: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4931.pdf>. DOI: 10.12737/5950

78. Minina EN. Vozmozhnosti otsenki protsessov repolyarizatsii miokarda s ispol'zovaniem etalonnogo kardiotsikla. Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya. 2015;1(4):26-35. Russian.

79. Minina EN. Analiz volny T EKG v fazovom prostranstve v opredelenii funktsional'nykh rezervov miokarda. Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. 2013;26(2):148-53. Russian.

80. Faynzil'berg LS, Minina EN. Issledovanie diagnosticheskoy tsennosti ugla orientatsii fazovogo portreta odnokanal'noy EKG kak indikatora funktsional'nogo sostoyaniya miokarda. Klinicheskaya informatika i telemeditsina. 2013;9(10):33-42. Russian.

81. Faynzil'berg LS, Minina EN. Otsenka funktsional'nogo sostoyaniya serdechno-sosudistoy sistemy po velichine razbrosa fazovykh traektoriy odnokanal'noy EKG. Kibernetika i vychislitel'naya tekhnika. 2014;1:5-19. Russian.

82. Faynzil'berg LS, Minina EN. Analiz funktsional'nogo sostoyaniya serdechno-sosudistoy sistemy po sovokupnosti priznakov fazovogo portreta odnokanal'noy EKG. Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal. 2015;12:7-13. Russian.

Библиографическая ссылка:

Минина Е.Н. Предпосылки и актуальные вопросы когнитивного подхода при анализе функциональных систем в медико-биологических исследованиях (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №2. Публикация 8-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-2/8-1.pdf> (дата обращения: 04.04.2017). DOI: 10.12737/article_58f0b967c639f6.80837150.