

УДК 612.1/8

**ПРОЛЕГОМЕНЫ О СУЩНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ
СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗЕРВОВ ОРГАНИЗМА****Курзанов А.Н.***ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России,
Краснодар, e-mail: kurzanov@mail.ru*

Представлен аналитический обзор литературы о роли информации и информационных процессов в живых системах, а также приведены пролегомены (вводные рассуждения) о сущности информационной составляющей функциональных резервов организма (ФРО). В статье рассматриваются вопросы биоинформационных взаимодействий и роли генетической информации в обеспечении рационального использования пластических и энергетических ресурсов регуляции метаболизма в целях поддержания должного состояния функциональных возможностей организма. В ракурсе информационной концепции деятельности функциональных систем организма рассмотрена вероятность мобилизации и восстановления ФРО при участии комплекса информационно-взаимосвязанных мультипараметрически взаимодействующих функциональных систем. Логически обоснованы представления о значении биоинформации в формировании ФРО. Системно-информационный подход к анализу морфофункциональной организации резервных возможностей организма позволяет рассматривать физические параметры физиологических и метаболических процессов с позиций их информационного содержания.

Ключевые слова: функциональные резервы организма, информация в живых системах**PROLEGOMENA ON INFORMATIONAL COMPONENT
OF FUNCTIONAL RESERVES OF ORGANISM****Kurzanov A.N.***Kuban State Medical University, Krasnodar, e-mail: kurzanov@mail.ru*

The article provides an analytic overview of literature on the role of information and informational processes in living systems, and also introduces prolegomena (preliminary discussion) on the nature of informational component in the functional reserves of organism (FRO). The article studies the questions of bio-informational interactions and the role of genetic information in provision of rational use of plastic and energetic resources, metabolism regulation in order to support a proper condition of the functional abilities of organism. In the framework of the informational concept of the organism's functional system activity, the article discusses the possibility to mobilize and repair FRO with the help of several informatively connected and multiparametrically interacting functional systems. The author logically proved the ideas about the meaning of bio-information in formation of FRO.

Keywords: functional reserves of organism, information in living systems

По современным представлениям под функциональными резервами понимают «... информационные, энергетические, метаболические ресурсы организма, обеспечивающие его конкретные адаптационные возможности» [4]. Функциональные резервы организма в ходе адаптивных реакций, обеспечивающих жизнедеятельность организма, непрерывно расходуются на поддержание равновесия между ним и средой обитания, а также непрерывно восполняются. Временную организацию ФРО можно представить как диалектическое единство процессов их мобилизации и восполнения. [1]. Такой динамичный принцип организации функциональных резервов обеспечивается путем саморегулируемой оптимизации всех компонентов регуляции функционирования органов и систем организма в соответствии с текущими потребностями и возможностями в условиях постоянного воздействия различных факторов внешней и внутренней среды.

С этих позиций ФРО рассматриваются как «открытая мультипараметрически само-

регулируемая система, настраивающаяся в ходе жизнедеятельности на должную оперативность и достаточность адаптивных переменных по отношению к имеющимся воздействиям за счет энергетического, пластического и информационного обеспечения процессов самоорганизации динамического состояния организма, определяющего его жизнеспособность [21]. Однако, необходимо отметить, что выделение физиологической, метаболической, энергетической и информационной составляющих ФРО достаточно условно, поскольку все они неразрывно взаимосвязаны в пространстве и во времени.

Роль биоэнергетических и метаболических процессов в формировании ФРО обсуждается во многих научных работах достаточно детально и аргументировано. Существенно меньше внимания уделено объяснению сущности информационной составляющей резервных возможностей организма, ее роли в осуществлении адаптивных реакций, обеспечивающих его жиз-

недеятельность. Неясно, что понимается под «информационными ресурсами организма».

Прежде, чем представить некоторые пролегомены (вводные рассуждения) отражающие наше понимание сущности информационной составляющей функциональных резервов организма, полагаем необходимым предварительно рассмотреть исходные понятия и существующие представления об информации, как важнейшем компоненте объективной реальности и о роли информации и информационных процессов в живых организмах.

В существующих представлениях о роли информации и информационных процессах в живых организмах имеется немало дискуссионных моментов, недостаточно аргументированных утверждений, существенных пробелов по важнейшим разделам данной проблематики, что отчасти связано с неоднозначностью понятия «информация». Существуют различные гипотезы о природе информации, которые представлены в специальных публикациях [6, 10, 17, 22, 28, 32, 40]. Диапазон применения термина «информация» очень широк, однако ни одна из перечисленных его трактовок не раскрывает в полной мере суть и роль информационных процессов в живых системах.

В этой связи следует вспомнить обобщение Норберта Винера, который отметил, что «информация – есть информация, а не материя и не энергия» [7]. Таким образом декларируется, что информация, являясь одной из ключевых сущностей объективной реальности, является нематериальной категорией, не является физической величиной, хотя ее существование и воспроизводство возможно только на основе тех или иных материально-энергетических носителей. Без объектов или процессов физической реальности информация проявить себя не может.

Существуют утверждения, что «информация по своей сути представляет виртуальную часть живого», то есть имеет не материальную природу и «является виртуальной сущностью» [15], которая «с самого начала зарождения жизни, связывает материальную часть нашего мира с нематериальной его частью». Такая точка зрения не всеми признается безоговорочно и даже рассматривается, как заблуждение.

Сущность понятия «информация» в обыденном понимании этого термина – это, либо «сведения, содержащиеся в сообщении», либо «процесс передачи сообщения». Представляется возможным дать определение информации через описание

ее форм и ее свойств. Краткое перечисление этих характеристик информации включает: нужность информации и ее действенность, фиксируемость, инвариантность по отношению к носителям, количество информации и емкость ее носителя, транслируемость, мультипликативность, изменчивость, полипотентность, ценность, истинность и, наконец, брэнность, то есть возможность (или неизбежность) ее разрушения и исчезновения в результате изменения или разрушения ее носителей [16].

Кроме свойств выделяют виды информации: генетическую, поведенческую и логическую. Носителями генетической информации являются молекулы ДНК.

Поведенческая информация формируется на основе врожденных поведенческих реакций, которые генетически запрограммированы в нервной системе. Природа материального носителя этого вида информации доказательно не установлена, а гипотетически связывается с некими молекулярными процессами и структурами. Эволюционно самый молодой вид информации – логическая информация, носителем которой является человеческая речь.

Прием или создание информации, ее хранение, передачу и использование называют элементарными информационными актами, а осуществление всей совокупности таких актов – информационным процессом. Совокупность механизмов, обеспечивающих полное осуществление информационного процесса называют информационной системой.

Все живые существа – это информационные системы, структура которых задается относящейся к ним информацией, а жизнедеятельность обеспечивается воспроизведением этой информации. Любая информационная система в ходе своего функционирования, направленного на ее самовоспроизведение, изменяет окружающую ее среду путем использования ее ресурсов. Обеспечение воспроизведения информации – необходимая и обязательная принадлежность любой информационной системы. Система, не отвечающая этому требованию, утрачивает кодирующую ее информацию и бесследно исчезает, поскольку законы сохранения на нее не распространяются [16].

Живая форма материи объединяет в одно целое вещество, энергию и информацию [15]. Проблема информационной организации живых систем является одной из ведущих проблем биологии, физиологии, биохимии, генетики и других наук о жизни. Вопросы биоинформации изучаются в ведущих научных центрах разных стран.

Одно из основных направлений научной деятельности «Института проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН» – информационные процессы в живых системах и биоинформатика. В Московском государственном университете им. М.И. Ломоносова создан факультет биоинженерии и биоинформации, кафедры биоинформации имеются в ряде крупных университетов России.

Информация в живых системах определяет не только свойства и содержание структур организма, но и является средством управления, организации и контроля строгой последовательности, упорядоченности и согласованности химических и физико-химических процессов, а также морфологических и физиологических изменений. Информация в живых системах во многом определяет само содержание и сущность живой материи

Рассматривая информацию, как неотъемлемый элемент живой материи, выделяют «информацию структуры», передача которой в живых организмах обеспечивается адресной доставкой биомолекул, в структуре которых эта информация записана и «информацию действия», закодированную в электрических процессах нейрональных структур в соответствии с известным бинарным принципом, соответствующим физиологическому понятию «все или ничего», основанному на взаимоотношениях между локальным ответом мембраны клетки и параметрами силы раздражителя, лежащими в основе частотного принципа кодирования «информации действия» в биологических системах [20].

Многие исследователи утверждают, что без информационной составляющей существование живого немыслимо. Все сложные функциональные, биохимические, психологические и иные процессы в живой системе осуществляются при обязательном участии информационной составляющей, управляются информационными механизмами. Материя, энергия и информация органично взаимосвязаны и являются категориальной основой законов единства организма и среды его жизнедеятельности.

Жизнедеятельность любого организма происходит в условиях непрерывного взаимодействия со средой обитания. Достижение соответствия конкретным условиям существования происходит путем адаптивных реакций организма в рамках ФРО. Поскольку условия существования постоянно изменяются в пространстве и во времени, организм для достижения адаптивного результата должен постоянно оценивать эти изменения, иметь надлежа-

ющую готовность и способность соответствовать им, что и составляет сущность информационной взаимосвязи организма и среды обитания. Рассматривая живой организм в его взаимодействии со средой обитания, следует иметь в виду, что для нормального функционирования организма важны не только структурно-метаболические характеристики гомеостаза, но и гомеостаза энергетического и гомеостаза информационного [11, 29].

Живые организмы обмениваются со средой обитания структурными элементами, энергией и информацией, взаимодействие между которыми существует на всех уровнях организации живой материи. Энергоинформационное обеспечение формирования структурных, функциональных, метаболических, генетических, психических и иных составляющих жизнедеятельности организма – важнейший механизм поддержания его жизненных ресурсов и возможности существования во взаимодействии со средой обитания.

Одним из наиболее обсуждаемых вопросов, связанных с проблематикой биоинформационных взаимодействий является вопрос об «энергоинформационном обмене», которому отводится очень важная роль в процессах влияния на пространственную структуру, функционирование и жизнедеятельность биологических объектов. Однако, существующие трактовки того, что является сутью этого энергоинформационного взаимодействия, какова его количественная мера очень разнятся и не вполне исчерпывающи. Ответ на вопрос о физической сущности биоэнергоинформационного обмена должен, прежде всего, разъяснить, что же является переносчиком информации в ходе энергоинформационного взаимодействия и тем самым определить его принадлежность либо к материи, либо к энергии, либо к некоей третьей составляющей объективной реальности.

С позиций энергодинамики, особого вида энергообмена, который обозначается как «энергоинформационный», в природе не существует, поскольку любая форма неравновесного энергообмена содержит упорядоченную составляющую, воспринимаемую системой, как совершенная над ней работа. Таким образом, информационная составляющая имеет свой энергетический эквивалент. Выделение упорядоченной части энергообмена, которая способна вызывать в системе перестройку ее структуры, появление у нее новых функциональных возможностей и эволюцию системы в направлении ее «самоорганизации», стало возможным с распространением положений

неравновесной термодинамики на процессы полезного преобразования энергии [38].

Таким образом, «энергоинформационное» воздействие является, по сути, обычным неравновесным энергообменом, включающим в себя упорядоченную составляющую, совершающую полезную работу и поддерживающую систему в неравновесном состоянии. В этой связи рассуждения об особом «информационном» взаимодействии (без передачи энергии) или энергоинформационном взаимодействии, не связанном с какими-либо формами энергии, рассматриваются как бездоказательные [37].

Информация, имеющая первостепенное значение для оптимального функционирования организма, может считаться функциональной информацией, что является ее качественной характеристикой [19]. Восприятие и трансформация организмом такого информационного сигнала инициирует адекватные адаптивные реакции. На всех уровнях организации живой материи сигнальная коммуникация организменного уровня осуществляется, прежде всего, посредством специфических биологически активных молекул, занимающих ключевые позиции в регуляции разнообразных метаболических процессов, направленных на удовлетворение жизненно-необходимых потребностей организма, включая формирование его функциональных резервов. Сигнальные молекулы образуются клетками функционально взаимосвязанных нервной и эндокринной систем. Установлено [25], что нейроэндокринная система на протяжении большей части жизненного цикла организма постоянно продуцирует сигнальные молекулы и, в том числе, гормональной природы, в избыточном количестве, что рассматривается в качестве резерва, который может быть использован при определенных изменениях условий существования организма в целях информационного обеспечения срочных адаптивных реакций во всем диапазоне функциональных возможностей.

В ходе информационных взаимодействий в живых организмах осуществляются сложнейшие процессы передачи и переработки информации не только посредством биомолекул, но и путем переноса биологически значимой информации физическими полями. Реальная осуществимость информационных взаимодействий физических полей с биологическими системами, основанная на матричном кодировании с использованием хиральных физических полей стереоспецифически взаимодействовать с хиральными молекулами функционально важных биополимеров, подтверждается

особенностями наблюдаемых связей в системе «Солнце- биосфера» [9]. Таким образом обеспечивается возможность и готовность организма поддерживать свою жизнедеятельность за пределами оптимальных условий существования при взаимодействии со средой обитания, согласно соответствующим информационным связям и функциональным резервам.

Саморегуляция и информационный обмен являются ведущими составляющими механизмов функционирования живых систем. Организм человека, как и всех других живых существ, существует, благодаря полученной наследственной информации, которая управляет потоками вещества и энергии в ходе непрерывно идущих метаболических процессов. Наследственная информация – фундаментальная основа любой живой системы, определяющая ее функциональное состояние и эффективность взаимодействия с окружающей средой. Хранение, кодирование, декодирование, передача, использование генетической информации являются ключевыми во всех процессах жизнедеятельности. Наследственная информация в живых системах передается, хранится и используется в закодированной форме в виде различных биологических макромолекул и полностью определяет структурно-функциональные характеристики живой материи. Элементарный состав биологических макромолекул определяет не только морфофункциональные свойства живой материи, но и является эквивалентом информационного генетического сообщения. Все сложные биохимические, функциональные, биофизические, психологические уровни регуляции биологических процессов в живых организмах находятся под координирующим информационным контролем, а источником управляющей информации является генетическая память. Упорядоченность обмена веществ, рациональное использование пластических и энергетических ресурсов организма, обеспечение должного состояния функциональных возможностей, включая поддержание ФРО, на всех этапах онтогенеза и целенаправленной жизнедеятельности – все это результат программирующего действия генетической информации [15].

Биоинформация, связанная с генами, напрямую не участвуя в процессах жизнедеятельности и развития непосредственно, является в функционально-генетическом плане фактически «потенциальной». Действующая биоинформация связана с белками и свойствами клеток и организмов. Основную функциональную нагрузку при взаимодействии организма со средой оби-

тания несут белки, либо в качестве структурных элементов, либо посредством своих ферментативных активностей. Информация о структуре и количестве белков, необходимых организму для жизнеобеспечения в каждый конкретный момент времени, о метаболических потребностях запускает экспрессию на геномном уровне, что позволяет обеспечивать максимально быстрый и экономный запуск соответствующих метаболических путей в ответ на изменение условий внутренней и внешней среды и их «выключение» после достижения результата действия соответствующих функциональных систем. Механизмы «включения» и «выключения» генов на разных этапах реализации адаптивных реакций организма очень оперативны и точны. Это в большой мере определяется тем, что в клетках высокоразвитых организмов только 10% всех генов ответственны за синтез структурных белков и ферментов, а 90% составляют «аппарат управления» (регуляторные гены).

Регуляция метаболизма осуществляется как на генетическом, так и на биохимическом уровне. На генетическом уровне регулируется путем воздействий на экспрессию генов путем усиления или подавления транскрипции и трансляции. Регуляция метаболизма на геномном уровне основана на использовании механизмов индукции и репрессии синтеза ферментов в клетках организма. Генная регуляция оказывает наиболее глубокое и эффективное воздействие на метаболические процессы, так как определяет количество и активность синтезируемых ферментов, в то время, как биохимические механизмы регуляции лишь косвенно влияют только на активность ферментов, «обеспечивая» их тонкую настройку». Индукция или репрессия синтеза ферментов происходит в ответ на воздействие определенных факторов внешней или внутренней среды организма, передающего через различные переносчики на геномный уровень информацию о метаболических потребностях в каждый конкретный момент времени.

Информационные взаимодействия лежат в основе всех молекулярно-биологических механизмов, начиная от считывания информации с ДНК, последующего ее перевода в белковый код и запуска катализируемых многочисленными ферментами процессов метаболизма. «В сложных биологических организмах, к которым относятся эукариоты, вся «материализация» сфокусировалась на геноме, а более предметно – на пространственно-колебательном устройстве ДНК. На ДНК сошлись воедино трехмерное и информационное пространства. Супермолекула ДНК играет двойную

роль: с одной стороны, является матрицей пространственно-временной организации конкретной биосистемы, с другой – уникальным, эволюционно-сформированным коллектором информационных сигналов, способным воспринимать любой семаптический знак» [10]. Информация, переносимая пептидами или белками в конкретный локус биосистемы, становится оперативной, обеспечивая интегративность всех имеющих место в этом локусе процессов, в том числе, сопряженных с клеточными мембранами лиганд – рецепторными и синаптическими взаимодействиями, контролируя «правильность» передачи информации. Информационная картина организма наиболее интегративно представлена суммой всех констелляций функционально-активных в данный момент белков и пептидов [10].

Полагают, что информация, поступающая к определенному гену, изменяет его пространственно-колебательную структуру, что инициирует транскрибирование этого гена, приводящее к синтезу пептида, который «переносит в конкретный локус мембраны, синапса, межклеточной ткани или протоплазмы всю гамму колебаний геномного текста, структурируя сообразно ей жидкостную среду локуса и обеспечивая в ней «правильную», детерминированную пространственно-временную организацию молекулярных событий. Выдвинута гипотеза о существовании информационных квантов в биосистемах, часть которых ассоциирована с молекулами или субмолекулярными частицами а другие находятся в относительно свободном состоянии [10].

Многолетние усилия исследователей в плане лучшего понимания процессов хранения, кодирования, передачи и использования информации в целях жизнеобеспечения организма позволили сформулировать ряд теоретических построений, выдвинуть гипотезы, развить концептуальные представления об информации, как неотъемлемом элементе живой материи. К числу наиболее ярких и фундаментально значимых идей двадцатого столетия, безусловно, относится информационная концепция деятельности функциональных систем, выдвинутая академиком П.К.Анохиным. В рамках этой концепции информация, как правило, выступает главной доминантой во всех функциональных процессах той или иной системы [2, 3]. Все преобразования информации в живой системе производятся для достижения определенного биологического эффекта. Показано, что любая функциональная система, наряду с энергетической основой специальных физико-химических процессов, определяющих метаболическую

потребность и ее удовлетворение, характеризуется информационным наполнением.

Жизненно необходимые метаболические потребности являются иницирующим фактором самоорганизации функциональных систем любого уровня, мобилизующим ткани и органы посредством сигнальной информации нервной или гуморальной природы в системные построения, обеспечивающие совокупной деятельностью входящих в нее элементов удовлетворение исходной потребности. При отклонении результата деятельности той или иной функциональной системы от уровня, обеспечивающего оптимальный для организма метаболизм, в функциональных системах формируется информационный сигнал (эквивалент) потребности, как отношение величины отклонения адаптивного результата к его уровню, оптимальному для метаболизма [32]. Механизмы саморегуляции в функциональных системах могут самостоятельно обеспечить достижение оптимального уровня метаболизма и формирование информации о метаболическом удовлетворении потребности [34]. По-видимому, именно такой метаболический механизм включается при необходимости восстановления ФРО.

Таким образом, адаптивные результаты определяют устойчивость процессов жизнедеятельности и, в первую очередь, обмена веществ живых существ [34]. Активность обмена веществ непрерывно регулируется в соответствии с потребностями организма, которые могут быть как физиологическими, т.е. в рамках поддержания процессов жизнеобеспечения в оптимальных условиях жизнедеятельности, так и при воздействии на организм факторов, «возмущающих» такие условия и иницирующих мобилизацию ФРО.

Достижение цели информационно-взаимодействующей функциональной системой иницируется неизменным в течение некоторого отрезка времени мотивом. На основании мотива формируется текущая цель поведения системы сначала в неопределенной форме, как задача построения динамической функциональной системы, содержащей символы операций, отношений и объемов, которые получают свои значения, только в случае достижения цели, т.е. успешного завершения динамического процесса получения полезного приспособительного результата [18]. Полезные приспособительные результаты выступают в роли системообразующего фактора становления функциональных систем разного уровня организации [2]. С этой точки зрения полезные результаты адаптивных реакций являются системообразующим фактором

комплекса функциональных систем, формирующих ФРО.

Все компоненты функциональной системы взаимодействуют в процессах, обеспечивающих достижение полезного результата действия, используя механизмы передачи информации между различными блоками функциональной системы. Эти информационные потоки в рамках классической схемы функциональной системы обозначаются, как пусковая, обстановочная, обратная афферентация, а также эфферентная сигнализация, транслирующая информацию программы действия к блоку функциональной системы, реализующим само действие, направленное на получение результата действия. Информация о параметрах результата действия сопоставляется с информацией, содержащейся в акцепторе действия. При несоответствии информации о параметрах достигнутого результата действия информации, существующей в акцепторе результата действия, формируется информационный посыл в аппарат афферентного синтеза, который обеспечивает принятие нового решения, иницирующего функциональную систему на достижение должного полезного для организма в целом, приспособительного результата действия в соответствии с уточненной обстановочной афферентации.

Возникновение и существование любой функциональной системы определяется наличием необходимых структурных, энергетических и информационных ресурсов. Достижение должного результата действия сопряжено с мобилизацией этих ресурсов, а вероятность достижения этого результата определяется достаточностью мобилизуемых ФРО.

В функциональных системах постоянно циркулирует информация о потребности и о ее удовлетворении. При этом, информация на всех этапах деятельности функциональной системы сохраняется в полной мере, несмотря на смену ее носителей. Удовлетворение потребности постоянно информационно оценивается. Представления П.К. Анохина об информационном эквиваленте результатов деятельности живых существ [3], были в дальнейшем дополнены представлениями К.В. Судакова об информационных эквивалентах потребности и удовлетворении потребности [32]. Акцепторы результатов действия выступают в роли информационных элементов функциональных систем, которые осуществляют опережающее программирование результата действия и сопоставление его с поступающей информацией о достижении того или иного адаптивного результата удовлетворения потребности.

Жизнеобеспечение живых существ формируется на основе многогранного, сложенного взаимодействия множества функциональных систем молекулярного, гомеостатического, поведенческого и психического уровней, результаты деятельности которых гармонично объединяются на основе принципа мультипараметрического взаимодействия и в каждый момент времени отражают тесные информационные взаимоотношения внешней и внутренней среды организма. По мнению К.В. Судакова [29] «совокупная информационная деятельность разных функциональных систем, в каждой из которых обмен информацией осуществляется на основе своих специфических информационных эквивалентов составляет общую информационную среду организма». Предполагается, что ведущая роль в организации информационной среды организма принадлежит нервной, а также соединительной ткани [29]. Именно в соединительной ткани осуществляется тесное взаимодействие множества биологически активных информационных молекул: олигопептидов, гормонов, гликопротеинов, витаминов, простогландинов, иммунных комплексов и других сигнальных структур

Одним из важнейших продолжений теоретического наследия академика П.К. Анохина в трудах его учеников и последователей явился системно-информационный подход при анализе процессов жизнеобеспечения [31, 35, 39, 8, 12]. Системно-информационный подход является методологической основой, отражающей информационную сущность и природу механизмов регуляции жизнедеятельности организма и позволяющей исследовать свойства системных параметров регуляторного процесса, которые «контролируются» информационным фактором [13]. Системно-информационный подход к анализу морфофункциональной организации резервных возможностей организма позволяет рассматривать физические параметры физиологических и метаболических процессов с позиций их информационного содержания и обеспечивает понимание информационных механизмов целесообразности функциональной системы, обеспечивающей адекватное отражение сигнальных воздействий внешней среды и достижение полезного для организма адаптивного результата к ее непрерывно изменяющимся условиям. В качестве интегральной оценочной категории организации процессов жизнедеятельности предлагается рассматривать «уровень избыточности регуляторных процессов» [14], количественная характеристика которой отражает собственно-информационное содержание функционирования

различных звеньев системы. Уровень избыточности регуляторных процессов определяет организацию и позволяет оценивать состояние функциональных систем жизнеобеспечения.

Парадигма системного подхода позволяет рассмотреть различные аспекты формирования функциональной организации жизнедеятельности и, в том числе, значение информационной составляющей функциональных резервов организма. Информационный подход применим к анализу формирования систем жизнеобеспечения различного уровня [28,27,36]. Теория функциональных систем, интегрируя концепции нейрофизиологии и теории информации, позволила рассматривать проблемы здоровья с системных позиций и открыла новые перспективы ранней диагностики нарушений физиологических функций человека в различных условиях жизнедеятельности [30]. Организм человека взаимодействует с внешней средой и поддерживает постоянство внутренней среды, реагируя на большой объем сигнальных воздействий, имеющих сложную информационную пространственно-временную организацию

С позиций теории функциональных систем представляется возможным представить ФРО как очень сложный динамически саморегулирующийся морфофункциональный комплекс, организованный по принципу мультипараметрически согласованного взаимодействия множества информационно-взаимосвязанных функциональных систем молекулярного, гомеостатического и поведенческого уровней. Мобилизация и восстановление ФРО обеспечивается многокомпонентным взаимодействием различных функциональных систем в каждый конкретный момент времени в соответствии с потребностями жизнеобеспечения организма.

Толерантность к сигнальным факторам-причина снижения возможностей информационных механизмов жизнеобеспечения вследствие изменения состояния метаболических, пластических и регуляторных процессов, а также нарушения формирования и поддержания на должном уровне ФРО. Академиком Судаковым К.В. сформулирована гипотеза о неспецифическом информационном синдроме дезинтеграции различных функциональных систем при экстремальных воздействиях на человека [33]. Дезинтеграция мультипараметрических информационных взаимоотношений различных функциональных систем гомеостатического уровня находит отражение в нарушении кросс-корреляционных отношений, проявляющихся нарушениями

биоритмов висцеральных систем, сна, а также расстройством гормональной регуляции и снижением иммунитета. Неспецифический синдром дезинтеграции связей функциональных систем рассматривается как первая информационная стадия нарушения физиологических функций, которая в условиях продолжения экстремального воздействия может переходить в патологическую метаболическую стадию, ведущую к развитию хронического заболевания.

Через живую систему непрерывно протекают потоки материи и энергии, но она поддерживает устойчивую форму и обеспечивает это посредством саморегуляции. Живой организм в процессе обмена веществ претерпевает непрерывные изменения, но поддерживает свою структуру в устойчивом состоянии, далеко от равновесия, в течение продолжительных периодов времени. Такая организация живых организмов полностью соответствует теории И. Пригожина о диссипативных структурах, объединяющую две кажущиеся противоречивыми тенденции – «диссипацию» (рассеяние) и «структуру», которые сосуществуют во всех живых организмах [23, 26]. Живые организмы являются сложнейшим вариантом диссипативных структур, поглощая вещество и энергию из окружающей среды и выделяя в нее продукты своей жизнедеятельности. При этом обеспечивается понижение энтропии в организме за счет протекания биохимических реакций синтеза необходимых организму белков и других органических веществ, пополняющих его пластические и энергетические ресурсы. Диссипативными являются разнообразные пространственно-временные упорядоченные системы.

ФРО являются очевидным и безусловно очень существенным компонентом диссипативной структуры, которой является живой организм, поскольку, как использование ФРО для обеспечения жизнедеятельности, так и их восстановление, обеспечиваются непрерывным обменом информацией, материей и энергией с окружающей средой. Динамическая трансформация ФРО в процессе жизнедеятельности в значительной мере соответствует понятию «текущее равновесие», которое ввел великий мыслитель Людвиг фон Бергаланфи для обозначения живых структур, как открытых систем, зависящих от непрерывных потоков энергии и ресурсов [5]. Все процессы обеспечения жизнедеятельности, включая использование и восстановление ФРО, связаны с той или иной формой активного оперирования информацией и могут осуществляться только на основе постоян-

ного поддержания в живой системе строго определенных информационных потоков. Активное оперирование информацией происходит путем регулирования параметров двусторонних информационных потоков между организмом и внешней средой.

Без информационного взаимодействия организма со средой обитания и анализа информационных параметров его функционального состояния невозможны ни мобилизация ФРО, ни их восстановление. Мобилизация и восстановление ФРО происходит в ходе адаптивных реакций, инициированных изменениями среды обитания, констант внутренней среды, а также параметров функционирования органов и систем организма. Согласно теории И.Н. Пигарева [24] восстановление функциональных возможностей висцеральных систем особенно активно происходит во время сна, когда мозг обрабатывает информацию, поступающую от внутренних органов. Резко возрастающая активность практически всех корковых зон обеспечивает анализ огромного потока информации о состоянии регуляторных, метаболических, пластических процессов в органах и тканях на предмет восстановления и поддержания их функциональных возможностей на оптимальном уровне. Сказанное позволяет предположить, что именно потоки информации от висцеральных органов во время сна во многом определяют процессы восстановления ФРО. Динамические процессы организации ФРО определяются информационными составляющими жизнеобеспечения организма в соответствии с его адаптивными потребностями и резервными возможностями.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Функциональные резервы организма и теория адаптации // Вестник восстановительной медицины. – 2004. – № 3(9). – С. 4–11.
2. Анохин П.К. Психическая форма отражения действительности. // Под ред. П.К. Анохина. Избранные труды. Философские аспекты теории функциональной системы. – М.: Наука, 1978. – С. 336–366.
3. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы. – М.: Наука, 1980. – 196 с.
4. Баевский Р.М. Теоретические и прикладные аспекты оценки и прогнозирования функционального состояния организма при действии факторов длительного космического полета // Актовая речь на заседании Ученого совета ГНЦ РФ ИМБП РАН. Москва, октябрь 2005г
5. Бергаланфи Л. Общая теория систем – критический обзор. – М., 1969. – 243 с.
6. Бриллюэн Л. Наука и теория информации. – М., Физматлит, 1960. – 392 с.
7. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в живне / Н. Винер. – М., 1983. – 216 с.
8. Глазачев О.С. Энергоинформационные взаимодействия на разных уровнях жизнедеятельности / О.С. Глазачев, В.Ю. Щепланов // Энергоинформационные поля

функциональных систем. Под ред. К.В. Судакова. – М., 2001. – С. 33–45.

9. Жвирблис В.Е. Космофизические истоки дисимметрии живых систем. – М.: МГУ, 1987. – С. 87–106.

10. Зилов В.Г., Судаков К.В., Эпштейн О.И. Элементы информационной биологии и медицины. – М.: МГУ, 2000. – 248 с.

11. Зилов В.Г. Современные представления о методах комплементарной медицины. // Теория и практика комплементарной медицины. – М.: ММА им.И.М.Сеченова. – 1997. – вып. 1. – С. 7–15.

12. Ивашев С.П. Информационные аспекты саморегуляции целенаправленного поведения человека в системе принципов равных и встречных возможностей // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. XIX, № 3. – С. 190–196.

13. Ивашев С.П. Информационный континуум функциональной организации целенаправленного поведения человека // Известия ЮФУ. – 2012. – том. 134, № 9. – С. 18–22.

14. Ивашев С.П. Системно-информационное обоснование параметра избыточности регуляторных процессов / С.П. Ивашев // Межрегиональная научно-практическая конференция: Психология и социальная работа в современном здравоохранении. 2–3 ноября 2005 г., Волгоград. – 2005. – С. 59–60.

15. Калашников Ю.Я. Единство вещества, энергии и информации – основной принцип существования живой материи. Дата публикации: 30 июня 2006 г., источник: SciTecLibrary.ru; Сайт: <http://new-idea.kulichki.com/>, дата публикации: 07.12.2006 г.

16. Корогодина В.И., Корогодина В.Л. Информация как основа жизни. – Дубна: Издательский центр «Феникс», 2000. – 208 с.

17. Корогодина В.И. Информация и феномен жизни. – Пушкино: Изд-во АН СССР, 1991. – 201 с.

18. Кузнецов Н.А., Любецкий В.А. Компьютерная логика в информационных процессах. // «Проблемы передачи информации». – 1999. – т. 35. – вып. 2. – С. 107–111.

19. Кулаковский Э.Е. Информационная связь как основа взаимодействия организмов со средой обитания // Биомедицинский журнал. – 2004. – том 5. – С. 57–60.

20. Куликов В.Ю., Арчибасова Е.А. Медицина и образование в Сибири. Электронное научное издание ГБОУ ВПО НГМУ № 6 – 2015 г. [http://www.ngmu.ru/cozo/mos/фурье-анализ-изменения-средних-интервалов-гг\(тпн\)у-практически-здоровых-лиц-при-выполнении-клиноортогостатической-пробы](http://www.ngmu.ru/cozo/mos/фурье-анализ-изменения-средних-интервалов-гг(тпн)у-практически-здоровых-лиц-при-выполнении-клиноортогостатической-пробы).

21. Курзанов А.Н. Функциональные резервы организма в ракурсе клинической физиологии // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. URL: www.science-education.ru/127-20456 (дата обращения 24.08.2015).

22. Наточин Ю.В. Общие черты эволюции функций гомеостатических и информационных систем // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. – 1992. – Т. 28, № 5. – С. 623–636.

23. Николис Г. Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. – М.: Мир, 1979. – 512 с.

24. Пигарёв И.Н. Висцеральная теория сна // Журнал высшей нервной деятельности. – 2013. Том 63. № 1. – С. 86–104.

25. Поленов А.Л., Кулаковский Э.Е. Происхождение и эволюция нейроэндокринных клеток и нейрогормональной регуляции у Metazoa // Нейроэндокринология, кн.1, ч. 1. СПб.: Наука, 1993, С. 13–31.

26. Пригожин И. Философия нестабильности // Вопросы философии 1991. – № 6. – С. 46–52.

27. Сергин В.Я. Сознание как система внутреннего видения / В.Я. Сергин // Журн. высш. нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 1994. – Т. 44, вып. 4-5. – С. 627–639.

28. Симонов П.В. Мотивированный мозг. – М.: Наука, 1987. – 267 с.

29. Судаков К.В. Информационный принцип в физиологии: анализ с позиций общей теории функциональных систем. – Успехи физиол. наук. – 1995. – Т. 26. No 4. – С. 3–27.

30. Судаков К.В. Информационные грани жизнедеятельности // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2002. – № 6. – С. 8–13.

31. Судаков К.В. Информационные процессы в функциональных системах организма / К.В. Судаков // Энергоинформационные поля функциональных систем. Под ред. К.В. Судакова. – М., 2001. – С.49–128.

32. Судаков К.В. Информационный феномен жизнедеятельности. – Москва: РИА ПО, 1999. – 380 с.

33. Судаков К.В. Индивидуальность устойчивости к эмоциональному стрессу. – М., 1998.

34. Судаков К.В. Общие закономерности динамической организации функциональных систем // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье», 2005, № 2. – С. 4–13.

35. Умрюхин Е.А. Информационная модель афферентного синтеза и принятия решения / Е.А. Умрюхин // Системные аспекты физиологических функций: Тр. межвед. науч. Совета по эксперим. и приклад. физиологии / Под ред. К.В. Судакова. – М., 2002. – Т. 11. – С. 55–61.

36. Шульгина Г.И. Основные принципы системной организации нейронов головного мозга при обработке, фиксации и воспроизведении информации / Г.И. Шульгина // Нейрокомпьютер как основа мыслящих ЭВМ. – М.: Наука, 1993. – С. 23–38.

37. Эткин В.А. Термодинамика неравновесных процессов переноса и преобразования энергии. Саратов: Изд.-во СГУ, 1991.

38. Эткин В.А. Энергодинамика. – СПб. – Изд. Наука. – 2008. – 416 с.

39. Юматов Е.А. Информационная концепция происхождения и эволюции жизни / Е.А. Юматов // Системные аспекты физиологических функций: Тр. межвед. науч. Совета по эксперим. и приклад. физиологии / Под ред. К.В. Судакова. – М., 2002. – Т. 11. – С. 99–105.

40. Юзвшин Н.И. Информациология. – М., 1996. – 221 с.