



# Витасистемный подход к созданию бесконфликтных интеллектуальных платформ перспективных аэрокосмических комплексов\*

Совместно с Г.М. Алакозом, В.П. Кутаховым, С.И. Пляской

## 1. Введение

«Глобальная цифровизация» и чрезмерное проникновение систем «искусственного интеллекта» во все сферы человеческой деятельности требуют более четкого установления границ между «искусственным» (произведенным человеком) и «естественным» (произведенным Природой) и уже не с чисто философских, а с прикладных, управленческих позиций развития методов и средств инженерного творчества, результаты которого уже стали неотъемлемой частью нашей экосистемы, оказывая на нее ощутимое негативное влияние.

Актуальность этой задачи вытекает из доклада Министерства обороны Великобритании «Стратегический контекст будущего» [1], где достаточно объективно оценены последствия освоения нанотехнологий, не реализуемых без компьютерных функционалов, которые сейчас принято называть «искусственным интеллектом». Этот документ определяет базовые реперы технологического форсайта в кибернетике, промышленности, медицине, геронтологии, сельском хозяйстве, экологии и прочих социально значимых сферах.

В частности, в материалах доклада отмечается, что «...в кибернетике максимально сближаются возможности «естественного» и «искусственного» интеллектов за счет освоения нейроподобных вычислительных технологий на белковых аппаратных платформах», а в сфере освоения космоса констатируется возможность «... подготовки с помощью нанороботов околоземного пространства для заселения человеком».

Успех решения этих задач во многом зависит от качества установления границы между «искусственным» и «естественным» интеллектом, для чего необходимо:

– создать объединяющую, а не противопоставляющую «живое» и «неживое» редуцированную модель, в которой масс-энергетические и информационные процессы неразрывно связаны между собой, а в качестве «элементов» выступают (под)системы с «меньшим» уровнем структурно-функциональной сложности;

– перейти к экстенциональным методам и средствам оценки результатов той или иной формы деятельности, которые позволяют «соизмерить несоизмеримое» и «сопоставить несопоставимое», так как они опираются на оценку «вклада» фактора произвольной физической, биологической, психофизиологической и социальной природы в целевой функционал человеко-машинной системы.

Такая редуцированная в своей основе модель получила название витасистемы [2] и она исходит из следующих интуитивно понятных положений:

а) редуцирование служит базовым механизмом структуризации материальных объектов и процессов их взаимодействия, начиная с неживой природы, где «атомизация» разнородных элементарных частиц позволяет их разделить на «структурные» и «функционально значимые» [3];

б) не обязательно, чтобы в качестве «элемента» выступала (под)система из «ближайшего» уровня структурно-функциональной сложности материальных процессов и объектов;

в) смешение в одной системе элементов, принадлежащих различным уровням иерархии, начиная с квантового и заканчивая (зоо)социальным, является атрибутом

\* Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2019) [Электронный ресурс] : материалы Двенадцатой междунар. конфер, 1–3 окт. 2019 г., Москва / под общ. ред. С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна ; Ин-т проблем упр. им. В.А. Трапезникова Рос. акад. наук . – Электрон. текстовые дан. (26,1 Мб). – М.: ИПУ РАН, 2019. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – с. 65-77



витасистем, где главное активное и целеполагающее звено сосредоточено в живой компоненте.

Редукционные механизмы наиболее полно представлены в иммунных системах многоклеточных, которую поддерживают, в том числе, бактерии и микроорганизмы [4]. При этом редукция кардинально снижает размерность задач управления взаимодействием «элементарных» частиц, а само управление осуществляется на *принципах различимости* управляемых объектов, поддерживаемых их *специфическими свойствами* [3], что не исключает возможность создания и использования «однородных» структур и систем, функционирующих по статистическим законам, как это имеет место в диссипативных структурах [5].

Аэрокосмические компоненты глобальных информационных систем, поддерживающих жизненно важные функции современного общества, такие как экомониторинг, связь, управление природными и военными ресурсами и т.п., уже стали неотъемлемой частью «среды» нашего обитания, функционируют относительно автономно, в режиме реального времени и экономически окупаемы при «времени жизни», превышающем 7–10 лет.

В результате вычислительные технологии и поддерживающий их «искусственный интеллект» объективно становятся одним из главных источников возникновения угроз «неправильного» функционирования крупномасштабных систем поддержки жизнедеятельности человечества, причем эти угрозы возникают как в процессе их эксплуатации, так и закладываются в них при проектировании, что обусловлено недостаточным знанием предметной области, представленной абстрактными моделями, и плохой прогнозируемостью последствий информационных сбоев и аппаратных отказов, влияющих на целевой функционал всей системы.

*Цель доклада:* раскрыть источники *непреднамеренного негативного влияния* «искусственного интеллекта» аэрокосмических компонент глобальных информационных систем на жизненно важные функции человеческой деятельности.

## **2. Основные особенности витасистемного подхода к управлению развитием глобальных информационных систем**

Чтобы достичь поставленную выше цель, потребовалось разработать соответствующий *витасистемный подход* [2], который сформировался на стыке шести научных направлений, имеющих глубокие российские корни: учения о ноосфере В.И. Вернадского [6], теории функциональных систем П.К. Анохина [7], теории активных систем (В.Н. Бурков, Новиков Д.А. [8]), теории крупномасштабных систем (Васильев С.Н., Цвиркун А.Д. [9]) и теории межотраслевого баланса В.В. Леонтьева [10].

Предметом теории витасистем являются *взаимосодействия* объектов и процессов живой и неживой природы, что вынуждает дополнить традиционное понятие «система» плохо формализуемыми компонентами такими, как собственные потребности, знания, умения и навыки, носителями которых являются люди (а в широком смысле – любые живые организмы), принимающие решения в условиях ограниченных энергетических, материальных и временных ресурсов, доступных на различных уровнях существования витасистем.

При этом редукционный характер механизмов формирования, функционирования и утилизации витасистем, а также смешение в одной системе элементов, принадлежащих различным уровням иерархии, начиная с квантового и заканчивая (зоо)социальным, потребовало дополнить пространственно-временной континуум, характерный для компонент физического уровня организации, *триединством* материально-энергетических и информационных взаимодействий [2], которые оцениваются экстенционально, то есть по *вкладу* каждой компоненты, участвующей в формировании и поддержании полного жизненного цикла системы.

Такая постановка задачи:



– вытекает из трансдисциплинарного характера управления *всем многообразием ресурсов* естественной и искусственной природы, задействованных в удовлетворении потребностей человека и общества, в том числе – в задачах освоения воздушной среды и космоса;

– призвана «совместить несовместимое» и «(со)измерить не(со)измеримое», что явно не укладывается в каноны классических научных представлений;

– исходит из того, что теория *управления «развитием»* должна строиться на принципе самоприменимости, характерном для эволюции природы, где каждая предыдущая фаза служит «материальной основой и инструментарием» перехода к следующей фазе.

Базовые положения теории витасистем находится и в тренде развития современной физики, где уже предпринимаются попытки к обоснованному введению информационной компоненты в общую парадигму построения Вселенной [11].

В контексте устранения угроз безопасности функционирования глобальных информационных систем важно, что витасистемный подход обеспечивает сбалансированное развитие системы любого вида и на всех стадиях их жизненного цикла, включая и утилизацию «искусственного» (противоестественного) продукта, который априори несет в себе угрозу коэволюции [12], так как у окружающей природы нет механизмов его *направленной деструкции*.

Понятия «искусственного» и «естественного» знакомо человечеству более двух с половиной веков. Так, например, Аристотель [13] (в современной терминологии):

– ввел понятие генетических и эпигенетических путей *инструктированного синтеза* «более сложного» из «менее сложного»: так как «начала изготовления» могут находиться «либо в другом и вовне ..., либо ... становятся причиной для самих себя»;

– предопределил появление понятия «условной причинности», когда переход системы из одного состояния в другое основан не на прямых масс-энергетических взаимодействиях, как это имеет место в «безусловной причинности», а опосредован некоторой «информацией», что имеет место в условных рефлексах, где вспышка света стимулирует выделение слюны у «собаки Павлова» только при определенном комплексе (лабораторных) условий;

– провел *познавательную разницу* между процессами производства и эксплуатации создаваемых человеком технических систем, в рамках которых роль информации кардинально разнится;

– определил соотношение между «познаваемым» и «познающим», согласно которому в процессе познания человек проходит путь «... от более понятного и явного для нас к более явному и понятному по природе: ведь не одно и то же понятное для нас и [понятное] вообще. Поэтому необходимо продвигаться именно таким образом: от менее явного по природе, а для нас более явного к более явному и понятному по природе».

В таком контексте:

– *инженерное творчество* не заканчивается познавательной и эстетической составляющей «созерцательного» типа, традиционной для фундаментальных наук, включая и их интеграцию в рамках конвергентных технологий;

– фаза *материализации знаний* априори считается неизбежной со всеми свойственными ей противоречиями и всевозрастающими рисками, как для окружающей природы, так и для самого человека.

– внутренним двигателем развития служит противоречие между творческой составляющей, которая имеет характер «эврики», и необходимостью *управления творческим процессом в технике*, который отталкивается от *абстрактных представлений предметной области* и который должен завершиться в заданные сроки и с заранее заданным качеством, проверяемым и подтверждаемым на этапе приемо-сдаточных испытаний по совокупности объективно измеряемых и/или наблюдаемых параметров.



### 3. Соотношение абстрактного и предметного мышления в инженерном творчестве

Переход к квантовым компьютерам усугубляет тенью пока еще для инженерной практики проблему выбора *уровня абстракции* описания исходных и результирующих материальных процессов, которыми руководствуется сам разработчик. Если в инженерной практике ситуация, требующая учета «субъективных» знаний и опыта разработчика, сложилась только в последние годы, то для квантового физика она уже давно стала типичной [11], хотя сама проблема признается далеко не всеми физиками.

В математике под *абстракцией* понимают [14]: «... мысленное отвлечение, представляющее собой существенную составную часть мыслительной деятельности, направленной на формирование основных математических понятий».

В результате акта «чистой» абстракции происходит переход от «частного» и, как правило, натурно подтвержденного к «общему» понятию, которое выражено с помощью «общепризнанных» языковых средств. Такой переход неизбежен при любой формализации и состоит в том, что при взаимодействии с реальными объектами мы их *отличаем* «по существенным» в данный момент времени и в данном рассмотрении признакам и считаем их *идентичными* по «несущественным» признакам. Фактически в «чистой» абстракции используется как ассоциация «по сходству» несущественных признаков, так и ассоциация «по отличию» существенных для нас *в данный момент времени и в данном рассмотрении* признаков.

Для теории вычислений и вычислительной техники важно, что используемая в них «чистая» абстракция (ограниченные последовательности условных «нулей» и «единиц») фактически предопределяет выбор признаков, по которым определяется сходство и отличие преобразуемых объектов. При этом, как ни странно, но лежащая в основе этих дисциплин *идентичность* определяется по второстепенным и «несущественным» признакам, а *отличие*, используемое даже при простейшем подсчете или перечислении идентичных объектов, опирается на «существенные» признаки, причем если таковые по тем или иным причинам отсутствуют у рассматриваемых объектов, то они им навязываются с помощью *нумерации (индексации)*, которая по предположению не изменяет ни разбиение свойств на «существенные» и «не существенные», ни численные значения самих этих свойств.

Любая идеализация потенциально способна привести к «иллюзиям», что чревато потерей адекватности взаимоотношений с внешней средой, регулируемых «искусственным интеллектом». Источником «иллюзорности», в частности, служит одна из центральных проблем вычислительной техники, которая связана с неизбежным совмещением в вычислительном процессе *конечных и бесконечных* числовых и/или символьных последовательностей. Пока эта проблема решается с помощью *идеализации* в форме *абстракции актуальной бесконечности* [14], которая состоит в *умозрительном представлении* нигде и никогда не завершающегося и не обрывающегося *конструктивного процесса* порождения объектов определенного типа *его воображаемым результатом*, то есть множеством или совокупностью всех порождаемых им объектов уже как бы готовых и пригодных к рассмотрению. В частности, в теории вычислений и в вычислительной технике, отталкиваясь от процесса последовательного порождения «натуральных чисел»  $0, 1, 2, \dots$ , приходят к актуально бесконечному объекту – «натуральному ряду», который в дальнейшем выступает в качестве объекта, *экстенционально равноправного* с составляющими его натуральными числами.

В более сложных случаях аналогичной процедуре подвергаются «процессы» существенно более сложных типов, в результате чего объектами рассмотрения становятся актуально бесконечные множества элементов произвольной природы, рассматриваемые как отдельные абстрактные понятия.

С позиций инженерного творчества «чистая» абстракция в вычислительной технике оказывает прямое влияние на выбор реальных физико-технических процессов, задавая разбиение всех его измеряемых параметров на «существенные», то есть используемые для



вычислений и поэтому управляемые, и «не существенные», то есть поддерживаемые контурами физической и схмотехнической стабилизации, которые инженер (в отличие от математика!) должен предусмотреть, разработать и включить в состав создаваемого изделия, оговорив в инструкциях по эксплуатации еще и диапазон внешних воздействующих факторов, гарантирующих устойчивость такого разбиения.

Для современного этапа развития вычислительной техники характерно кардинальное изменение не только принципов и методов организации вычислений и выбор направлений ее развития, но и наших *представлений* о принципах и механизмах работы мозга, а значит и соотношений «искусственного» и «естественного» в интеллектуальной деятельности человека, где компьютерные технологии и используемые в них абстрактные модели стали базовым инструментом извлечения самих знаний о предметной области. Поэтому адекватность абстрактной модели и представляемой ею предметной области предопределяет не только успех познавательной деятельности, как это имело место, например, с бозоном Хиггса, но и служит источником потенциальных угроз в глобальных приложениях, ряд из которых имеют непосредственное отношение к обеспечению безопасности в авиационно-космической сфере.

Отправным пунктом любой формализации служит переход от «предметного» к «абстрактному», общую схему которого разработал еще И.М. Сеченов [15], из работ которого можно заключить:

а) соотношение «искусственного» и «естественного» в интеллектуальной деятельности человека в первую очередь необходимо рассматривать с позиций перехода от бессловесной предметной «мысли», которая свойственна не только человеку, к *абстрактной по своей сути*, словесно выраженной и представляющей первую, *словесной мысли*, что уже само по себе является *высшей в эволюционном смысле абстракцией*;

б) многообразие физических, молекулярно-биологических, (нейро)физиологических, психологических и социальных процессов, которые можно использовать при переходе от бессловесной предметной мысли к абстрактной словесной, настолько велико и сугубо индивидуально для каждой особи или группы особей, что к ним можно предъявить только одно требование – мысли, как членораздельной группе, должны соответствовать *«членораздельное чувственное впечатление, в котором представлены чувственно не только эквиваленты подлежащего и сказуемого, но и эквивалент связки* (курсив И.М. Сеченова [15])».

Ясно, что без выполнения этих достаточно общих требований термин «искусственный интеллект» будет носить и, к сожалению, уже носит спекулятивный не только в научном, но и в повседневном смысле характер, что согласно приведенным выше данным чревато потерей *адекватности восприятия* и, как следствие, взаимоотношений с окружающим нас миром.

#### **4. Особенности материальных процессов поддержки «искусственного» и «естественного» интеллектов**

В самом широком смысле под «искусственным» интеллектом подразумеваются компьютерные технологии извлечения, материализации, хранения и передачи информации и знаний, а в более узком – нейроподобные компьютерные технологии, основанные на ставших уже каноническими моделях *формальных нейронов* Мак-Каллока-Питтса [16] и Ф. Розенблатта [17], учитывающих только факторы, которые влияют на «спайковую» электрофизиологическую активность реальных нейронов. В большинстве случаев практической реализации формальных нейронов используются классические твердотельные и оптоэлектронные технологии, которые базируются на переходных физико-технических процессах между двумя устойчивыми состояниями, а не на *циклических* в своей основе молекулярно-биологических и нейрхимических механизмах поддержки (в первую очередь!) *жизнедеятельности* структур мозга.



Современные сторонники «искусственного» интеллекта, сохраняя переключательную парадигму, фактически идут по стопам К. Прибрама [18], который в основу «особой нейронной организации» положил *голографический принцип*.

И в традиционных моделях формальных нейронов, и в голографических моделях К. Прибрама не учитывается тот факт, что даже в простейших одноклеточных организмах *клеточная мембрана* выступает не как пороговая преграда в масс-энергетическом и информационном обмене с внешней средой, а как *гибридный физико-биологический субстрат*, который не только сохранил *безусловные и градиентные* в своей основе *физические механизмы*, но и дополнил их *условными и избирательными биологическими механизмами* такого обмена.

Действительно, для безусловной пространственной диффузии массы и распространения энергии в упорядоченных и неупорядоченных физических средах достаточно градиента плотности вещества и или разности потенциалов, в то время как в биологических средах любое взаимодействие *всегда* зависит от ряда условий, делающих это взаимодействие *сингулярным* не только по результату, но и по комплексу условий его осуществления.

Такие сингулярные механизмы позволяют использовать:

– двунаправленную и избирательную диффузию биологической и физической массы *через гибридную* в своей основе мембрану (с возможной предварительной деструкцией субстрата и, как минимум, с неизбежным конформационным его преобразованием) не только с целью поддержания «внутреннего» масс-энергетического баланса, но и с целью информационного обмена, не нарушающего этот баланс;

– мембрану как гибридный физико-биологический субстрат-посредник (интерфейс, буферная среда) для двунаправленного и избирательного распространения *возмущений с трансляцией модальностей и трансформаций пространственно-временных форматов*, что является необходимым условием поддержки гомеостатичных внутренних масс-энергетических и информационных взаимодействий.

Приведенные особенности функционирования нейрональных и субнейрональных структур мозга позволяют рассматривать нейроны не как «черные ящики», включаемые в структуры поддержки функций коммутации и памяти, а как специфический биологический субстрат поддержки *интегративной деятельности*, благодаря тому, что «... процесс трансформации возбуждения не только не останавливается на субсинаптической мембране, но и активно развивается в постсинаптической цитоплазме, контактируя с различными органеллами дендрида [19]».

В результате автору идеи интегративной деятельности отдельных нейронов академику П.К. Анохину и его ученикам и последователям еще в 70-х годах прошлого века [19,20] удалось описать широкий спектр нейрохимических и нейрофизиологических механизмов *конвергентного замыкания условных рефлексов*, причем само «замыкание», проявляющееся в установлении биологически значимой для целостного организма *условной причинной связи между стимулом и реакцией* поддерживается двунаправленным масс-энергетическим и информационным обменом во внутри нейрональных и собственно нейрональных структурах. Именно благодаря такой интегративной деятельности отдельных (конвергентных) нейронов ранее индифферентный раздражитель становится биологически значимым [3].

Во всех этих и последующих исследованиях под интегративной деятельностью нейрона понимается [19,20] *переработка разнокачественной информации*, а включение нейрона в общую деятельность определенной функциональной системы, ведущую к достижению полезного результата, неизбежно приводит к *ограничению степеней его свободы*, что в физических терминах можно интерпретировать как *сингулярное «сужение» симметрии пространства возможных состояний*.

Если принять во внимание, что работа «искусственного» интеллекта прямо или косвенно описывается в булевом операционном базисе, как при компьютерной, так и при



нейрокомпьютерной аппаратной поддержке, то в такой интерпретации степеней свободы нейрона нет ничего необычного, так как согласно [21]:

а) механизмы реализации любой булевой функции представимы соответствующими элементами симметрической группы преобразований;

б) любая «специализация» *универсального* логического модуля, настраиваемого на произвольную булеву функцию из некоторого класса, трансформирует его в *многофункциональный* логический модуль, которые реализует только часть булевых функций универсального.

Отсюда и следует, что включение нейрона в ту или иную функциональную деятельность целостного организма неизбежно сопряжено с наложением ограничений на «степени его свободы» по П.К. Анохину [19], а значит и на его *потенциальные функциональные возможности* за счет введения диссимметрии в механизмы его функционирования.

В [3] показано:

– с увеличением структурно-функциональной сложности используемого масс-энергетического субстрата и получаемого на его основе «булевого» продукта происходит накопление сингулярностей по отношению к первообразной коммутационной функции. Иными словами – чем сложнее структура, тем больше она накопила «исключений из правил»;

– в создание потенциала «степеней свободы» вносит вклад не только количество и диапазон изменения измеряемых или «наблюдаемых» величин, используемых в управлении нейрхимическими и молекулярно-биологическими реакциями, но и *соотношения* между ними;

– изменение правил функционирования универсальных логических модулей за счет изменения соотношений между наблюдаемыми параметрами метаболических процессов нейронов не обязательно сопровождается нарушением условий их гомеостатичности, которая оценивается по интегральным, а не дифференциальным показателям;

– чтобы задействовать в информационных процессах потенциал «соотношений», необходимо классические методы и механизмы кодирования информации дополнить методами и механизмами, основанными на *сравнении* (сопоставлении) измеряемых параметров, которые по своей природе могут быть *разнокачественными* и в определенном роде «бессмысленными», но информационно полезными (не путать с *разномодальностью* сигналов, которые могут использоваться для «представления» одного и того же субстрата или процесса!).

Таким образом, на основе приведенных особенностей предметной области, используемой для реализации «искусственного» и «естественного» интеллекта, можно заключить.

1. Если функционирование «искусственного» интеллекта поддерживается переходными твердотельными или оптоэлектронными процессами между двумя устойчивыми состояниями, то функционирование «естественного» интеллекта может поддерживаться и, скорее всего, поддерживается молекулярно-биологическими и нейрхимическими процессами, в которых изменяются *дифференциальные соотношения* между наблюдаемыми параметрами и остаются неизменными интегральные параметры, характеризующие устойчивость метаболических процессов. При этом изменения соотношений могут носить кратковременный характер.

2. Проявление собственной непрерывной и «спайковой» электрофизиологической «активности» нейронов гарантированно служит *индикатором* происходящих в них структурно-функциональных изменений, в то время как собственно преобразования информации могут осуществляться на основе *раздражимости* нервной ткани, создавая *скрытый* от нас *вычислительный потенциал*, который никак не проявляется и не может проявиться в наблюдаемых электрофизиологических параметрах.



## **5. Особенности российской импортонезависимой вычислительной технологии на основе ассоциативной памяти с взаимодействующими ячейками**

Проблема использования потенциала скрытых вычислений, использующих факторы кратковременного изменения соотношений в том числе и между «бессмысленными» сочетаниями параметров, никак не влияющих на устойчивость метаболических процессов нейронов, во многом сходна с коллапсом волновой функции в квантовой механике с той разницей, что ее можно разрешить, используя характерные для всего живого и потому эволюционно самые ранние *структурно-параметрические методы* хранения и преобразования информации, *инвариантные* физической, молекулярно-биологической или нейрохимической природе материальных носителей информации [22].

Структурно-параметрический метод хранения и преобразования информации [22]:

– исходит не из традиционной «числовой», а из теоретико-множественной интерпретации работы *интеллектуальных машин*, предложенной С.Н. Корсаковым еще в девятнадцатом веке [23];

– основан на формально-логических *PD<sup>1</sup>-ассоциативных вычислительных конструкциях*, в которых один из операндов *управляет синтезом* вычислительной структуры, изменяющей свой состав и схему взаимодействий элементов по требованиям активизированной (поток)инструкции;

– исходит из того, что *в реальных условиях* один из обрабатываемых операндов *кодируется структурой* используемого материального субстрата (составом элементов и *устойчивыми* гальваническими, физико-химическими или молекулярно-биологическими связями), а второй – *параметрами возбуждающих, но неразрушающих субстрат сигналов*.

Распространение свойственного всему живому структурно-параметрического метода хранения и преобразования информации на системы «искусственного» интеллекта влечет за собой следующие системотехнические последствия для последних [24]:

1. Критичная для (сверх)параллельных вычислительных систем централизованная или распределенная система *инициализации* потоков инструкций заменяется *локальными средствами инструктированного синтеза* параметрически адаптируемых и функционально неразличимых операционных и коммутационных устройств, а также устройств памяти, структура которых зависит от содержимого одного из обрабатываемых операндов.

2. Процессы «производства» и эксплуатации реальных *PD-ассоциативных структур совмещаются во времени и пространстве*, что кардинальным образом изменяет требования к *эксплуатационной гигиене*, которая должна поддерживаться *управляемыми деструктивными процессами и полупроницаемыми мембранами*. В совокупности они призваны обеспечить *избирательный обмен* с «внешней» средой не только исходным субстратом и нерелевантным продуктом, но и избыточной или дефицитной энергией.

3. *Процессы локализации, идентификации и парирования отказов*, свойственные высоконадежным вычислителям, заменяются *принудительной регенерацией* структур с заранее заданным «временем жизни».

4. *Деструктивные* процессы в материальном носителе информации становятся составной частью процесса (ре)генерации распределенных, функционально полиморфных *PD-ассоциативных структур*. Поэтому они должны быть либо *подконтрольными*, либо *инструктированными*, как во временной, так и в структурно-функциональной плоскости. Фактически речь идет о *конструктивной и деструктивной фазе единого процесса инструктированного синтеза* гетероструктур в системах *полуоткрытого типа*.

5. *Алгоритмы синтеза и термальный состав* материального субстрата образуют взаимозависимый и неделимый абстрактно-логический и материальный комплекс,

<sup>1</sup> Здесь и далее аббревиатура *PD* отражает зависимость микропрограммной вычислительной конструкции (*P – program*) от содержимого одного из преобразуемых операндов (*D – data*).





интерпретирующий в теоретико-групповом представлении функционал инициализированной (поток)инструкции.

6. Распределенные **PD**-ассоциативные структуры сохраняют свойственный сосредоточенным программируемым операционным устройствам *структурно-функциональный полиморфизм* и делают его зависимым не только от содержимого потокового операнда, но и от «паразитных» внешних воздействий.

7. Из классической архитектуры ЭВМ исключаются сосредоточенные операционные, коммутационные и управляющие устройства и вся обработка потоков данных переносится в *структурно адаптируемую PD-ассоциативную память инструкций с микрокомандным или вентильным уровнем доступа и реконструкции*, что соответствует идеалу технологии «процессоров в памяти» (*PIM – processor in memory*), исследуемых для нужд перспективных супер-ЭВМ, где согласно [25] одним из главных источников снижения пропускной способности на 1–2 порядка служит подсистема обмена информацией «процессор–память».

Все приведенные выше базовые парадигмы структурно-параметрического метода заимствованы из нейрохимических и молекулярно-биологических принципов и методов преобразования информации в живом и реализованы в твердотельном исполнении, которое апробировано в аэрокосмических приложениях с наиболее жесткими требованиями по удельной производительности, массо-габаритам, отказоустойчивости и отказобезопасности [24].

Раскроем потенциал такого научно-технического решения на конкретных примерах.

Высокую структурно-функциональную адаптивность **PD**-ассоциативных вычислительных конструкций [22] иллюстрирует рисунок 1, где представлены топологические схемы вычислительных структур на ячейках ассоциативной памяти с произвольно коммутируемыми по горизонтали и вертикали ячейками [24]. Схемы работают в последовательной конвейерной арифметике, а «младшие» разряды преобразуемых и результирующих данных на временных диаграммах интерпретируются, начиная слева.

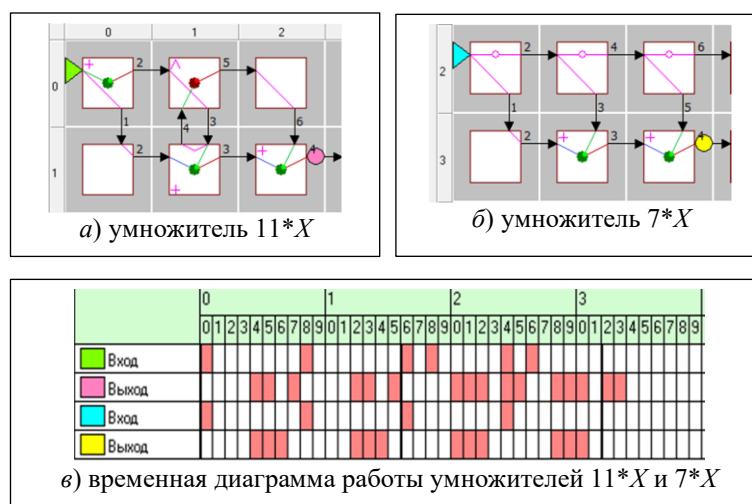


Рис. 1. Топологические схемы и временная диаграмма работы **PD**-ассоциативных умножителей

Из рисунка видно, что в **PD**-ассоциативных вычислительных конструкциях используется базовый для адаптации всего живого принцип выделения «более простой» функции из «более сложной». Действительно, схемы 1-а и 1-б реализуют одну и ту же «более сложную» функцию  $F(A, X) = A * \langle X \rangle$ , в которой скалярный операнд  $A = const$  содержится в структуре соответствующего операционного модуля, определяя его сугубо индивидуальную топологию, а содержимое потокового операнда  $\langle X \rangle$  задает реально реализуемую «вычислительную» функцию: «хранение  $A$ », если  $\langle X = 1000.0000 \rangle$ , и «умножение  $A * X$ », если  $X = var$ .



Эффект парирования отказов не за счет подстановки «горячего» резерва, как это имеет место в классических системах, а за счет толерантного перераспределения заданий ячейкам ассоциативной памяти иллюстрирует рисунок 2. В [26] показано, что такими методами и средствами при некротном (30–40)-процентном аппаратном резерве с вероятностью 0,7–0,8 можно в темпе близком к реальному времени парировать порядка 27–30 отказов, возникающих в ячейках ассоциативной памяти, что практически на порядок превосходит возможности схем классического мажоритарного резервирования.

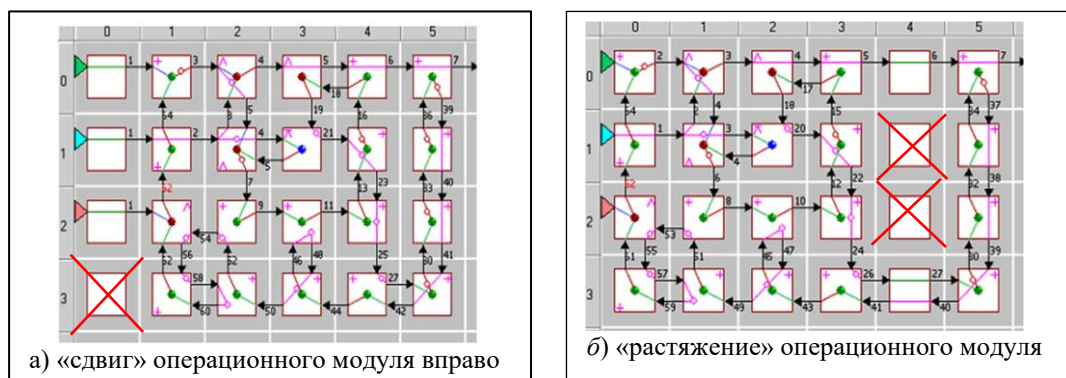


Рис. 2. Преобразования топологии микропрограммных модулей на ячейках ассоциативной памяти

Высокая динамика генерации *PD*-ассоциативных вычислительных конструкций позволяет осуществить преобразование потоков данных в криптографическом операционном базисе (таблица 1), что недостижимо в других современных вычислительных технологиях. Обусловлено это тем, что в таких конструкциях, как и во всей живой природе, оперируют не числами, а символами, и поэтому с их помощью, как и в любой памяти, можно осуществить произвольную посимвольную подстановку, отвечающую требованиям произвольной операции, выполняемой над зашифрованными данными.

Таблица 1. Правила посимвольной подстановки при выполнении операции сложения

Открытый символ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Закрытый символ	4	6	0	2	9	7	1	5	3	8
Открытый формат	0235 + 0846 = 1081									
Шаг 1	$x_1^1 = 5, x_1^2 = 6, e = 0 \Rightarrow \{\Sigma^1=1, e^+ = 1\}$									
Шаг 2	$x_2^1 = 3, x_2^2 = 4, e = 1 \Rightarrow \{\Sigma^2=8, e^+ = 0\}$									
Шаг 3	$x_3^1 = 2, x_3^2 = 8, e = 0 \Rightarrow \{\Sigma^3=0, e^+ = 1\}$									
Шаг 4	$x_4^1 = 0, x_4^2 = 0, e = 1 \Rightarrow \{\Sigma^4=1, stop\}$									
Закрытый формат	4027 + 4391 = 6436									
Шаг 1	$x_1^1 = 7, x_1^2 = 1, e = 0 \Rightarrow \{\Sigma^1=6, e^+ = 1\}$									
Шаг 2	$x_2^1 = 2, x_2^2 = 9, e = 1 \Rightarrow \{\Sigma^2=3, e^+ = 0\}$									
Шаг 3	$x_3^1 = 0, x_3^2 = 3, e = 0 \Rightarrow \{\Sigma^3=4, e^+ = 1\}$									
Шаг 4	$x_4^1 = 4, x_4^2 = 4, e = 1 \Rightarrow \{\Sigma^4=6, stop\}$									

Эффект роста удельной производительности, как одного из главных показателей качества работы систем «искусственного» интеллекта можно получить не только за счет



более совершенных конструктивно-технологических решений разработки и изготовления электронной компонентной базы и аппаратуры, но и за счет динамически перераспределяемого (в зависимости от решаемой задачи) однородного аппаратного ресурса между функциями хранения, передачи и преобразования потоков данных, что иллюстрирует рисунок 3.

На этом рисунке приведены эмпирические данные реализации алгоритма хэширования по стандарту *SHA-256* на:

- *PD*-ассоциативной памяти (СБИС АП – КМОП-технология с нормами 90 нм),
- процессоре НТЦ «Модуль» МС-121 (65 нм),
- клеточном процессоре *CELL PowerXCell 8i* фирм *Sony*, *Toshiba* и *IBM* (45 нм),

из которых видно, что более близкий по организации вычислений к реальным нейронам процессор хэширования на *PD*-ассоциативной памяти отыгрывает 2–3 технологических поколения у процессора *CELL PowerXCell 8i* за счет более высокой структурно-функциональной адаптивности к требованиям алгоритма.

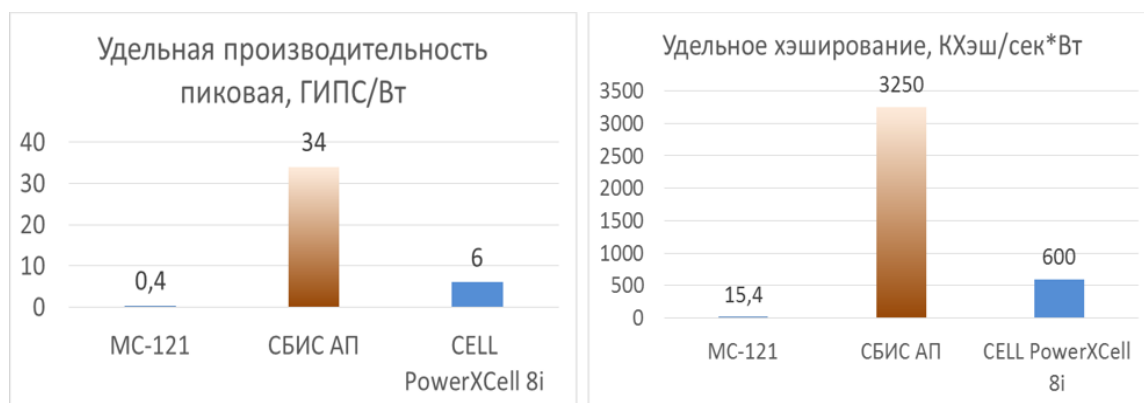


Рис. 3. Показатели удельной производительности изделий из разных «технологически» поколений

Структурно-параметрический метод хранения и преобразования информации позволяет отказаться от базовой для полупроводниковой электроники «переключательной» парадигмы «проводник-изолятор» и перейти к аналоговой в своей основе «сенситивной» парадигме и соответствующей ей логике сенситизации, оперирующей «пониженной», «повышенной» и «нейтральной» чувствительностью [27].

В схеме рисунка 4 интегративная функция реализуется ассоциативным селектором, «предоставляющим право прохождения» на выход либо одной из сенситизированных переменных, либо их композиции, сформированной по правилу «монтажного ИЛИ».

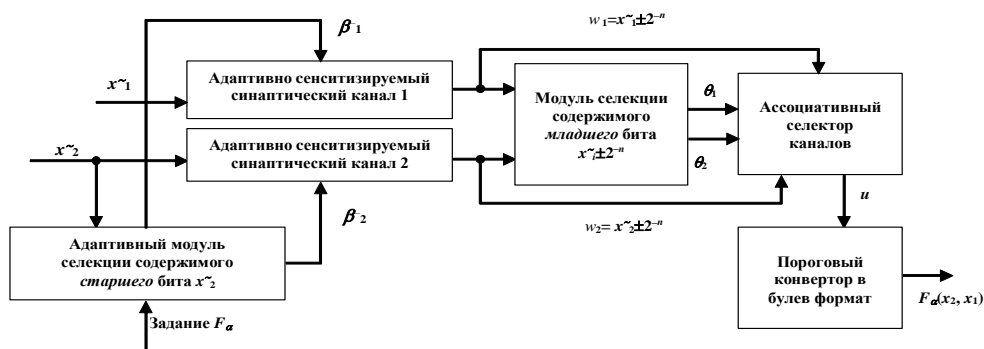


Рис. 4. Функциональная схема работы адаптивно сенситизируемых постсинаптических каналов

Эта схема работает следующим образом. По содержанию старших разрядов аналоговой входной переменной  $\tilde{x}_2$  формируются две переменные  $\beta_1$  и  $\beta_2$ , которые



управляют чувствительностью соответствующих («постсинаптических») каналов распространения входных переменных  $x_1$  и  $x_2$ . Выходу этих каналов соответствует «субъективное» представление входных переменных вида  $w_1 = x_1 \pm 2^{-n}$  и  $w_2 = x_2 \pm 2^{-n}$ , из которых формируется ассоциативная «маска»  $(\theta_1, \theta_2)$ . Эта «маска» управляет *правилом отбора* значения из пары  $(w_1, w_2)$ , которое и поступает на пороговый конвертор, где и вырабатывается выходная бинарная реакция, отвечающая таблице истинности булевой функции  $F_\alpha(x_2, x_1)$ .

Из приведенных данных видно:

1. Схема рисунка 4 в полной мере отвечает аналого-цифровой парадигме К. Прибрама [18] с тем уточнением, что физиологическое «возбуждение-торможение» в ней реализуется не через модуляцию проходного сопротивления постсинаптических каналов, а модуляцией их чувствительности.

2. Расширение сфер использования «искусственного» интеллекта в тех масштабах, которые определены «стратегическим контекстом будущего» [1], может быть осуществлено и, скорее всего, будет осуществляться не только за счет конструктивно-технологического совершенствования производства компонентной базы и аппаратуры, но и за счет заимствования принципов, методов и средств преобразования информации на основе *функциональной* (преобразующей) *памяти*, апробированных «естественным» интеллектом.

3. Реализовать глобальные программы «интеллектуализации» нашей жизни без учета масс-энергетического и информационного триединства, практически невозможно, так как для этого требуется освоить широкий спектр методов и средств инструктированного синтеза материалов с заранее заданными свойствами и пространственными формами, исследованием которых в мире занимаются уже около полувека [28].

Главная особенность витасистемного похода к триединству масс-энергетических и информационных процессов определяется тем фактом, что каждый бит информации, циркулирующей в любой системе, имеет постоянно изменяющуюся масс-энергетическую «ценность» и масс-энергетическое представительство, а найти фундаментальные соотношения и зафиксировать раз и навсегда однозначное соответствие между информацией и эквивалентной ей формообразующей и системообразующей «силой» весьма затруднительно и, скорее всего, невозможно [29], так как это соответствие проявляется каждый раз в сложных и изменчивых условиях неразрывного взаимодействия организма человека с окружающей его физической и социальной средой. Это приводит к необходимости использования *контекстно-зависимых* для каждой системы и условий ее использования «грамматик», которые и составляют ядро «искусственного» интеллекта, используемого при проектировании и эксплуатации каждой витасистемы.

Такая неоднозначность между информацией и эквивалентной ей формообразующей и системообразующей «силой», и не только в живом, служит одним из главных и подтвержденных практикой эксплуатации аэрокосмических систем источников *конфликтов* между «искусственным» и «естественным» интеллектами.

Предотвратить появление в витасистемах подобного рода конфликтов возможно только в каждом конкретном случае, а не в общем виде, так как все витасистемы по сути являются *развивающимися*. В [30] показано, что в биологических объектах (субъектах) *внутренним мобилизационным источником развития* является *конфликт*, «энергия» которого расходуется двояко:

– на считывание и пользование генетической инструкции, зафиксированной в геноме, и значительно предопределяющей индивидуальный ход внутренних процессов организма на различных уровнях их организации: от молекулярного до психофизиологического и личностного;

– на «оживление» для субъекта самых разнообразных (ранее безразличных) раздражителей и событий во внешней среде.



Пока неясно, каким образом аккумулируется внутренняя «энергия» конфликта, но уже понятно, что в силу меняющейся под ее воздействием «... «впечатлительности» конфликт-индуцированных или конфликт-содержащих доминант в организме обеспечивается «вектор» постоянного «функционального развития» и самосовершенствования субъекта, которые лимитированы лишь сроками его биологической жизни [30]».

Напротив, исследователям средств вычислительной техники [31] удалось пока представить машину Тьюринга только как «самовоспроизводящийся» автомат, который трудно признать *развивающимся*, так как такой автомат не способен самостоятельно разрешить «гёделевское противоречие», расширив лежащую в его основе формальную систему.

## 6. Заключение и выводы

Подтвержденная практикой логика развития систем «искусственного» и «естественного» интеллектов, говорит о том, что их необходимо рассматривать как единый *витасистемный конгломерат*, в котором «искусственный» интеллект пока еще остается проблемно-ориентированным и требующим выполнения определенных правил пользования компьютерным продуктом, «заимствованным» у другого «естественного» интеллекта с сугубо индивидуальным путем развития от предметного мышления к абстрактному. Поэтому источником *неизбежных для любого развития неспровоцированных конфликтов* может выступать как каждая компонента этого конгломерата, так и *нелинейные* и плохо формализуемые *отношения* между ними, что при неоправданном широком распространении «искусственного» интеллекта на все сферы человеческой деятельности служит дополнительным опосредованным источником *доминирования* заимствуемого, а еще хуже навязываемого социальной среде «естественного» интеллекта.

Для современного этапа развития такого витасистемного конгломерата характерно все возрастающее проникновение в «искусственный» интеллект принципов и методов хранения, передачи и преобразования информации, используемых в «естественном» интеллекте, что неизбежно сопряжено с «сужением» многообразия используемых материальных процессов либо до сугубо физических, либо до биохимических, где произведенные *in vitro* белки объективно обладают существенно ограниченным циклом репродуктивного воспроизводства, что существенно ограничивает и «время жизни» системы, и ее отказоустойчивость, и отказобезопасность.

Проведенный анализ материальных и формально-логических источников возникновения *неспровоцированных конфликтов* в гибридных системах «искусственного» и «естественного» интеллекта, входящих в единый витасистемный комплекс, позволяет выделить в качестве главных следующие.

1. Неидентичность материальных процессов хранения, передачи и преобразования информации, которая выражается в том, что в «искусственном» интеллекте доминируют взаимодействия, основанные на «безусловной причинности», а в «естественном» доминирует условная и потому контекстно-зависимая причинность, используемая как естественный *семантический фильтр* для всевозможного рода «паразитных» взаимодействий, идентифицируемых по бинарному признаку «осмысленный-бессмысленный».

2. Противоположная направленность хронологии естественной эволюции, определяемая фазами роста структурно-функциональной и морфофункциональной сложности исходного субстрата, и хронологии нашего познания, которое продолжает носить существенно фрагментарный и гетерохронный характер, чревато появлением иллюзорных причинных связей и не учетом реально существующих, что подтверждено практикой создания и использования аэрокосмических систем.

3. (Полу)открытость живых систем, функционирующих за счет *избирательного обмена* с внешней средой массой, энергией и информацией и развивающихся на принципах *самоприменимости*, сопряжена с появлением противоречий «гёделевского типа», которые



неразрешимы «собственными» методами и средствами любой формальной теории. Поэтому возложение ряда функций «заимствованного» «естественного» интеллекта на «искусственный» чревато появлением «смертельных объятий» и потерей управления глобальными информационными системами.

### Литература

1. Development, Concepts and Doctrine Centre (DCDC)/UK Ministry of Defence, "Strategic Trends Programme. Global Strategic Trends – Out To 2040," London, 2010. [Online]. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/33717/GST4\\_v9\\_Feb10.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/33717/GST4_v9_Feb10.pdf)
2. Алакоз Г.М., Аюпов А.И., Пляскота С.И. и др. Витасистемы: модели инженерного творчества / Под ред. Г.М.Алакоза – М.: «Дашков и К°», 2015 – 448 с.
3. Алакоз Г.М., Добротворский А.С., Котов А.В., Пляскота С.И., Саломатов А.А., Шерстнев В.В. Сингулярность как неотъемлемое свойство базовых механизмов синтеза и функционирования атомарных, молекулярно-биологических и нейрохимических вычислительных структур //Нейрокомпьютеры: разработка и применение, из-во «Радиотехника», 2017, 7, с. 9-20.
4. Микробиом человека – «новая эра» в понимании микрофлоры <http://propionis.ru/mikrobim-cheloveka>
5. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах /Пер. с англ.: –М.: Мир,1979 – 280 с.
6. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере //Из архива В.И. Вернадского: <http://vernadsky.lib.ru/e-texts/archive/noos.html>
7. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М., Медицина, 1968 – 546 с.
8. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. – М.: Синтег, 1999. – 128 с.
9. Васильев С.Н., Цвиркун А.Д. и др. Управление развитием крупномасштабных систем/ Под ред. А.Д.Цвиркуна – М.: Физматлит, 2012 – 496 с.
10. Леонтьев В. и др. Исследования структуры американской экономики (1953) / Пер. с англ. А. С. Игнатьева под ред. А. А. Конюса. - М.: Госстатиздат, 1958. — 640 с.
11. Менский М.Б. Концепция сознания в контексте квантовой механики. //УФН, т.175, №4, с. 413–435.
12. Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука, 1969.
13. Аристотель. Сочинения. В 4 т. (Серия «Философское наследие»). Т. 3. Физика / Пер. В. П. Карпова /Ред и вступ. ст. И. Д. Рожанского. М.: Мысль, 1981.
14. Математическая энциклопедия: «Сов. энциклопедия», т.1, 1977, с.43
15. Сеченов И.М. О предметном мышлении с физиологической точки зрения //Избранные философские и психологические произведения: – М.: Государственное издательство политической литературы, 1947, с.375–384.
16. Мак-Каллок У.С., Питтс У. Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности //Автоматы. /Пер. с англ. – М., ИЛ.–1956, с.362–384.
17. Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики. /Пер. с англ. – М., Мир, 1965.
18. Прибрам К. Языки мозга: Экспериментальные парадоксы и принципы нейропсихологии. /Пер. с англ. Я. Н. Даниловой и Е. Д. Хомской под ред. действительного члена АПН СССР А. Р. Лурия. Из-во «Прогресс», Москва, 1975.
19. Анохин П.К. Системный анализ интегративной деятельности нейрона и понятие о его степенях свободы //Системный анализ интегративной деятельности нейрона /Под ред. П.К. Анохина. – М.: «Наука», 1974, с. 3–10.
20. Косицын Н.С. Структурные аспекты интегративной деятельности нейронов. //Системный анализ интегративной деятельности нейрона /Под ред. П.К. Анохина. –М.: «Наука», 1974, с. 142–150.
21. Алакоз Г.М., Саломатов А.А. Теоретико-групповая модель формального нейрона // Автоматика и вычислительная техника, №4, 2007, с. 138–149.



22. Алакоз Г.М. Структурно-параметрический метод хранения и преобразования информации в молекулярной биологии и супрамолекулярной вычислительной технике. //Нейрокомпьютеры: разработка и применение, из-во «Радиотехника», 2007, № 5, с. 54–61 и № 7, с. 51–65.
23. Михайлов А.С. Теоретико-множественная интерпретация работы интеллектуальных машин С.Н. Корсакова //Нейрокомпьютеры: разработка, применение, 8, 2015, с. 65–73.
24. Алакоз Г.М., Курак М.В., Котов А.В., Сериков А.П., Попов А.А. Вычислительные наноструктуры. Задачи, модели, структуры. Том (часть) 1. – «Программно-аппаратные платформы» /Лаборатория знаний. Интернет-Университет Информационных Технологий – М.: ИНТУИТ, 2009.
25. Elliott D., Stumm M., Snelgrove W. M., Cojocaru C., McKenzie R. Computational RAM: Implementing Processors in Memory, //IEEE Design and Test of Computers, vol. 16, № 1, 1999, pp. 32–41.
26. Алакоз Г.М., Коллеганов М.М., Шурман В.А. Оценка отказоустойчивости системы взаимодиагностики бит-поточковых субпроцессоров аэрокосмических вычислительных комплексов //Авиакосмическое приборостроение, №6, 2010, с.25–34.
27. Алакоз Г.М., Добротворский А.С., Котов А.В., Плякота С.И., Замолодчикова Т.С., Шерстнев В.В. Логика синаптической сенситизации как дополнение пороговой логики управления интегративной деятельностью нейронов. //Нейрокомпьютеры: разработка и применение, №2, 2018, с.3-12
28. "ERATO/ Strategic Basic Research Programs 2013-2014/ Mission statement of ERATO," Japan Science and Technology Agency, 2013. [Online]. [http://www.jst.go.jp/erato/en/erato\\_en.pdf](http://www.jst.go.jp/erato/en/erato_en.pdf) 38 pp.
29. Алакоз Г.М., Котов А.В., Лосева Т.Н. Информационные аспекты психосоматических взаимодействий. Психофизиологический и квантовый базис информационных процессов. //Нейрокомпьютеры: разработка и применение. Из-во «радиотехника», №12, 2013, с.3-15.
30. Котов А.В., Алакоз Г.М. Конфликт как критическая фаза функционального развития живых и сложных кибернетических систем //Тр. научн. совета по эксп. и прикл. физиологии «Системный подход в физиологии», 2004. Т.12. с. 167–186.
31. Антер М. Кибернетика и развитие: Пер. с англ.– М.: Мир, 1970.