

Բանալե՛ծ • Дискусси • Discussion

Биолог. журн. Армении, 1-2 (57), 2005

УДК 577.27:007:008

Посвящается памяти матери

**ИММУННАЯ СИСТЕМА КАК УПРАВЛЯЮЩИЙ ИНТЕРФЕЙС С
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ И ПРОБЛЕМА ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА**

И.А. ВАРДАНЯН

НПО "Computers for Saving the Earth", 375019, АձձԱՅԻ

В поиске новых форм информационных технологий в статье осуществляется попытка переноса ключевой способности естественного интеллекта самообучаться, которой обладает иммунная система позвоночных, как система, выдержавшая испытание эволюцией, на человеко-машинные системы, рассматриваемые как организмы. При этом при разработке таких систем важным признается соблюдение принципа единства организма и среды и для человеко-машинных систем, как в интерфейсе "человек-машина", так и в интерфейсе "человек-машина" – окружающая среда. Такой подход, по нашему мнению, не только создает основы для иммунитета человеко-машинных систем, создавая тем самым качественно новые системы искусственного интеллекта, но и создает предпосылки для порождения естественных биологических информационных технологий, а значит и для порождения эволюционного канала развития человечества.

Որպես տեղեկատվական տեխնոլոգիականների նոր ձևերի որոնում, հողվածում փորձ է արվում բնական ինտելեկտի ինքնաուսուցման հանգուցային ունակությունը, որով օժտված է էվոլյուցիան քննությունը բռնած ողնաշարավորների իմունային համակարգը, տեղափոխել իբրև օրգանիզմներ դիտարկվող մարդ-մեքենա համակարգերի վրա: Ընդ որում, այդպիսի համակարգերի մշակման ընթացքում կարևոր է համարվում օրգանիզմի և միջավայրի միասնության սկզբունքը նաև մարդ-մեքենա համակարգերի համար ինչպես «մանրդ-մեքենա» ինտերֆեյսում, այնպես էլ «մարդ-մեքենա» շրջակա միջավայր ինտերֆեյսում: Այդպիսի մոտեցումը մեր կարծիքով ստեղծում է ոչ միայն իմունիտետի հիմքեր մարդ-մեքենա համակարգերի համար, այդ կերպ ստեղծելով արհեստական բանականության որակապես նոր համակարգեր, այլև նախադրյալներ է ստեղծում բնական կենսաբանական տեղեկատվական տեխնոլոգիաների շարունակության համար, նշանակում է, նաև մարդկության զարգացման էվոլյուցիոն ուղու համար:

In searching new forms of information technology this paper is tried to transfer the ability of self-learning of immune system - the key ability of natural intelligence, which has the immune system of vertebrates that overcome the evolution, on the man-machine systems, which are considered as organisms. It is acknowledged the importance by the design of such systems to adhere to the principle of unity of organism and environment in interface «man-machine» as well in interface «man-machine» - environment. Such an approach, we think, creates not only ability of immunity of man-machine system, thus building qualitative new systems of artificial intelligence, but also is producing preconditions for creation a natural biological information technologies, and so for creation a channel of evolution of humanity.

Иммунитет человеко-машинных систем - опережающее обучение - естественные биологические информационные технологии - канал эволюции человечества

1. Введение

Даже поверхностный взгляд на развитие человечества показывает, что вызовы, которые оно испытывает в настоящее время, настолько серьезны, что предъявляют к системе науки и образования особые, можно сказать, чрезвычайные требования. Нет никакого сомнения в том, что будущее существование человечества под вопросом. Человечество находится на перепутье или, выражаясь в терминах синергетики, человечество как самоорганизующаяся система находится на грани бифуркации. Либо ему суждено будет подняться на эволюционно более устойчивый уровень развития, либо оно погибнет. Ранее автору удалось показать, что именно культура управляет качеством и количеством человеческой популяции, а точнее, устойчивое развитие человечества зависит от того, насколько оно в состоянии эффективно, т.е. с минимумом потерь, собирать и использовать знания – ценную информацию с целью управления своим развитием [2, 3].

Однако рост человеческой популяции в настоящее время свидетельствует, что современная культура уже не в состоянии справляться со сложностью возникающих проблем. Прежде всего, это связано с использованием базовых манифестаций современной культуры – существующих человеко-машинных систем и сопутствующих им неэффективных информационных технологий. Становится ясным, что продолжающееся воспроизведение существующих технических систем и их использование может быть губительным для человечества.

Надо признать, что общие тенденции развития техники таковы, что многие операционно-технические, в том числе интеллектуальные функции стали уходить от человека. Наметилась такая тенденция развития техники, когда машина перестает быть средством деятельности в системах человек-машина, а в это средство превращается сам человек. История техники знает периоды, когда человек выступал в роли придатка к машине. Сейчас, уже на другом витке развития техники, вновь возникает опасная ситуация, когда не человек, а машина может оказаться подлинным субъектом деятельности. Соответственно социотехнические или человеко-машинные системы теряют свойства «социо» и «человеко» и становятся чисто техническими системами [6].

Более того, это зафиксировано уже теоретически в положениях так называемой «информатики». Так, например, в учебнике для вузов по информатике [9] под редакцией С.В.Симоновича можно прочесть: “Информатика – это техническая наука, систематизирующая приемы создания, хранения, воспроизведения, обработки и передачи данных средствами вычислительной техники, а также принципы функционирования этих средств и методы управления ими” (стр.34). Откуда с необходимостью следует, что “Для информатики как технической науки понятие информации не может основываться на таких антропоцентрических понятиях как знание” (Там же стр.13). Из процитированного легко понять какую чудовищную опасность представляет техника, которая создается на таких представлениях, по сути игнорирующих человека, а значит и жизнь вообще. Здесь как раз к месту вспомнить мысль выдающегося биолога эволюциониста Н.И.Вавилова, который утверждал, что заблуждения, как и знания, также обладают способностью накапливаться.

Все возрастающий с каждым годом рост чрезвычайных ситуаций, отмечаемых страховыми компаниями, а также ожидаемое тотальное внедрение компьютеров во все области человеческой жизни и деятельности (**ubiquitous computing, pervasive computing, embedded intelligence**), позволяют предполагать, что положение будет усугубляться.

Мы уже достаточно давно указывали на явные недостатки такого подхода к созданию информационных технологий [4]. И недостаток этот коренится в том, что этот подход основан на логико-математической модели обучения. Вот, например, как трактуют обучение авторы главы «Обучение» в книге: Справочник. Искусственный интеллект, кн.2, М.: Радио и связь, 1990, А.А.Мартirosян и Э.М.Погосян. Обучение, полагают они, это “способность к приобретению ранее неизвестных умений и навыков”. Ссылку при этом они делают на это определение, как на якобы принятое в психологии. Чего не может быть, поскольку любой даже слегка знакомый с психологией человек знает, что обучение это процесс, а не способность. Более того, **обучение это процесс передачи знаний.**

Однако, раскрывая далее это определение для интеллектуальных систем (ИС), они пишут: “Говорят, что ИС обучилась чему-либо, если она стала способной к выполнению некоторых процедур и решению некоторых задач, которые до этого была выполнить неспособна”. И тут же вынуждены оговориться, поскольку столь упрощенное понимание процесса восприятия и запоминания информации, позволяет считать обучением и случай, ”когда в памяти ИС закладывается готовая программа, которой в ней не было”.

Такое упрощенное понимание процесса рецепции информации, а также игнорирование смысла и значения понятия знание, можно объяснить лишь жгучим желанием уйти от обсуждения и не касаться истинных процессов, носящих воистину творческий характер. На что уже давно обратил внимание специалистов по искусственному интеллекту Зинченко [7], который, определяя эту ситуацию, подчеркивал мысль, высказанную, правда, в другой статье, но по тому же поводу: “о неистребимости наивных попыток обыденного сознания “искать не там, где потеряли, а там, где светлее” [8, с.109].

Казалось, что рассмотренный нами ранее вышеприведенный случай [4] и предложенная нами система обучения [5], а также определение понятия знания как ценной информации, определяющей устойчивость самоорганизующихся систем [2], исчерпали тему обсуждения вопроса недостатков, присущих логико-математическому подходу к проблеме обучения. Однако совсем недавно появившаяся статья [11], еще раз подтверждает мысль Н.И.Вавилова о стойкой живучести заблуждений. Из статьи можно понять, что авторы “в упор не видят” и не желают видеть, что пользователь обучающей системы обладает психикой, которая воспринимает информацию совсем не так, как это делает машина.

Как можно понять, возникающее положение с особой серьезностью ставит проблему поиска более эффективных методов построения человеко-машинных систем, в особенности связанных с процессом обучения, передачей знаний. Все это заставляет обратить внимание на информационные технологии, выработанные живыми существами – **естественные биологические технологии** [12], т.е. такие, которые прошли испытание временем, эволюцией, а значит обладающие большей устойчивостью и в свою очередь вносящие минимум возмущения в окружающую среду, т.е.сопряженные с окружающей средой.

Одной из таких технологий, как мы полагаем, является естественная биологическая технология иммунной системы позвоночных [20]. Наш особый интерес к этой технологии объясняется еще и тем, что, как известно,идея Интернета разрабатывалась министерством обороны США с целью обеспечения устойчивой коммуникации в ситуации поражения коммуникационных систем ядерным ударом. Однако даже программные вирусы, создаваемые и запускаемые в сеть программистами-любителями, часто парализуют интернет на

продолжительное время. Так что ожидающие человечество в будущем сложные и трудно предсказуемые ситуации делают проблему создания технологии иммунитета человеко-машинных систем одной из актуальных, если не актуальнейшей, из всех существующих современных проблем в области информационных технологий.

Наряду со сказанным выше надо отметить, что в настоящее время все еще существует много неясностей относительно роли и функционирования самой иммунной системы. Так, в последнее время все чаще и чаще подвергается критике как устаревшая теория клональной селекции Бернета: Айрун Коэн [16], рассматривая роль аутоиммунитета, пишет: “Прогресс в иммунологии кажется, все больше и больше выявляет незавершенность парадигмы клональной селекции, если не указывает на ее устарелость”. А Поли Матцингер идет еще дальше, объявляя классические взгляды Бернета, которые господствовали в иммунологии на протяжении многих лет, опровергнутыми самим ходом развития иммунологии [19].

В этом смысле нам представляется справедливым заметить, что наша интерпретация иммунной системы как управляющего интерфейса с окружающей средой позволяет иначе объяснить многие явления и процессы, имеющие место в иммунной системе. Это в свою очередь делает возможным рассматривать предлагаемый механизм управляющего интерфейса в качестве базового механизма функционирования иммунной системы.

Между тем, как справедливо утверждает Сильверштейн [21], идеи толерантности и распознавания “Я” – “не-Я” не являются центральными для теории клональной селекции, а точнее, являются идеями вспомогательными или идеями второго уровня этой теории, отказ от которых не угрожает теории клональной селекции, претендующей на описание основного механизма функционирования иммунной системы. Однако следует думать, что теория функционирования иммунной системы должна, прежде всего, выработать четкие представления именно о механизме распознавания “Я” – “не-Я”, поскольку эти представления являются основополагающими в работе иммунной системы.

Как это ни странно для настоящего времени, омраченного атаками террористов всех мастей, проблема “Я” – “не-Я”, т.е. иммунитета технических систем, как проблема взаимоотношения человека и машины и человеко-машинной системы и окружающей среды не рассматривается вовсе. Однако, как мы уже отмечали выше, способность самообучаться на процессах взаимодействия в системе человек-машина и в системе человек-машина и окружающая среда, а также строить стратегии, препятствующие возникновению состояний, когда эти системы теряют свою устойчивость, делают проблему иммунитета человеко-машинных систем одной из актуальных, если не актуальнейшей, в ряду исследований в области информационных технологий.

В этом смысле наше исследование, посвященное роли и механизму иммунной системы, проведенное нами с точки зрения информатики и теории управления, оказывается актуальным не только с технической точки зрения, но уточняет представления, сложившиеся в иммунологии, так как позволяет со всей определенностью утверждать, что ядром теории функционирования иммунной системы, прежде всего, должна быть именно теория, способная объяснить смысл феноменов иммунитета и толерантности, т.е. распознавания типа “Я” – “не-Я”. При этом механизм клональной селекции должен рассматриваться всего лишь как одна из сторон механизма иммунной системы. Но самым важным выводом нашего исследования является то, что механизмом иммунной системы является

механизм управляющего интерфейса с окружающей средой, подчиняющийся сформулированному нами закону управления-обучения, а, следовательно, если быть точнее, и сформулированному нами закону эволюции.

Это означает, что организм строго следит за процессами, происходящими в окружающей среде. Однако при этом не адаптируется к ней, так как для адаптирования достаточно иметь лишь жестко “защитую”, “запаянную” в памяти системы программу [4], а строит свои отношения с внешней средой посредством построения в своей внутренней среде сопряжения с внешней средой – своего управляющего интерфейса – механизма с минимальными потерями, поскольку в этом случае системе необходимо иметь в наличии более гибкий механизм самообучения [4], так как только наличие такого механизма может обеспечить системе эффективность ее поведения в достижении единства с окружающей средой, что, естественно, скорее свидетельствует в пользу справедливости положения об универсальном эволюционизме системы и окружающей среды, принадлежащих единому (одному и тому же) пространственному феномену, нежели к их коэволюции.

Как мы полагаем, сказанное выше позволяет совершенно иначе увидеть решение проблемы создания искусственного интеллекта, а значит и проблемы создания высокоэффективных эволюционирующих самообучающихся систем. А именно создание технологии, сопряженной с естественными биологическими технологиями, т.е. так, как работает все живое на Земле. Этим подходом мы обозначаем направление исследований в области информационных технологий, способных не разрушать окружающую среду, а строить сопряжение с ней, т.е. таких информационных технологий, которые способны строить системы с минимальными потерями, а значит и с Моралью [3].

Здесь следует сказать заранее, что настоящая статья отнюдь не претендует на раскрытие всех сторон функционирования иммунной системы и выдачу исчерпывающих рекомендаций по созданию новых информационных технологий, а скорее имеет целью обратить внимание специалистов на крайнюю необходимость развития именно этой стороны человеко-машинных систем и намечает подходы, которые автору кажутся особенно актуальными на сегодняшний день в области знания о построении человеко-машинных систем и связанных с ними информационных технологий.

2. Иммунная система как система самообучения

Иммунная система позвоночных не локализована в каком-либо одном месте нашего тела, а также не контролируется каким-либо одним центральным органом, таким как мозг. Она состоит из огромного количества отдельных клеток – армии защитников, которые обмениваются друг с другом информацией так, что иммунная система в действительности представляет собой информационную сеть клеток, которые как только получают информацию о вторгнувшихся в тело инородных веществ, бактериях, а также о возникновении переродившихся клеток, спешат к месту инфекции или перерождения, чтобы вступить с ними в борьбу [20]. Такая сеть находится в гомеостатическом равновесии.

Попавший в эту сеть антиген – инородное вещество (возмущающее воздействие) распознается, по крайней мере, в два приема. Сначала метаболизирующие ферменты (например, цитохром P-450) мультиплицируют антиген (порождают разнообразие), т.е. из исходного вещества извлекается множество производных соединений. Таким образом, иммунная система получает

целую гроздь веществ, имеющих общее происхождение. Как отмечается в [10], “это чрезвычайно интересное явление не привлекало к себе внимание” (выделено мною И.А.В.). Оказывается, что в организме одно конкретное вещество буквально размножается в различных вариантах: у антигена появляется как бы семья мутантов, имеющих свои собственные новые свойства. Так ферментативная подсистема иммунной функциональной системы гомеостаза сопрягает попавший в организм инородный антиген с ее иммунной подсистемой.

Между тем, говоря о функциональной системе вообще, необходимо помнить, что “обязательным положением для всех видов и направлений системного подхода являются поиск и формулировка системообразующего фактора: эта ключевая проблема определяет как само понятие системы, так и всю стратегию его применения в исследовательской работе” [1].

В связи с этим, в противоположность мнению, высказанному в [10], что в данном случае системообразующим фактором является исключительно только вещество, поступившее в систему, мы считаем, что таким системообразующим фактором для любой самоорганизующейся системы с одной стороны, прежде всего, является цель самоорганизующейся системы, точнее ее аттрактор, что определяет ее самость, ее индивидуальность, ее самосохранность, наконец, ее “Я”, а с другой стороны возмущающее воздействие на систему, в данном случае в виде чужеродного или переродившегося собственного вещества – антигена, проникшего в систему, нарушившего ее гомеостаз, т.е. ее “не-Я”, для которого ей надо будет найти внутренние ресурсы – управляющие воздействия, чтобы обеспечить самоорганизующейся системе ее устойчивость, сохранность ее самости, ее индивидуальности, другими словами, обеспечить сохранность ее “Я”, поскольку именно это делает ее действенной, живой, жизнеспособной. В этом, на наш взгляд, проявляется диалектика существования всего живого – диалектика “Я” – “не-Я”. “Я” не может существовать без “не-Я”, что и находит свое принципиальное выражение в одном из основных положений теоретической биологии о единстве организма и среды.

В ответ на поступление в систему “не-Я” и генерацию его разнообразия иммунная функциональная система гомеостаза организует иммунный ответ собственного “Я” – генерацию Т и В лимфоцитов с использованием механизма соматической мутации – геной рекомбинации их рецепторов для порождения их разнообразия. Причем так, что при этом не происходит порождения Т и В лимфоцитов с рецепторами, обращенными против собственных тканей, т.е. иммунная система не обращается против самой себя, что имеет место лишь в патологических случаях выхода иммунной системы за зону собственной устойчивости, выражающейся в явлениях, именуемых аутоиммунностью. Устойчивая иммунная система обладает свойством, известным как “Я”-толерантность. Как известно, в результате успешного иммунного ответа возникают клетки памяти, готовые в случае вторичного поступления в систему чужеродного антигена запустить вторичный, более ускоренный иммунный ответ. Когда же опасность заболевания для организма устранена, то иммунная система вырабатывает специальные сигналы, которые резко уменьшают воздействие лимфоцитов, редуцируя их количество путем запрограммированной гибели.

В свое время на особое свойство механизма порождения разнообразия рецепторов лимфоцитов обратил внимание лауреат Нобелевской премии Нильс Эрне, который подчеркивал общность в механизме порождения разнообразия рецепторов лимфоцитов и порождения разнообразия предложений человеческого языка.

2.1. Язык иммунной системы и язык человеческий

В наших работах [2, 4, 23] мы уже отмечали, что и восприятие, и генерация текстов, речи (как ценной информации) самообучающимися системами тесно связаны с порождающей природой языка самообучающихся систем. Какова же порождающая природа языка иммунной системы?

В своей нобелевской лекции Нильс Эрне отмечал, что “наследственная “глубинная структура” иммунной системы теперь известна: определенные хромосомы всех позвоночных содержат сегменты ДНК, которые кодируют переменные области пептидов. Более того, экспериментально показана порождающая способность этой врожденной системы: в пролиферирующих В-лимфоцитах эти сегменты ДНК являются мишенями для соматических мутаций, которые приводят к формированию переменных областей антител, отличающихся аминокислотной последовательностью от изначального кода рецепторов тех стволовых клеток, от которых произошли данные В-клетки” [18].

Эти идеи Эрне возникли под впечатлением от работ известного американского лингвиста Ноэма Хомского, который, отталкиваясь от трансформационных идей своего учителя Зелига Хариса, совершил революцию в лингвистике [17]. Сам Хомский начало идей трансформационной или порождающей грамматики относит к началу 19-го столетия, а именно, к идее фон Гумбольдта о бесконечности человеческого языка в том смысле, что при наличии в языке некоторого, но все же конечного числа слов, в нем нет пределов возможного количества порождаемых им предложений.

Осознание этого факта побудило Хомского выдвинуть гипотезу, что должна существовать строгая система правил, отличающая предложения языка от произвольной строки из слов. Он предположил, что точно так же, как несколько аксиом математической теории и правила вывода порождают бесконечное число теорем теории, правила грамматики должны порождать предложения языка.

Оспаривая справедливость различных моделей грамматики для описания естественных языков, Хомский выдвинул свою теорию, известную как трансформационная грамматика. Согласно Хомскому, трансформационная грамматика состоит из двух частей: базовой грамматики, которая генерирует набор абстрактных структур, называемых “глубинными структурами” предложения, т.е. существующими в семантическом коде содержательными основами предложения и набором трансформаций и распространения, которые прилагаются к ним, что в результате дает реальные “поверхностные структуры”.

При этом Хомский термин “грамматика” использовал как ментальное представление говорящим знания языка, защищая при этом довольно сильную версию врожденности этого знания, утверждая, что единственный способ объяснить быстроту и простоту, с которой дети осваивают язык, это признать, что то, что им удастся усвоить, является генетически обусловленным. А так как любой нормальный ребенок усваивает любой язык, в среде которого он растет, то Хомский с неизбежностью делает вывод, что все человеческие языки имеют общую ядерную семантическую структуру и цель порождающей грамматики как научной дисциплины определить эту ядерную структуру – “универсальную грамматику”, “грамматику Хомского”.

Как можно понять, по Хомскому, человеческая способность воспринимать и порождать язык генетически запрограммирована внутри человеческого организма. Между тем, от него как бы ускользает то обстоятельство, что именно семантика как раз и связывает, сопрягает выражения языка с предметами и

состояниями внешней среды. Таким образом, получается, что теория Хомского рассматривает язык исключительно как проявление индивидуальной психологии и, таким образом, игнорирует вариативность в использовании языка различными классами, расами, общественными слоями. Иными словами, теория Хомского отказывается объяснить язык влиянием внешних факторов, в частности, влиянием на него социальных институтов. Между тем, язык является не просто буквальным набором слов и предложений, а его структура в значительной степени определяется его коммуникативными функциями. Именно коммуникативность языка является критерием его эффективности [17].

С учетом всего этого начинаешь понимать ошибочность предложений Эрне о необходимости проявить особый интерес к генам оригинальных стволовых клеток, подверженных этим мутациям, как носителям семантики врожденных генных структур и смысла базового лексикона. Как говорит Эрне [18], такие исследования, если их выразить в лингвистических терминах, он относит к этимологии иммунной системы. Напомним, что этимология — это область языкознания, исследующая происхождение слов, их первоначальную структуру и семантические связи, т.е. связи между символами и кодируемыми ими предметами.

Как можно видеть, влияние Хомского на Эрне так сильно, что и Эрне не замечает того, что семантика и есть то, что называется связью, сопряжением символов с кодируемыми ими предметами внешней среды и говорит лишь о семантике врожденных генных структур, чего, по сути, не может быть.

В противоположность взглядам Хомского и Эрне, мы особо хотим подчеркнуть характер процесса поступления информации в иммунную систему. Поступает эта информация через посредство ферментативной системы, сопрягающей иммунную систему с внешней средой (выражаясь в терминах психологии, с предметами внешней среды). Именно ферментативная система, благодаря крупному блоку функциональной иммунохимической системы гомеостаза — системы цитохрома Р-450 печени, обеспечивает метаболизм неограниченного круга антигенов, порождая целую гроздь веществ, имеющих общее происхождение. Вот откуда, на наш взгляд, начинается процесс порождения образа внешней среды, который в свою очередь запускает второй этап процесса распознавания антигена, направленный навстречу первому процессу, т.е. как процесс движения навстречу друг другу «не-Я» и «Я». Причем, процесс порождения лимфоцитов, направленный навстречу первому процессу как бы редуцируется первым процессом, выделяя из всего многообразия порожденных лимфоцитов только те, которые способны нейтрализовать поступившие в систему инородные антигены. Именно таким образом осуществляется сопряжение ферментативной и иммунной подсистем целостной иммунохимической системой гомеостаза.

Откуда, если следовать эволюционным представлениям, можно заключить, что и для механизма распознавания образов, осуществляемых человеческой психикой, должен существовать аналогичный механизм и в центральной нервной системе. Механизм, который, впрочем, на первом этапе поступления информации осуществляется благодаря действию в форме движения (как-то: обследовательскому движению руки, обследовательскому повороту головы и т.п.).

Как можно видеть, в действительности оказывается, что механизм иммунной системы представляет собой единый механизм, описываемый как бы в виде синтеза двух механизмов, которые в отдельности исторически последовательно были теориями функционирования иммунной системы:

инструкционной теорией и теорией клональной селекции Ф.М. Бернета.

Таким образом, в результате иммунного ответа организм позвоночных оказывается способным опознать в качестве чужеродной практически любую “не-свою” молекулу, представленную ему для опознания, т.е. буквально миллионы различных антигенов. Это осуществляется благодаря особому языку, используемому иммунной системой.

Итак, слово “язык”, которым, как мы считаем, организм ведет “диалог” с окружающей средой это не просто метафора, а вполне реальное явление. Как известно, этот аминокислотный язык определяется кодом нуклеиновых кислот. Именно поэтому авторы книги «Язык жизни», подчеркивая исключительно высокую степень подобия систем генерации генетической и языковой информации, писали: “Расшифровка ДНК-кода выявила, что мы обладаем языком, который гораздо старше иероглифики, языком, который так же стар, как сама жизнь, языком, являющимся самым главным из всех языков” [15].

В связи с этим, мы хотели бы еще раз подчеркнуть факт поразительного сходства между иммунохимическим и человеческим языками. Это сходство заключается в том, что человек понимает огромное количество предложений, которые он никогда не слышал и не произносил, а также создает в соответствии с ситуацией новые предложения. Что в функциональной иммунохимической системе гомеостаза соответствует способности распознавать образы неограниченного круга химических соединений, с которыми она никогда ранее не взаимодействовала, и создавать в соответствии с ситуацией новые пептидные структуры и их сочетания.

2.2. Закон управления-обучения и механизм функционирования иммунной системы

Так с чем же в таком случае взаимодействует организм? Как можно видеть, получая одно вещество, организм взаимодействует с гроздьё веществ, которую он сам смог извлечь из этого вещества. Если это так, то синтезируемые при этом антитела и анти-антитела также должны быть разнообразны по своей специфичности, хотя и родственны (инвариантны) в какой-то степени. Как подчеркивает здесь Ковалев [10]: “в ходе сложного иммунохимического анализа организм анализирует внутреннюю суть вещества”, т.е. инвариант вещества, как сказали бы мы [2, 3, 5].

Итак, мы видим, что в распознавании чужеродных химических соединений участвует сеть, а не отдельные клетки. Эта сеть и представляет собой интегральный образ окружающей среды, так как позволяет организму реагировать не только на конкретное вещество, но и на различные соединения с общим принципом действия. С точки зрения информатики это означает, что сеть реагирует на разнообразие веществ, построенных на ядре-инварианте. Это означает, что если в будущем в организм поступит мутант с тем же ядром инвариантом, то организм уже будет готов нейтрализовать его воздействие.

Так иммунная система запасает впрок информацию для будущего распознающего управляющего воздействия. В этом, как нам представляется, и заключается феномен **опережающего отражения**, то что в англоязычной литературе называется “**predictive learning**”, т.е. способность предсказывать будущие события на основе информации о прошлом, что и определит поведение живой системы в будущем. Так организм готовит себя к будущим испытаниям.

В свое время именно эту способность заметил сельский врач Дженнер,

когда начал делать прививки против черной оспы, используя для этого материал оспы коровьей. Сейчас мы уже знаем, что черная оспа вызывается вирусом, называемым вариолой, а коровья оспа вызывается другим вирусом, однако подобным, т.е. имеющим аналогичную ядерную (инвариантную) структуру. Пациенты Дж Jennera, которым была сделана прививка коровьей оспы, становились иммунными не только против нее, но и против черной оспы. Последующий опыт показал, что иммунная система при инъекции того же или подобного вещества “переключается” именно на него: антитела и рецепторы становятся более гомогенными (что свидетельствует о процессе редукции, как, например, возрастание аффинности иммуноглобулинов при повторном иммунном ответе). Как справедливо заключает Ковалев [10]: “По-видимому, система отфильтровывает все те варианты, которые либо не позволяют достичь “поставленной цели”, либо неэффективны”. Другими словами, так иммунная система выделяет инвариант

Как можно видеть, такой процесс распознавания идет как бы с двух сторон: с одной стороны, как процесс поступления антигена в систему, как возмущающее воздействие (т.е. как поступление в систему инородного вещества “не-Я”), так и с другой стороны, как процесс организации управляющих воздействий со стороны системы (т.е. со стороны “Я”), нейтрализующих это возмущающее воздействие посредством генерации необходимого количества соответствующих лимфоцитов, в чем и проявляется единство организма и окружающей среды.

Таким образом, иммунная система организма, осуществляя распознавание конкретных химических соединений, познает, прогнозирует и корректирует образ окружающей среды. Здесь нам не остается ничего другого, как признать, что этот механизм работы иммунной системы есть нечто иное, как механизм подчиняющийся сформулированному нами закону управления-обучения:

Управление – это диалектическое единство процессов создания свобод (избыточности-разнообразия информации) и их редукции (устранения избыточности-разнообразия - выделения ценной информации – инварианта) в соответствии с целью управления [2, 3, 4, 5, 23].

Как можно видеть, система работает с учетом цели управления, а именно сохранения собственного “Я”, т.е. сохранения своей устойчивости при действии на нее возмущающих воздействий, что находится в полном соответствии с одним из основных кибернетических законов, сформулированных У.Р.Эшби - законом необходимого разнообразия [14], являющегося важнейшим законом сохранения устойчивости системы, сохранения ценной информации, содержащейся в памяти системы, или сохранения ее гомеостаза.

Ведь именно вторая половина формулировки нашего закона, а именно редукции – устранения избыточности-разнообразия и есть реализация закона необходимого разнообразия, сформулированного Эшби. В комментарии к этому закону, профессор Урсул, ведущий специалист в этой области, в свое время писал [13]: “Закон необходимого разнообразия имеет двойной аспект. С одной стороны, кибернетическая система должна усваивать полезное разнообразие, а с другой стороны – избегать вредного разнообразия. Эта двойственность реализуется в виде ценностного отношения системы к разнообразию среды. Вряд ли можно сводить все функции закона необходимого разнообразия лишь к ограничению вредного разнообразия (как это иногда получается у Эшби): если так узко понимать смысл этого закона, то неясно, каким образом объяснить саморазвитие, накопление внутреннего разнообразия кибернетическими системами”.

Как можно видеть, в формулировке нашего закона управления-обучения

это обстоятельство как раз и преодолевается. Таким образом, в нашем законе присутствует как порождение разнообразия информации, так и его редукция, что и приводит к ценностному отношению системы к накоплению разнообразной информации, к отбору ценной информации из накопленного разнообразия. Более того, в нашем законе сформулировано положение о диалектическом единстве этих двух процессов, что делает закон динамично работающим, живо откликающимся на возмущающие воздействия. Нет ничего удивительного и в том, что он с дополнением к нему второго закона термодинамики становится “сквозной эволюционной закономерностью”, т.е. законом, способным описать поведение любых самоорганизующихся систем и живых, и неживых [2]. Как нет ничего удивительного и в том, что иммунная система позвоночных работает в полном соответствии со сформулированным нами законом эволюции. Так как иммунная система призвана отражать процессы, происходящие в окружающей среде, вести диалог с окружающей средой, иными словами, призвана быть сопряжением с окружающей средой, т.е. быть управляющим интерфейсом организма.

Что означает для нас необходимость, вопреки мнению многих исследователей, которые определяют процесс формирования такой сети как процесс адаптации к окружающей среде, утверждать, что такой процесс есть процесс построения управляющего интерфейса с окружающей средой и его области устойчивости с целью управления своей устойчивостью, сохранения системой самой себя, своего “Я”, т.е. как процесс преодоления окружающей среды для достижения необходимого единства. Как мы показали в [4], это же делает рецепторная система центральной нервной системы (ЦНС) организма, как в процессе филогенеза, так и онтогенеза. Что опять же не удивительно, поскольку так же как центральная нервная система призвана сохранять индивидуальность духовную, иммунная система призвана сохранять индивидуальность телесную. Это и есть механизмы сохранения “Я”, которые, однако, немислимы без “не-Я”, что находит свое выражение в положении о единстве организма и среды.

3. Заключение

Итак, функциональная иммунохимическая система гомеостаза – это не только система защиты от чужеродных антигенов и некачественных клеток самого организма, но и, благодаря построению управляющего интерфейса с окружающей средой, она является системой получения огромной информации из окружающей среды, что определяет ее единство с окружающей средой, гарантирующей ее устойчивость. Однако вплоть до сегодняшнего дня это не осознается многими учеными, а функционирование иммунной системы воспринимается, как правило, так, как это делает канадский иммунолог Так Мак [23], привлекая к иллюстрации функционирования иммунной системы в качестве метафоры эпическую поэму Мильтона “Потеря рая”, в которой атака патогенов сравнивается с атакой Сатаны, а иммунный ответ сравнивается с ответом Бога, как генератора разнообразия (GOD – generation of diversity), в результате которого патогены уничтожаются.

Такое представление означает, что канадский иммунолог не учитывает принципа единства организма и среды, а воспринимает организм и среду, как находящихся в состоянии антагонизма по отношению к друг другу. А значит, исходит из ложного представления о дополнительности информации и энтропии, что постулирует идею, что для существования живой системы ей необходимо

экспортировать энтропию в окружающую среду. А, следовательно, не разделяет идеи, что все живые организмы и в конечном счете система Жизни на Земле, как взаимодействующая совокупность этих систем, это системы с минимальными потерями, т.е. с минимальной энтропией. А именно, что самое главное в механизме функционирования живых систем это не экспорт энтропии, а структуризация ценной информации для поддержания собственной устойчивости (и только неэффективное структурирование ценной информации, т.е. структурирование с потерями ведет к росту энтропии в системе, что находится в полном соответствии со вторым законом термодинамики). Другими словами, подход иммунолога Так Мака к пониманию механизма функционирования живых систем означает согласие с принципом: "Чтобы жить, надо убивать". Что противоречит существованию самого феномена Жизни. Несостоятельность его и была показана в нашей статье [2]. Понимание этого вынуждает нас признать, что патогенность внешней среды возникает лишь тогда, когда мы загрязняем ее так, что в ней невозможно уже существовать. То есть так, как это делают существующие человеко-машинные системы, которые, не будучи системами с минимальными потерями или энтропией, настолько загрязняют среду, что существующим в этой среде живым системам грозит потеря устойчивости. Тогда вот и происходит то, что канадский иммунолог называет "потерей рая" коллапс самой живой системы.

Думается, что нам удалось в нашей статье преодолеть столь упрощенное представление о роли и принципах работы иммунной системы. В действительности механизм иммунной системы значительно сложнее. Однако вышеизложенное не оставляет сомнений в том, что если создатели человеко-машинных систем не хотят оставить после себя "пустыню", то они обязаны найти способ перенести на человеко-машинные системы принцип, присущий биологическим системам - принцип "Я" - "не-Я", и строго соблюдать его при проектировании таких систем. Именно это будет критерием, который позволит именовать эти системы интеллектуальными и всерьез говорить о создании систем искусственного интеллекта, что позволит не только осуществить прорыв в создании новых информационных технологий, но и минимизировать разрушительное воздействие человеко-машинных систем на окружающую среду. Позволит человеку через посредство человеко-машинных систем предвидеть угрозы стремительно меняющегося мира и с опережением осуществлять управляющие воздействия, не позволяя глобальной системе выходить за пределы зоны своей устойчивости, обеспечивая тем самым реализацию принципа управляемого развития, а не ложного принципа направляемого развития.

По своей сути направление исследований, которое предлагается в настоящей статье, это путь согласования бесконечных степеней свободы человеческого мышления [7] со стремительно меняющейся и все возрастающей сложностью окружающей среды. Как можно видеть, резервы для такого управления более чем имеются. Нужна только добрая воля. Мы не случайно эпиграфом к статье взяли мудрые слова из Талмуда, которые с необычайной ясностью выражают положение о единстве организма и среды, но уже для социального организма. Нам думается, что факт этот даст нам основание для вывода, что культуры, также как и организмы, представляют собой феномены, обладающие свойствами иммунитета и толерантности, а традиции, ими выработанные, как социальные формы ценной информации, являют собой социальную форму "антител", выработанных и отобранных культурным организмом в процессе эволюции для построения своей зоны устойчивости и ее сохранения. Очевидно, что забвение

подобных традиций прошлого, которые восприняты христианством в обобщающей и усиленной синтетической традиции стремления к Истине и Любви (недаром Христианство восприняло иудейскую традицию “возлюби ближнего как самого себя”: Левит 19:18, усилив ее любовью к врагу: Матфей 6:44), как благоговения перед Жизнью, подобно потере памяти иммунной системы или иммунодефицитному синдрому, означающему, что отказ от них может привести к потере устойчивости и культурных систем.

Как мы полагаем, сказанное выше позволяет совершенно иначе увидеть решение проблемы создания искусственного интеллекта, а значит и проблемы создания высокоэффективных самообучающихся систем. А именно, как создание технологии, сопряженной с естественными биологическими технологиями, т.е. так, как работает все живое на Земле. Этим подходом мы обозначаем направление исследований в области информационных технологий, способных не разрушать окружающую среду, а строить сопряжение с ней, т.е. таких информационных технологий, которые способны строить системы с минимальными потерями, а значит и с **Моралью** [3].

Именно это свойство человеко-машинных систем, определяющих новую информационно-технологическую революцию, способно обеспечить плавную эволюцию человечества к новому, более устойчивому уровню развития. Таким образом, на наш взгляд, технология человеко-машинных систем с минимальными потерями или моралью как революционная технология может стать каналом эволюции человечества, так, как это произошло с человечеством, но отнюдь не плавно, во время Неолитической технологической революции. Это и будет свидетельством зрелости *homo sapiens* - человека разумного.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Анохин П.К.* Избранные труды. Философские аспекты теории функциональных систем. М., стр.59, 1978.
2. *Вардамян И.А.* Принцип всеобщности информации, экологический императив и человеко-машинные компьютерные системы. Биолог. журн. Армении, 3-4, 52, 1999.
3. *Вардамян И.А.* Вестник общественных наук НАН Армении, 2, 2002.
4. *Вардамян И.А.* Функционирование рецепторной системы и интерфейс человек-компьютер. Биолог. журн. Армении, 3-4, 2002.
5. *Вардамян И.А.* Информатика и образование, 1, 1992.
6. *Зинченко В.П.* Вопросы философии, 7, 1986.
7. *Зинченко В.П.* Природа, 2, 1986.
8. *Зинченко В.П., Мамардашвили М.К.* Вопросы психологии, 7, 1977.
9. Информатика. Базовый курс. Учебник для вузов под ред. С.В.Симоновича: СПб.: Питер, 2002.
10. *Ковалев И.Е.* Механизм адаптации организма к окружающей среде. Природа, N2, 1991.
11. *Саркисян С.Г., Овакимян А.С., Бархударян С.В., Тоноян К.* Мат-лы конф. "Компьютерные науки и информационные технологии 2003", Ереван, Армения, Сентябрь 22-26, 2003.
12. *Уголев А.И.* Естественная технология биологических систем Л.: Наука, 1987.
13. *Урсул А.Д.* Природа, 5, 1972.
14. *Эшби У.Р.* Введение в кибернетику М.:1959.

15. *Beadle G., Beadle M.* The Language of Life. An introduction to the Science of Genetics. N.Y., 1966.
16. *Cohen I.R.* Immunol. Today 13, 441-444, & 490-494, 1992.
17. International Encyclopedia of Communications. Vol.1, Oxford University Press, New York, Oxford, Grammar, 234-238, 1989.
18. *Jerne N.* Biosci.Rep. 439-451, 1985.
19. *Matzinger P.* Annu.Rev.Immunol. 12, 991-1045, 1994.
20. *Raven P.H., Johnson G.B.* Biology, Times Mirror/Misby College Publishing, 1989.
21. *Silverstein A.* Nature Immunology 3, 793-796, 2002.
22. *Tak W. Mak* Phil.Trans.R.Soc. Lond. A. 361, 1235-1250, 2003.
23. *Vardanyan I.H.* 9th International Conference "Speech and Computer", 20-22 September 2004, Saint-Petersburg, Russia, Publishing house "Anatolya".

Проступила 25.11.2005