

Варданын И.А. Естественный речевой интерфейс как инструмент познания // Психологический журнал Международного университета природы, общества и человека «Дубна». 2009. № 2. <http://www.psyanima.ru/>.

Естественный речевой интерфейс как инструмент познания

И.А. Варданын

В статье анализируется существующий подход к моделированию специалистами по «искусственному интеллекту» модели механизма речевого интерфейса «искусственного разума» и предлагается иное решение проблемы создания этого механизма, более соответствующего механизму функционирования естественного речевого интерфейса реального естественного интеллекта, что позволит строить «искусственный интеллект» как продолжение интеллекта естественного и, следовательно, строить суперустойчивые человеко-машинные системы – мощный инструмент познания окружающей действительности и этим ответить на вызовы настоящего и будущего, благодаря чему, возникает возможность создания спасительного канала эволюции человечества.

Ключевые слова: естественный механизм речевого интерфейса, суперустойчивые человеко-машинные системы, естественный языковой интерфейс как инструмент познания, спасительный канал эволюции человечества.

Введение

На проходившей в этом году выставке CeBIT 2008, один из ведущих руководителей фирмы Microsoft Стив Баллмер, отмечая, что в течение 28 лет существования выставки CeBIT, каждые семь лет имела место новая компьютерная революция, предрек через семь лет следующую, уже пятую компьютерную революцию, в которой, критическую роль должно сыграть решение проблемы **естественного пользовательского интерфейса**. Частью этого интерфейса, несомненно, является **естественный речевой интерфейс**. Как можно понять, актуальность решения этой проблемы имеет особую остроту.

Как отмечается в [12], основным препятствием при автоматическом распознавании разговорной речи является наличие большого различия между данными, полученными в результате обучения системы и данными, полученными в реальных условиях. А.Л. Ронжин пишет: «Вариативность таких факторов как произношение, темп, стиль речи, а также окружающие шумы зачастую невозможно учесть заранее на этапе обучения системы».

Как можно заметить, у существующих систем распознавания речи имеет место два разделенных во времени этапа: 1. Этап обучения, настройки и 2. Этап собственно реального функционирования. Причем на втором этапе выясняется, что имеет место большое рассогласование с данными, полученными на первом этапе.

Здесь, естественно, возникает вопрос, а соответствует ли процесс обучения, который используется на этапе научения существующих систем автоматического распознавания речи тем реальным процессам, которые имеют место в естественной системе восприятия и генерации речи? В статье приводятся методики, используемые в существующих системах автоматического распознавания речи. Как то: методика Гудвина,

методы нормализации частоты основного тона, методы спектрального вычитания, скрытые марковские модели и так далее и тому подобное. Однако не естественно ли попытаться понять, как обучение происходит в естественных системах распознавания речи? Как оно осуществляется в реальности в человеческой психике?

Ведь российская психология и физиология накопили достаточное количество ценной информации о реальных процессах, происходящих в естественных системах распознавания речи. Что позволило уже достаточно давно известному психологу В.П. Зинченко, оценивающему состояние знания о ментальных процессах, имеющих место в реальной естественной человеческой психике, и существующего подхода в ее моделировании в технических системах, с известной долей иронии заметить, что характерным для инженерного подхода к решению проблем «искусственного интеллекта» является поиск «не там где потеряли, а там где светлее» [8].

Между тем, специалистами, занимающимися сверхсложными системами [16], которые вновь вынуждены обратиться к идеям кибернетики, которая с самого начала претендовала на решение проблемы «искусственного интеллекта», отмечаются существенные изменения в подходе к проблемам, связанным с функционированием этих сверхсложных систем. Они отмечают уже два этапа развития кибернетической теории: 1. Этап кибернетики первого порядка и 2. Этап кибернетики второго порядка или кибернетики кибернетики.

Если кибернетика первого порядка, созданная в 1940-х годах прошлого века Н. Винером, У.Россом Эшби и другими, характеризовалась в основном инженерными приложениями и проявляла интерес к системной стабильности, благодаря использованию отрицательной обратной связи в автоматах и других машинах, которая поддерживала в них условия равновесия, осуществляя в них процесс управления ими, то кибернетика второго порядка, созданная в 1970-х годах прошлого века Хайнцем фон Ферстером, уже опиралась на открытия в области биологии, в особенности нейрофизиологии.

Самым важным результатом в эволюции кибернетической теории, вызванной проблемами несоответствия теории кибернетики первого порядка и процессов реального функционирования биологических систем, явилось то, что результат развития второго этапа кибернетики проявился также и в значительной теоретической переоценке многих положений философии науки, которая ранее опиралась на образ механистической, ньютоновской вселенной, функционирующей как часовой механизм, а ее интерес сместился от проблем стабильности к проблемам изменения состояний, от гомеостаза к **морфогенезу**, а отсюда к бо́льшему акценту на процессы самоорганизации. Так кибернетика второго порядка пыталась разрешить противоречия кибернетики первого порядка. Жизнь действительно требовала нового понимания понятия управления.

Занимаясь проблемой человеко-машинного интерфейса, то есть проблемой сопряжения биологической и машинной систем, автору данной статьи удалось сформулировать фундаментальный **закон управления-обучения** [1,2,3,4,17,18], который оказался обобщением известного кибернетического **закона необходимого разнообразия** У. Росса Эшби [11]. Именно функционирование живого – функционирование живой памяти и связанная с ней проблема обучения [1], - натолкнули автора на решение важнейшей проблемы управления в живом организме.

Как пишет В.П. Зинченко в статье [9], посвященной 100-летию со дня рождения Н.А. Бернштейна: «Чтобы изучать живое, работать над поставленной Ньютоном проблемой **«Как движения управляются волей?»**, скромных способностей недостаточно. Джером Брунер в 1967 г. в письме к Александру Лурия назвал Николая Бернштейна гением и высказал сожаление, что не познакомился с ним во время своего визита в Москву».

Дело в том, что работами Бернштейна, как пишет Зинченко, были сформулированы два парадокса. В 1922 – 1924 гг., делая циклограмму ударов молотком по зубилу или ударов кузнечной кувалдой, Н.А. Бернштейн пришел к выводу, что *первое*: живое движение «**есть монолит и паутина на ветру**». И *второе*: что «**упражнение – это повторение без повторения**». Именно тогда возникло осознание того, что в соответствии с формальной логикой обучение невозможно, потому что нет эталона – стандарта. Просто нечего заучивать. Среди тысяч реализаций одного и того же простейшего движения нельзя найти двух совершенно одинаковых. *Однако по нормальной человеческой логике и практике обучение почему-то происходит, и в высшей степени успешно*. Н.А. Бернштейн увидел в отсутствии повторяемости движения проблему и пришел к выводу, что *движение не воспроизводится, а каждый раз строится заново*. Это привело автора настоящей статьи к мысли, что в процессе управления движением должен одновременно происходить и процесс обучения [1].

Как оказалось, в соответствии с законом управления-обучения работает центральная нервная система [3], система восприятия и генерации речи [17], осуществляет распознавание антигенов иммунная система позвоночных [18], функционируют общественные системы [4]. Так стало ясным, что сформулированный закон управления-обучения есть ничто иное, как **закон эволюции** [2], описывающий процессы, происходящие в окружающей среде, а названные выше системы функционируют в соответствии с процессами, происходящими в окружающей среде, отслеживают эти изменения.

Таким образом, оказалось, что многие проблемы, поставленные возникшей кибернетикой второго порядка, такие как, процесс усложнения систем, их иерархизации, аутопоэзиса и многое другое, становятся реально разрешимыми инженерными средствами. В частности, из самого названия закона управления-обучения следует, что его реализация приведет к тому, что не будет необходимости в системе, предназначенной для автоматического распознавания и генерации речи, делить эту технологию на разделенные во времени этап «обучения» и этап реального функционирования. А значит, существует возможность избежать различий в данных, неизбежно возникающих в результате потерь информации в процессах, требующих обработки в реальном времени, и строить процесс управления этими процессами как процесс обучения, а процесс обучения как процесс управления, причем, процесс, протекающий непрерывно и накапливающий знание об изменениях, происходящих во внешней среде, иными словами, осуществляя реальный процесс ее познания, строя, таким образом, все более и более точный интерфейс с нею, эволюционируя вместе с ней.

О языке и функционировании механизма речи

Каждому исследователю, занимавшемуся феноменом языка и речи, хорошо знакомо имя американского лингвиста Ноэма Хомского, выступившего в работе «Синтаксические структуры» с идеей так называемой «порождающей грамматики». Вместо традиционной модели описания языка, которая сводится к выделению в тексте отдельных сегментов – звуков, афиксов, слов и т.д., он предложил другую модель, состоящую из систем операций над текстом, а более широко – из системы правил, по которым возможен синтез и анализ предложений [14].

Действительно, трансформационная, порождающая модель Хомского оказалась способной «автоматически» получать из заданного исходного материала любые грамматические конструкции, заполнять их лексикой и оформлять фонетически.

Хотя Хомскому, объяснявшему процесс овладения языком как процесс взаимодействия врожденных знаний и умений и усваиваемого материала, не удалось,

опираясь на эти представления, объяснить феномены языка и речи, однако можно с уверенностью утверждать, что он высказал две идеи исключительной ценности: первая - это о наличии внутреннего механизма речи, который он назвал **языковой способностью** или **компетентностью (linguistic competence)**, вторую – о наличии механизма речи, который он назвал **языковой активностью** или **языковым применением (linguistic performance)**.

Хотя в психологии и физиологии уже достаточно давно механизмы психики рассматриваются как регулятивные, т.е. управляющие нашим поведением, однако многие проявления психического так и не удалось свести к процессам управления. Следствием чего явилось то, что специалисты по искусственному интеллекту строят модель механизма искусственной психики, и, в частности, речевой деятельности, как чисто логико-математическую модель [10].

Проведенное нами исследование [1] процесса обучения, позволило по-новому взглянуть на процессы порождения языковой способности и проявления языковой активности. А именно, наше исследование позволило сделать вывод, что феномены языковой способности и языковой активности суть две стороны одного механизма процесса управления-обучения речевой деятельностью.

1. Управление-обучение

Под управлением в кибернетике понимают такое воздействие на объект (процесс), которое выбрано из множества воздействий с учетом поставленной цели, состояния объекта (процесса) управления, его характеристик и ведет к улучшению функционирования или развития данного объекта (процесса) [11].

Более формальное определение было дано У. Россом Эшби: **«только разнообразие может уничтожить разнообразие»** [13] или иначе, чем больше разнообразие управляющих воздействий в наличии у управляющей системы, тем большее разнообразие возмущений воздействующих на систему она в состоянии компенсировать. В соответствии с Эшби, если на внутреннее состояние системы оказывают воздействие некоторое количество возмущений, то это состояние должно поддерживаться системой как можно более соответствующим ее целевому состоянию, а значит демонстрировать наименее возможное разнообразие. В активном управлении, т.е. с наличием прямых и обратных связей, любое возмущающее воздействие D должно быть скомпенсировано управляющим воздействием со стороны регулятора R, поэтому разнообразие в R должно быть не меньше чем разнообразие в D и, таким образом, **управление есть редукция разнообразия**. Проанализировав данное Эшби определение управления, мы предложили свое обобщающее определение: **управление есть диалектическое единство процессов создания свобод (избыточности-разнообразия информации) и их редукции (устранения избыточности-разнообразия – выделения ценной информации – инварианта) в соответствии с целью управления** [1,2,3,4,17,18].

Комментируя в свое время закон необходимого разнообразия Эшби, профессор А.Д. Урсул, ведущий специалист в этой области знания, писал: «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» [15]. Как можно видеть, в формулировке нашего закона управления-обучения это обстоятельство как раз и преодолевается. В нашем законе присутствует как порождение разнообразия информации,

так и его редукция, что приводит к ценностному отношению системы к накоплению разнообразной информации, к отбору ценной информации из накопленного разнообразия, что и есть выражение самообучения – накопление ценной информации – **знаний** – основное условие устойчивости системы [2]. Более того, в нашем законе сформулировано положение о диалектическом единстве этих двух процессов, что делает закон динамично работающим, живо откликающимся на возмущающие воздействия, идущие из окружающей среды. Как можно понять это и есть закон сохранения ценной информации, который можно поставить в один ряд с известными законами сохранения вещества и энергии. Нет ничего удивительного 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].

Но это одновременно и реализация процесса познания. В философской литературе на эту черту процесса познания обратил в свое время Д.П. Горский. Отмечая, что процесс познания действительно осуществляется путем выделения каких-то отдельных предметов, с их наименованиями, отождествлениями между собой, превращение непрерывного в дискретное, «текучего» в «жесткое», он пишет: «Действительность диалектична, ее диалектический характер отображается в постоянно развивающихся научных теориях, но на каждом этапе их развития мы оперируем вполне однозначно определенными понятиями, строго сформулированными законом.

Процесс отвлечения от «зыбкости границ», «текучести» отдельных предметов, отдельных сторон и этапов действительности, связанный с их превращением в «жесткие», «конструктивные» объекты, можно назвать процессом **конструктивизации** действительности и рассматривать как вид абстракции» [6].

Данный процесс конструктивизации, по мнению Горского, вовсе не означает произвольного членения действительности на части. Этот процесс становится возможным потому, что диалектический характер действительности не означает ее полного релятивизма: постоянное движение и изменение действительности связаны и относительной инвариантностью, с относительным покоем и ее постоянством [6].

«Задача науки и состоит в том, - продолжает он, - чтобы во всех изменениях определенного рода выявлять определенное постоянное, **инвариантное** (выделено автором). На каждом этапе познания это инвариантное и постоянное мы **абсолютизируем**, что позволяет нам давать весьма точные и общие формулировки законов и определения понятий» ...» «Относительность нашего познания, таким образом, проявляется не только в том, что каждая ступень достигнутого знания есть лишь знание частичное, но и в том, что охват мыслью разных сторон действительности всегда предполагает ее огрубление, омертвление, упрощение, схематизацию («конструктивизацию»)» [6]. Еще раньше Л.С. Выготский в своей знаменитой работе [5] «Мышление и речь» показал, как происходит процесс порождения понятий и «испарения речи в мысль» во внутренней речи в результате процесса обобщения-обобщений содержания речи. По нашему мнению это и есть активное построение управляющего (интеллектуального) интерфейса с окружающей средой, в котором приспособление, адаптация, является всего лишь его частным случаем. Так мы познаем окружающую среду. Так должен осуществляться познание и искусственный разум.

2. Язык и речь – продукты деятельности психики как системы управления

Чуден процесс восприятия и генерации речи. Примеров тому более чем достаточно. Вот как описывает восприятие речи Н.И. Жинкин: «...самые разнообразные звуковые слияния внутри слогового потока не являются помехами. Наоборот, они связывают слоговой поток в хорошо узнаваемое целое, обладающее собственным значением. Они

узнаются как целое так же, как любые предметы. Чтобы узнать нашего знакомого не нужно рассматривать и «опознавать» по очереди его глаза, нос, уши и другие компоненты лица» [7].

Таким целым, обладающим своим собственным значением является смысл высказываемого – мысль, заключенная в высказывании. С предельной ясностью сказал об этом Л.С. Выготский: «Мысль не просто выражается в слове, а совершается в нем... Мысль не состоит из отдельных слов – так как речь. Если я хочу передать мысль, что я видел сегодня, как мальчик в синей блузе и босиком бежал по улице, я не вижу отдельно мальчика, отдельно блузы, отдельно то, что она синяя, отдельно то, что он бежит. Я вижу все это вместе в едином акте мысли, но я расчленяю это в речи на отдельные слова... Оратор часто в течение нескольких минут развивает одну и ту же мысль. Эта мысль содержится в его уме как целое, а отнюдь не возникает постепенно, отдельными единицами, как развивается речь. То, что в мысли содержится симультанно, то в речи развертывается сукцессивно» [5].

Чуден же этот процесс, прежде всего, своей способностью к порождению предложений, поскольку понимание и высказывание предложений опирается на этот внутренний механизм порождения, генерации. В свое время поразивший Вильгельма фон Гумбольдта тем, что запасом слов мы овладеваем при помощи запоминания, но мы не можем таким же образом овладеть запасом предложений. Единственное, что в этом случае следует сделать, то это допустить, что в процессе обучения восприятию и генерации речи мы овладеваем чем-то, что психологически эквивалентно системе правил, благодаря которой мы можем порождать и понимать бесконечное множество предложений [14].

Именно поэтому, как восприятие, так и генерация речи опираются на механизм порождения предложений. Эта способность человеческой психики к порождению предложений была названа автором трансформационной порождающей грамматики Хомским – **linguistic competence** – **языковой способностью**, которую он определил как потенциальное знание языка. Другой стороной процесса восприятия и генерации речи является, по его мнению, - **linguistic performance**, - **языковая активность**, которая, как он считал, является применением языковой способности к реальной речевой деятельности.

Итак, с одной стороны целенаправленность речевой деятельности, определяемая неречевой задачей, а с другой – языковая способность, рассматриваемая как способность к порождению предложений, как способность производить высказывания, т.е. способность к созданию избыточного разнообразия, а также языковая активность, рассматриваемая как применение языковой способности к реальной речевой деятельности (т.е. с учетом возмущающего воздействия на систему порождения речи в данный конкретный момент времени), как способность выбора конкретного высказывания в конкретной ситуации коммуникативного контакта, по схеме полученного ранее инварианта, а также взаимосвязь между этими способностями, которую иногда можно понять по Хомскому, не как подчиненность, а как диалектическое единство двух процессов – процесса создания свобод (избыточности-разнообразия) и процесса их редукции (устранения избыточности-разнообразия) в соответствии с определенной целью, сформулированной не на уровне речи, а на смысловом уровне.

Таким образом, как любая деятельность, речевая деятельность организована в соответствии с целью и задачей, однако не определяется какой-то жесткой схемой операций, а совершается в каждом конкретном случае как отбор одного из возможных путей (траекторий) продолжения процесса. Конечный речевой продукт никогда не дан нам с самого начала в каком-то конкретном виде; речевая деятельность – процесс творческий, а не перекодирования «смысла» в текст [14]. Причем выбор из достаточно большого числа возможных предложений осуществляется по схеме инварианта, который, как это можно понять, и представляет собой **грамматику языка**, его самую устойчивую

часть, на основе которой и осуществляется устойчивое речевое поведение. Надо думать, что именно способность человеческой психики выделять инвариант и представляет собой основу, описанной И.Кантом способности разума к **знанию априори**, которую он назвал **антиципацией**.

Все изложенное выше с необходимостью заставляет признать, что освоение речи, т.е. способность к ее восприятию и генерации происходит как **процесс управления-обучения** – как диалектическое единство процессов порождения избыточности-разнообразия информации и ее редукции, к выделению ценной информации в соответствии с целью процесса.

В нашей работе [1], мы рекомендовали строить технологию создания программ обучения языку с учетом механизмов порождения избыточности и ее редукции. Тем самым, тексты обучающих программ мы рекомендовали строить как моделирующие способность порождения предложений, а механизм подачи текста моделировали как их редукцию, в каждом конкретном случае в соответствии с целью – смыслом предложения, задаваемом на освоенном языке. Так нами решалась задача передачи **ценной информации – знаний – совокупности инвариантов**, которая есть грамматика изучаемого языка, т.е. набора правил порождения текстов. Что в свою очередь устраняет необходимость предполагать наличие **«глубинных структур»** предложения, как это делает Хомский.

Заключение

Итак, нам удалось показать, что феномены лингвистической способности и лингвистической активности не есть отдельные механизмы функционирования речи, а являются разными сторонами диалектического единства единого механизма речи, осуществляющего **процесс управления-обучения**. Очень точно и вместе с тем с поэтической постижимостью описал процесс обучения речевой деятельностью у младенца гениальный санкт-петербуржец О.Мандельштам: **«Он опыт из лепета лепит, и лепет из опыта пьет»**.

Полученный результат позволяет по-новому рассматривать процесс восприятия и генерации речи и отказаться от чисто логико-математических моделей этого процесса и рассматривать его, прежде всего, как процесс управления-обучения, что открывает новые перспективы для компьютерного анализа и синтеза текстов – построения естественного речевого интерфейса человеко-машинных систем, что, в свою очередь, позволяет подойти к созданию «искусственного интеллекта» как продолжения интеллекта естественного, а значит, создавать человеко-машинные системы с минимальными потерями (минимальной энтропией) – **суперустойчивые человеко-машинные системы**, что явится порождением мощного инструмента познания, способного найти адекватные ответы на вызовы настоящего и будущего, а значит, создаст благоприятные условия для сохранения и развития культуры, как манифестации системы Жизни на Земле, как основы ее сохранения, так как жизнь общества является функцией его культуры.

Это с предельной ясностью показано в работах известного американского антрополога Лесли Уайта [19]. В соответствии с его исследованиями, если лишить общество возможности самоподдержания функционирования механизма самоорганизации его культуры, как манифестации системы Жизни, то может наступить коллапс самого общества. Им же выведена формула, которая показывает, что степень интенсивности культурного развития социума $C = E \times T$, где E – количество наличной энергии, приходящейся на душу населения в год, а T – эффективность используемых обществом технологий. Откуда следует, что при наличии ограниченных источников энергии ($E = \text{const}$), а со временем это с необходимостью наступит, то степень развития социума

целиком и полностью будет зависеть от эффективности используемых им технологий. Но Лесли Уайт не мог рассматривать случай, когда может иметь место одновременное увеличение и E (когда вершина конуса Жизни, т.е. количество человеческой популяции уменьшается), и T . Однако такое возможно, как показано нами в [4], лишь при решении проблемы создания систем искусственного интеллекта, т.е. при использовании технологий с минимальными потерями, т.е. так, как работают естественные биологические технологии – технологии системы Жизни на Земле. Как пишет Лесли Уайт в своей последней книге [20], излагая теорию векторов культурных систем: « Совершенно очевидно, что векторы являются реальными сущностями и обладают важнейшим значением в структуре и поведении культурных систем...Первым и наиболее фундаментальным из культурных векторов является язык. Первым, поскольку культура, по определению, не может существовать до артикулируемой речи и языка. Фундаментальным, поскольку с появлением способности к символизированию (порождению символов И.А.В), дочеловеческим приматам было дано новое измерение, а именно, способность свободно и произвольно наделять вокальные высказывания смыслом». Таким образом, создание подлинного речевого человеко-машинного интерфейса может вернуть культурные системы с коллапсической траектории развития человечества на траекторию «осевого времени», как сказал бы К.Ясперс. Наш подход, таким образом, открывает возможность создания спасительного канала плавной эволюции человечества, факт чего трудно переоценить.

Литература:

1. Варданян И.А. АСУ обучением с минимальными потерями //Информатика и образование, № 1. 1992.
2. Варданян И.А. Принцип всеобщности информации, экологический императив и человеко-машинные компьютерные системы //Биологический журнал Армении, № 3-4, 52, 1999.
3. Варданян И.А. Функционирование рецепторной системы и интерфейс человек-компьютер // Биологический журнал Армении, № 2, 2002.
4. Варданян И.А. Культура как нооинтерфейс и АСУ с минимальными потерями или моралью.// Вестник общественных наук НАН Армении, № 2, 2002.
5. Выготский Л.С. Мышление и речь Изд.5 испр. М.: «Лабиринт», 1999.
6. Горский Д.П. Вопросы абстракции и образования понятий. М. Изд. АН СССР, 1961, стр. 26-27.
7. Жинкин Н. И. Речь как проводник информации. М.: Наука, 1982.
8. Зинченко В.П., Мамардашвили М.К. Проблемы объективного метода в психологии //Вопросы философии, № 7, 1977.
9. Зинченко В.П. Интуиция Н.А.Бернштейна: Движение – это живое существо //Вопросы психологии, № 6, 1996.
10. Искусственный интеллект. Справочник. Т.1,2. М.: Радио и связь, 1990.
11. Лернер А.Я. Начала кибернетики. М.: 1967.
12. Ронжин А.Л. Особенности автоматического распознавания разговорной русской речи //Труды первого междисциплинарного семинара «Анализ разговорной русской речи», (АРЗ-2007).- СПб.: ГУАП, 2007.
13. Росс Эшби У. Введение в кибернетику. М.: Изд. Ин. л-ры, 1959.
14. Слобин Д., Грин Дж. Психоллингвистика. М.: Прогресс, 1976.
15. Урсул А.Д. Информация и кибернетика. // Природа, № 5, 1972.
16. Geyer F. The Challenge of Sociocybernetics. //13th World Congress of Sociology, Bielefeld, July, 18-24, 1994.

17. Vardanyan I.H. Language and Mechanism of Speech as Controlling Interface with Environment //9th International Conference «Speech and Computer», September, 20-22, 2004, Saint-Petersburg, Russia, Publishing house “Anatoliya”.

18. Vardanyan I.H. The Immune System as Controlling Interface with the Environment and the Problem of Artificial Intelligence //Proceedings of The Second International ICSC Symposium on Information Technologies in Environmental Engineering (ITEE'2005), September, 25-27, Magdeburg, Germany.

19. White L.A. The Concept of Culture. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1973.

20. White L.A. The Concept of Cultural Systems. New York: Columbia University Press, 1975.

Поступила в редакцию 24.01.2009 г.

Сведения об авторе

И.А. Варданян – инженер, специалист по вычислительной технике, АСУ, программированию, кибернетике.

E-mail: ivvard@yahoo.com