

of gel specimen taking place in such reaction is changed from positive to negative one due to decreasing o concentration of surfactant in surrounding solution. Proposed interpretation of observed phenomena is based on consideration of formation of a network with inhomogeneous distribution of surfactant inside a specimen. It is shown, that kinetics of investigated process is described by square root dependences on time with enough accuracy. Dependences of tangent of angle of slope of correspondent straight lines in reduced coordinates on surfactant concentration are linear themselves too. The fact confirm frontal model of chemical reactions between polymer networks and small molecules based on diffusion theory of hydrogel swelling.

УДК 541.135.5

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ЯВЛЕНИЯ В СОЦИОСФЕРЕ И ИХ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ ГИДРОГЕЛЕЙ

И.Э. Сулейменов¹, П.Е. Григорьев², С. В. Панченко¹, М.К. Мукушева¹, Г.А. Мун³, К.И. Сулейменова⁴, Э.Е. Копишев⁵

¹Алматинский университет энергетики и связи, Алматы

²Таврический гуманитарно-экологический университет,
г. Симферополь, Украина

³Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

⁴Государственный Университет Ниццы, София-Антиполис,
Франция

⁵Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

Нейросетевая модель ноосферы, предложенная в [1], представляет не только академический интерес. В частности, она позволяет дать интерпретацию многим процессам, сопутствующим текущему глобальному кризису [2], а также воздействию гео- и гелиофизических факторов на явления в социосфере. Более того, есть основания полагать, что указанный кризис является предвестником очередной реструктуризации ноосферы, следующим эволюционным этапам ее развития. Данный вывод согласуется с концепцией «третьей волны» Э. Тоффлера [3] и прозрачен с философской точки зрения.

В соответствии с [1] фундаментальные свойства ноосферы определяются тем, что она представляет собой аналог нейронной сети. (В дальнейшем будем

использоваться термин нейросетевые свойства ноосферы). Следовательно, ее на ее поведение решающее влияние оказывают не столько характеристики отдельного элемента, сколько состояние связей между индивидами: их плотность, скорость передачи информации, пропускная способность и т.п.

Не вызывает сомнений, что с ростом плотности коммуникаций (вызванным, в том числе, развитием электронных средств обмена информацией) их состояние претерпело качественные изменения. Поэтому есть все основания ожидать, что в ближайшем будущем изменится и состояние ноосферы в целом. Этот вывод представляется исключительно важным, особенно если принять во внимание трактовку ноосферы как некоторого над-личностного уровня переработки информации [1]. По мере эволюции ноосферы, по мере усложнения ее свойств (увеличения ее «собственных возможностей»), очевидно, будет возрастать роль коллективных эффектов. В максимально упрощенной, хотя и не совсем корректной формулировке, чем дальше, тем ноосфера все сильнее будет «вмешиваться» в бытие общества, понимаемое в традиционном смысле.

О нейросетевых свойствах ноосферы известно очень мало, поэтому такое влияние остается неуправляемым. Поэтому сегодня остается только говорить о гуманоидных стихиях, порожденных цивилизацией, которым она пока не в силах противостоять в силу отсутствия необходимых инструментов.

Сделанные выводы весьма серьезны. Для их доказательства недостаточно ограничиться аналогиями между сообществами людей и нейронными сетями, использованными в [1]. Ниже будет показано, что нейросетевые эффекты действительно оказывают существенное влияние на общественную жизнь, причем даже на более низких уровнях, чем ноосфера в целом.

Отправной точкой рассуждений служит известная теорема К.Эрроу (Arrow, 1951, [4]) о невозможности (Arrow's Impossibility Theorem). В соответствии с ней нельзя построить репрезентативную функцию, отвечающую выбору определенного предпочтения (альтернативы) среди множества индивидуальных предпочтений (скажем, предпочтений избирателей при голосовании) так, чтобы одновременно обеспечивались так называемые условия полноты, транзитивности и рефлексивности¹, подробно рассматриваемые ниже. В соответствии с мнением [5], данная теорема трактуется как основной негативный результат теории социального выбора (ТСВ).

Исследование проблем теории управления обществом и отдельными его подсистемами (чему посвящена большая часть этой книги) неотделимо от вопросов, затрагиваемых в ТСВ. Действительно, при любой организации

¹ Отметим, что данные условия являются также классическими требованиями при решении любых микроэкономических задач на максимизацию полезности или прибыли

общества (как демократической, так и тоталитарной) весьма часто возникают ситуации, когда требуется выработать некую равнодействующую на основе различных точек зрения. Для общества, организованного на демократических принципах, в качестве такой ситуации принято рассматривать выборы; для тоталитарного общества необходим консенсус, по крайней мере, внутри правящей элиты. Более того, как справедливо отмечается в [5], «проблема согласования разнородных интересов является одной из важнейших в экономической теории и в социальных науках вообще».

Развитие ТСВ, что теперь является общепризнанным [5-7], на 40 лет вперед определил фундаментальный результат, полученный К.Эрроу, и известный теперь как теорема о невозможности. Доказан также ряд теорем в развитие результатов Эрроу, в частности, [5-7]. В [5-7] данная теорема интерпретируется как принципиальное отсутствие рационального правила общественного выбора, учитывающего мнение всех членов общества. «Рациональный общественный выбор не может быть компромиссным», утверждает в [5].

Популярные издания [8] выражаются намного категоричнее «...стало понятно, что история человечества, повествующая о том, как лучшие умы пытались измыслить и внедрить идеальную модель демократии, повествует всего-то лишь о поисках логической химеры. Для математики, прилагаемой к общественным и экономическим дисциплинам, работы Эрроу стали тем, чем теорема Гёделя является для оснований математики». Более того автор [8] видит в теореме Эрроу едва ли не приговор всей демократической системе управления: «...не стоит возмущаться продажностью политиков, беспринципностью обслуживающих выборы политтехнологов. Избирательная система (любая!) будет порочна даже при праведниках в белых одеждах».

Формулировка условий теоремы о невозможности использует понятие альтернативы, которое удобнее всего пояснить на примере, заимствованном из учебника [9].

Допустим, городские власти имеют средства для строительства либо нового стадиона (С), либо театра (Т), либо больницы (Б). Предпочтения индивидов можно охарактеризовать упорядоченной последовательностью, скажем, вида

$$(С,Т,Б). \quad (1)$$

Запись (1) называется профилем предпочтений и подразумевает, что для конкретного человека на первом месте по важности стоит стадион, на втором – театр, на третьем – больница. Множество таких последовательностей отвечает множеству альтернатив или индивидуальных предпочтений.

Теорема Эрроу использует также понятие транзитивности, которое проще всего пояснить при последовательном сравнении альтернатив [9]. Оно

состоит в следующем. Если при выборе между альтернативой А, описываемой последовательностью вида (1), и альтернативой В предпочтение отдается А (обозначение $A \leftarrow B$), и при сравнении между В и С имеет место $B \leftarrow C$, то выбор между А и С заведомо должен привести к результату $A \leftarrow C$.

Для иллюстрации того, что парное сравнение альтернатив далеко не всегда обладает свойством транзитивности, в учебнике [6] использован пример со строительством стадиона, театра и больницы. Доказывается, что при невыполнении условия транзитивности, результат, якобы являющийся выражением общественного мнения, в действительности определяется характером процедуры голосования. На этом основании некоторые публицисты и говорят о принципиальной манипулируемости любыми демократическими процедурами.

Эрроу рассматривал задачу в максимально общем виде, задавшись вопросом: можно ли сконструировать некую функцию, агрегирующую общественное мнение, так, чтобы при этом обеспечивалась транзитивность общественных предпочтений.

Для отыскания данной функции Эрроу сформулировал четыре общих требования (принципа), которым должен отвечать механизм выбора общественных предпочтений [9].

1. Универсальность или, иначе отсутствие ограничений на область определения (*unrestricted domain*). Предполагается, что механизм агрегирования индивидуальных предпочтений в общественные действует для любой комбинации индивидуальных предпочтений.

2. Отсутствие диктатуры (*non-dictatorship*). Диктатор определяется как некто, чей выбор между парами альтернатив является решающим.

3. Принцип Парето (*Pareto principle*). Если каждый предпочитает x по отношению к y , тогда x должен быть предпочтительнее y и для общества в целом.

4. Независимость от альтернатив, не относящихся к делу (*independence of irrelevant alternatives*). Пусть общество предпочитает альтернативу x альтернативе y . Затем предположим, что некое индивидуальное упорядочивание предпочтений изменилось таким образом, что оно оставляет неизменным предпочтения каждого индивида между x и y . Тогда общественное предпочтение x по отношению к y должно сохраниться.

Эрроу показал, что не существует такой функции общественного благосостояния, которая удовлетворяет всем четырем условиям и которая одновременно способна обеспечить транзитивность общественных предпочтений. Любая попытка выработать набор правил, который трансформирует индивидуальные предпочтения в общественные и одновременно удовлетворяет этим четырем требованиям, невозможна.

Впрочем, ослабление ограничений, налагаемых на функцию общественного выбора (например, сужение области определения допустимых альтернатив,

т.е. отказ от требования 1 из приведенного выше списка) позволяет доказать ее существование. Это, разумеется, не отменяет фундаментального значения рассматриваемой теоремы.

В [5] подчеркивается, что теорему Эрроу неверно было бы трактовать как доказательство преимущества диктатуры перед демократией. По мнению [5], она не проводит сравнительного анализа между диктатурой и демократией как способами выработки общественных предпочтений, а значит, не делает никаких выводов в пользу того или другого.

Последователями Эрроу в последующие годы был доказан ряд теорем невозможности для некоторых других случаев, в частности в [10] была доказана сходная теорема для схем голосования при пропорциональном представительстве.

Ряд попыток исследовать другие аспекты механизмов выбора при общих предположениях также привели к отрицательным результатам. В частности установлено, что в процессах коллективного выбора участники могут добиваться лучших для себя исходов, давая ложную информацию о своих предпочтениях. Соответственно, возникает задача: построить механизм, который был бы неманипулируем, т.е. делал бы дезинформацию невыгодной. Как отмечается в [10], Гиббард [7] доказал, что универсальных неманипулируемых и не диктаторских механизмов не существует. Таким образом, перечень негативных результатов в теориях, так или иначе связанных с ТСВ, является достаточно длинным. В этой связи оправданно еще раз обратиться к мнению автора [5].

Там отмечается, что деятельность экономистов и социологов в явной или неявной форме часто основывается на постулате оптимальности. Точнее, «один из основных методологических постулатов теории социального выбора, как и всей теоретической экономики, состоит в том, что долговременно действующие механизмы должны быть наилучшими из возможных.»

Корректных обоснований этого постулата в настоящее время, не существует, скорее, он базируется общей дарвинистской концепции естественного отбора. В соответствии с ней предполагается, что механизмы регулирования процессов, реализующихся в действительности (природе, обществе и т.д.), должны быть, в определенном смысле, лучшими из возможных.

В [5] отмечается, что постулат оптимальности нашел впечатляющее (хотя лишь частичное) подтверждение в теории экономического равновесия, но, видимо, не оправдал себя в теории социального выбора. Негативные результаты, рассмотренные выше, свидетельствуют, что ответ на основной вопрос: “Чем выделены механизмы, действующие в реальности?” так и не был получен [5].

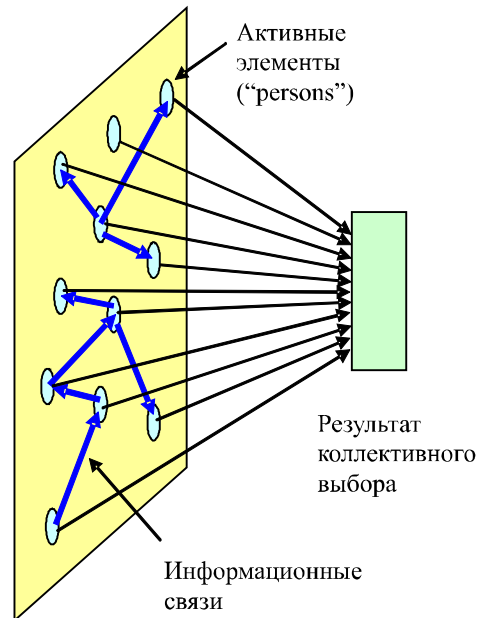


Рисунок 1. Граф, иллюстрирующий характер информационных связей при выборе решения

Иными словами, автор [5] признает, что в классических теориях нет понимания, кто (или что) в действительности отвечает за выбор конкретных предпочтений общества в целом. С позиций физики ноосферы качественный ответ на этот вопрос звучит так – за выбор отвечает соответствующий фрагмент ноосферы, т.е. не отдельные люди, а их совокупность как системная целостность. Данное положение может быть доказано, если внести изменения в исходные положения теории Эрроу.

Прежде всего, отметим, что условия теоремы Эрроу не в полной мере отвечают реальной ситуации. А именно, указанная теорема неявно предполагает, что предпочтения активных элементов (скажем, избирателей)

остаются неизменными и неподверженными каким-либо влияниям. Учет соответствующих факторов, в частности, существования влияния агентов друг на друга (непосредственному или через средства массовой информации) приводит к необходимости рассматривать систему, которая обладает существенными чертами нейронной сети.

На рис.1 представлен граф, схематически отражающий информационные связи в обществе. Вершинам такого графа соответствуют активные элементы (голосующие индивиды), а его ребра показывают наличие соответствующих информационных связей. Рисунок также подчеркивает, что результат коллективного выбора определяется состоянием всех вершин графа.

Можно видеть, что рассматриваемый граф топологически эквивалентен системе связей, отвечающих схеме нейропроцессора Хопфилда (рис.2), из которой исключены некоторые обратные связи (это отвечает отсутствию коммуникаций между некоторыми элементами системы). В действительности аналогия является намного более глубокой. Покажем это.

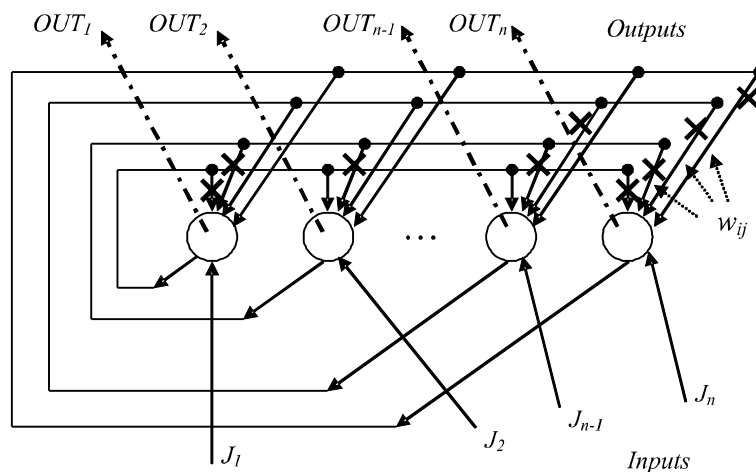


Рисунок 2. Схема нейромодулятора Хопфилда

Начнем с рассмотрения простейшего случая, когда мнение элементов системы (активных агентов) может быть выражено бинарной логикой. Это отвечает, в частности, проведению голосования с результатом «За» или «Против». Такое рассмотрение, разумеется, не позволяет говорить о выборе на множестве профилей предпочтений; оно используется для упрощения и иллюстрации. Более сложный случай, когда состояние отдельного элемента системы характеризуется профилем предпочтений, будет рассматриваться ниже.

В простейшем случае, итоговое мнение каждого из участника голосования, заносимое в бюллетень, определяется следующими факторами:

- исходным мнением, которое было сформировано (или возникло спонтанно до того, как начал обсуждаться поставленный на голосование вопрос);
- влиянием остальных элементов (членов совета, избирателей и т.д.), которое заведомо существует, в частности потому, что в подавляющем большинстве случаев вопрос, выносимый на голосование, проходит стадию предварительного обсуждения;
- различиями в степени влияния одних элементов системы на другие (некоторые члены совета, комиссии и т.д. обладают большим авторитетом, другие – меньшим);
- устойчивостью отдельного элемента системы к сторонним информационным влияниям, например, тем, насколько легко конкретный избиратель, член соответствующего совета (комиссии и т.д.) изменяет свое мнение.

В приемлемом приближении действие всех указанных факторов можно считать аддитивным (аддитивная модель информационных воздействий).

Тогда функция NET_i , выражающая информационное воздействие на отдельный элемент, может быть записана как

$$NET_i = \sum_j OUT_j w_{ij} + I_i - T_i \quad (2)$$

где OUT_j - бинарная функция, описывающая состояние отдельного элемента системы (скажем, значение $OUT_j = 1$ отвечает результату голосования «За», $OUT_j = 0$ - против); постоянная T_i описывает резистентность элемента к внешним воздействиям; весовые коэффициенты w_{ij} описывают влияние элементов системы друг на друга; член I_i позволяет учесть как влияние, внешнее по отношению к рассматриваемой системе, в частности, влияние средств массовой информации, так и исходное мнение i -того элемента.

Легко видеть, что записанное выражение по структуре идентично формуле, описывающей работу адаптивного сумматора, входящего в состав формального нейрона [11]. Кроме того, конкретная структура связей может быть непосредственная учтена через значения весовых коэффициентов w_{ij} , которые принимают нулевое значение, если между соответствующими элементами нет коммуникации (рис.2).

Далее, в используемых обозначениях мнение «За», очевидно, будет сформировано, если функция (2) принимает положительное значение и «Против» - в противоположном случае. Точнее

$$\begin{cases} OUT_i = 1, & \text{if } NET_i > 0 \\ OUT_i = 0, & \text{if } NET_i < 0 \\ OUT_i \text{ не изменяется} & \text{if } NET_i = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Эта формула также идентична по структуре соотношению, описывающему работу нелинейного элемента формального нейрона, при условии, что последняя обладает пороговой характеристикой.

Попытаемся дать обоснование формуле (1) применительно к межличностным коммуникациям. Любой человек может одновременно участвовать только в ограниченном числе коммуникаций. Более того, в приемлемом приближении можно считать, что число таких коммуникаций равно единице. Сложно слушать двух собеседников сразу, равно как одновременно читать газету и смотреть телевизор, и т.д.

Следовательно, элемент рассматриваемой сети можно рассматривать по аналогии с приемным устройством, на вход которого поочередно поступают сигналы из разных каналов. Это позволяет использовать вероятностный подход, принятый в теории электрической связи. В соответствии с ним, компонента сигнала на входе элемента рассматриваемой системы $X_i(t)$, определяемая состоянием других элементов, может быть представлена как

$$X_i(t) = \sum_j p_{ij} OUT_j(t) W_{ij} \quad (4)$$

где $OUT_j(t)$ - зависимость состояния i -того выхода от времени, W_{ij} - коэффициенты, характеризующие воздействие элемента i на элемент j , P_{ij} - вероятность того, что по каналу, связывающему элементы i и j , будет передано сообщение.

Формула (4) подчеркивает определенные различия между сообществами и нейронными сетями. А именно, воздействие элементов коммуникационной среды друг на друга может быть описано, строго говоря, только в терминах теории вероятности. Однако, при большом числе таких элементов переход от (4) к (2) может быть осуществлен усреднением по времени даже в том случае, когда на вход каждого из элементов может действовать не более одного сигнала.

Доказательство основывается на том факте, что каждый из элементов системы обладает памятью. Мнение индивида, в среднем, меняется не только в результате воздействия, реализующегося в данный момент времени, но и в предыдущие. В рамках линейной модели это можно записать так

$$NET_i(t) = \int_{-\infty}^t X_i(t') g(t-t') dt' = \int_{-\infty}^t \sum_j p_{ij} OUT_j(t') W_{ij} g(t-t') dt' + I_i - T_i \quad (5)$$

где функция $g(t-t')$ описывает уменьшение влияния элементов системы друг на друга с течением времени.

Полученная индивидом информация постепенно стирается из памяти или же теряется острота ее восприятия. При сделанных предположениях величина (5) определяется статистическими характеристиками распределения сигналов по времени. Такого рода распределения хорошо изучены в теории связи, в частности можно утверждать, что с величиной (5) при анализе работы сети в целом можно оперировать как с детерминированной.

Таким образом, при сделанных предположениях, поведение отдельного элемента системы описывается теми же соотношениями, что и для формального нейрона, а топологическая структура системы отвечает нейропроцессору Хопфилда. Это доказывает сделанное выше утверждение о соответствии системы, в которой проводится голосование, и нейронной сети указанной разновидности.

Уже на данном этапе рассуждений можно сделать предварительный вывод о том, что результат голосования определяется не только и не столько мнением отдельных индивидов, сколько структурой существующих между ними информационных связей.

Это заключение следует, прежде всего, из общих положений теории нейронных сетей (информация в такую сеть записывается именно через изменение весовых коэффициентов w_{ij} в процессе обучения). Направленное изменение состояния входов нейронной сети I_i можно соотнести, например, с попыткой добиться нужного результата голосования через средства массовой информации или иными средствами агитации. Совокупность переменных $\{I_i\}_{i=1}^{i=N}$ формирует вектор, который можно поставить в соответствие образу, распознаваемому нейронной сетью. Будет он распознан или нет – это зависит, как это хорошо известно [11], от конкретных значений элементов матрицы \mathbf{W} :

$$\mathbf{W} = \{w_{ij}\}_{i,j=1}^{i,j=N} \quad (6)$$

Следовательно, для того, чтобы добиться нужного результата, целесообразно воздействовать не столько на индивидов, сколько на существующие между ними коммуникации, записывая, тем самым, информацию в нейронную сеть в целом.

Для частного случая симметричных коэффициентов матрицы (6) $w_{ij} = w_{ji}$ известен следующий результат. Устойчивое состояние сети в квазистационарном случае определяется минимумом формального гамильтониана E , записываемого в виде:

$$E = -\frac{1}{2} \sum_{i,j} OUT_i OUT_j w_{ij} - \sum_i OUT_j I_i + \sum_i OUT_j T_i \quad (7)$$

Таких минимумов, вообще говоря, может быть несколько (как локальные, так и глобальные минимумы), однако данный результат показывает, что сеть может осуществить вполне определенный ВЫБОР. Иными словами, принимая во внимание воздействие индивидов (скажем, избирателей) друг на друга, можно пытаться устранить противоречия, выражаемые теоремой Эрроу о невозможности.

Некоторое затруднение состоит в следующем. Формальный гамильтониан (5) может быть использован только для симметричных матриц (4), содержащих нули на главной диагонали. Поведение ассиметричных нейронных сетей Хопфилда является намного более сложным.

Следовательно, на данном этапе рассуждений нет оснований утверждать, что рассматриваемая сеть осуществит вполне определенный выбор; можно указать примеры, когда системы такого типа при определенном сочетании сигналов на входах вообще не обладают определенными устойчивыми состояниями. Существенно, что эти примеры могут быть представлены даже при анализе сетей Хопфилда со сравнительно малым числом нейронов.

Тем не менее, общий вывод остается в силе, но с некоторой корректировкой. Выбор «коллективного предпочтения» осуществляет информация, записанная в аналог нейронной сети через весовые коэффициенты, однако сделанный выбор может быть как детерминированным, так и в известном смысле случайным. Случайный выбор отвечает условиям, когда сеть может находиться в нескольких устойчивых состояниях сразу. В последнем случае на выбор влияют факторы следующего порядка малости. В частности, с этих позиций можно пытаться трактовать влияние гео- и гелиофизической обстановки, на процессы, протекающие в социосфере [1].

Вернемся к рассмотрению условий, заложенных в теорему Эрроу. Элементы нейропроцессора Хопфилда характеризуются двумя устойчивыми состояниями (единица или ноль на выходе), что отличает их от «активных элементов», фигурирующих в условиях теоремы о невозможности. Последние, как отмечалось выше, характеризуются профилем предпочтений.

Переход от классических сетей, составленных из классических нейронов к системам на основе элементов, характеризуемых профилями предпочтений, может быть сделан на основе результатов работ [12-15]. В них рассматриваются сети, составленные из нейронов, способных находиться в нескольких устойчивых состояниях. В [12-15], в частности, было показано, что состояния таких нейронов может быть охарактеризовано комплексными числами, составляющими в совокупности коммутативную группу.

Следующим шагом обобщения является использование формальных нейронов, состояние которых описывается элементами некоторой группы (она может быть как коммутативной, так и некоммутиативной). Конкретно, в случае, когда состояние элемента сети описывается профилем предпочтений, то оно может быть охарактеризовано соответствующей транспозицией. Предполагается, что один из профилей, выбранный произвольно, рассматривается как базовый для всей сети, а все остальные профили образуются перестановками элементов множества, на котором определен профиль предпочтений. Следовательно, состояние каждого из нейронов рассматриваемого типа может быть поставлено в соответствие определенному элементу группы транспозиций A_q .

$$\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 1 \\ \vdots \end{pmatrix} = A_q \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ \vdots \end{pmatrix}$$

(8)

Числа в правой части формулы (8) нумеруют элементы базового профиля предпочтений; в левой – A_q .

Ведем в рассмотрение оператор $P(A_p, A_q)$, который описывает воздействие элемента, характеризуемого профилем A_p , на элемент A_q .

$$A'_q = P(A_p, A_q)A_q \quad (9)$$

где A'_q - элемент группы перестановок, соответствующий состоянию элемента A_q после воздействия. Предполагается, что оператор $P(A_p, A_q)$ учитывает вероятностный характер воздействия.

Тогда аналог формулы (5) можно записать в виде

$$A_{q_{n+1}} = P(A_{p_n}, A_{q_n})P(A_{p_{n-1}}, A_{q_{n-1}}) \dots P(A_{p_1}, A_{q_1})A_q, \quad (10)$$

что отвечает последовательному воздействию нескольких элементов системы на рассматриваемый. Формула (10), очевидно, справедлива только при предположении, что взаимодействие элементов может быть только парным. Тем не менее, она позволяет выявить важное обстоятельство.

Предположим, что общество рассматривается на основе прямой аналогии с нейронной сетью. Это означает, что имеет место не последовательное, а параллельное (одновременное) воздействие элементов системы друг на друга. При таком подходе каждый элемент системы сам по себе должен реализовать некий аналог функции коллективного выбора, т.е. той самой функции, которая фигурирует в постановке задачи по Эрроу. Использование формулы (5) и ее аналога (10) позволяет избежать затруднений, которые могут возникнуть на этом пути.

Можно показать, что отталкиваясь от формулы (10), можно получить аналог формулы (2). Для этого необходимо принять во внимание, что воздействие одного элемента на другой может рассматриваться как малое, т.е. все операторы $P(A_p, A_q)$ по модулю близки к единичному.

Таким образом, поведение социальных сред действительно может анализироваться на основе аналогий с нейронными сетями, однако, для ее использования необходимо вводить в рассмотрение аналоги нейронов, состояние которых характеризуется элементами некоторой группы.

Это не меняет общего вывода, сформулированного выше. «Выбор» социальной среды в действительности формируется не столько характеристиками и поведением индивидов, сколько характером связей между ними. Это служит дополнительным обоснованием нейросетевой модели ноосферы, рассмотренной выше.

Представляет интерес рассмотреть возможности для экспериментального изучения эффектов, описанных выше. Одним из основных инструментов здесь,

очевидно, является имитационное моделирование. Однако, его возможности остаются ограниченными, по крайней мере применительно к изучению воздействия гео- и гелиофизических факторов на рассматриваемые процессы.

Следовательно, возникает задача о поиске других вариантов реализации нейронных сетей, не связанных с классической радиоэлектроникой на полупроводниковой основе. При этом, исходя из общего подхода к реализации информационной техники на квазибиологической основе [2,16], существенное внимание следует уделить пассивным элементам.

Действительно, современная нанотехнология все более детально рассматривает возможности использования молекулярных структур в качестве аналога транзисторов и других активных компонент, но реализуемых на наноуровне. Для таких структур заведомо встанет проблема источника питания, так как любые процессы переработки информации будут связаны с потерями энергии. Кроме того, здесь не является наглядным влияние любых факторов, воздействующих на систему в целом (аналоги вариаций гео- и гелиофизических параметров).

Следовательно, есть все основания обратить самое пристальное внимание на квазипассивные схемы логики (и аналогичные схемы, выполняющие функции отдельных нейронов). Под квазипассивными элементами здесь и далее будут пониматься элементы, нелинейные свойства которых определяются их собственными физическими характеристиками и для функционирования которых нет необходимости использовать прямой аналог сетки (базы транзистора, затвора полевого транзистора) или иного дополнительного управляющего электрода активного элемента.

В настоящей работе показано, что нейронная сеть (а также более простые схемы, в частности, логические) может быть полностью реализована на основе квазипассивных элементов, в схеме, которая обладает общим источником питания, не требующим целенаправленного перераспределения энергии по отдельным элементам, как это имеет место в схемах, реализуемых, например, на основе транзисторной логики.

Квазипассивные электронные схемы

Используемый термин «квазипассивная электронная схема» удобно пояснить на следующем примере. В литературе подробно описан так называемый класс термочувствительных полимеров – соединений, способных резко изменять характеристики при вариациях температуры [16]. Классическим примером из данной области являются растворы термочувствительных полимеров, которые испытывают фазовый переход при нагреве. Такой фазовый переход сопровождается заметным изменением оптической плотности раствора в целом в силу частичной потери растворимости макромолекулами. Как правило, данный эффект обусловлен усилением гидрофобных взаимодействий при повышении температуры, что

приводит к существованию так называемой нижней критической температуры растворимости.

Рассмотрим квазипассивный элемент рис.3. Данная ячейка включает в себя конденсатор (1), представляющий собой стандартную конструкцию из двух пластин, заполненную раствором термочувствительного полимера. Данный конденсатор включен в стандартную мостовую схему, содержащую конденсаторы постоянной емкости (2)-(4). Мостовая схема подключена к источнику питания (5). В исходном состоянии, при условии равенства емкостей, составляющих мостовую схему, напряжение на выходе (6) будет равно нулю. Ненулевой выходной сигнал появится при условии, что емкость (1) будет варьироваться в силу тех или иных причин.

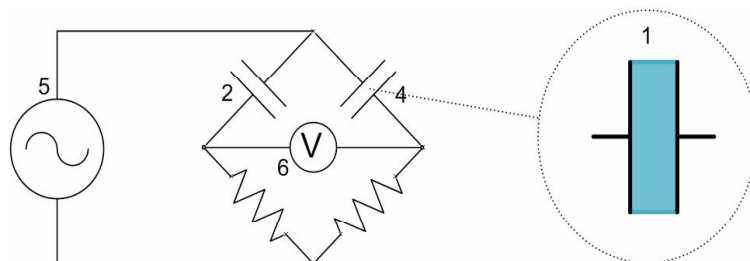


Рисунок 3 - Принципиальная схема квазипассивного элемента

Как отмечалось в многочисленных работах, обзор которых дан в [16], потеря растворимости макромолекулярного клубка при фазовом переходе самым тесным образом связана с изменением его размеров. Это вытекает, в частности, из самого факта усиления гидрофобных взаимодействий, которые приводят к компактизации клубка. Следовательно, есть все основания предполагать, что при фазовом переходе будет изменяться поляризуемость макромолекулярных клубков в растворе, и, соответственно, диэлектрическая проницаемость раствора в целом.

Этот эффект, экспериментально доказываемый ниже, может быть использован для управления номиналом емкости (1) в схеме рис.3. Действительно, располагая непосредственно в растворе нагревательный элемент (рис.4) можно обеспечить отклик рассматриваемой схемы на сигнал, причем при полной электрической развязке входа и выхода.

Такая электрическая развязка не ограничивает число нагревательных элементов, которые могут быть использованы для изменения значения емкости (1). В частности, в раствор, заполняющий конденсатор, можно поместить и два нагревательных элемента. В условиях, когда диэлектрическая проницаемость среды при нагреве изменяется скачком, такая схема может представлять собой физическую реализацию как операции «И», так и операции «ИЛИ».

Действительно, при условии, что номинал нагревательных резисторов является невысоким, то протекание тока через любой из них обеспечит достаточный нагрев раствора и, соответственно появление ненулевого сигнала на выходе мостовой схемы. В данном случае рассматриваемая схема может рассматриваться как физическая реализация операции «ИЛИ». Соответственно, если значения резисторов, обеспечивающих нагрев, сравнительно невелики, то только протекание тока через оба таких элемента сразу может обеспечить фазовый переход, что может рассматриваться как физическая реализация операции «И» по отношению к сигналам, обеспечивающим нагрев резисторов.

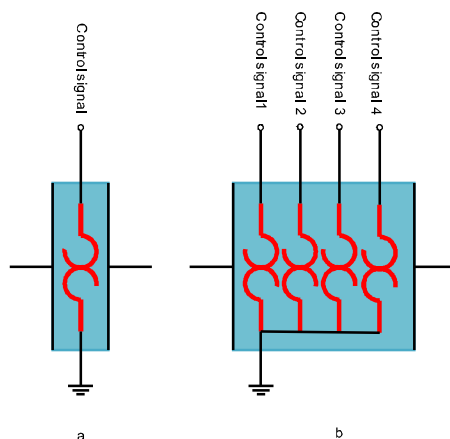


Рисунок 4 - Многовходовая ячейка регулирования емкости

Следует подчеркнуть, что рассматриваемая схема вообще не содержит активных элементов в классическом понимании этого термина, что и позволяет рассматривать ее как квазипассивную.

На следующем шаге рассуждений можно рассмотреть схему, аналогичную представленной на рис. 4а, однако обладающую большим числом нагревательных элементов (рис. 4б). Более того, вклад рассматриваемых элементов в нагрев среды в целом может быть неодинаков, что может регулироваться как номиналами соответствующих сопротивлений, так и дополнительной термоизоляцией, наносимой на их корпус. В данном случае используемый квазипассивный элемент выполняет функции адаптивного сумматора, что видно из формулы, описывающей функционирование данного элемента

$$Q = \sum_{j=1}^m w_j \cdot x_j$$

Использованы следующие обозначения:

Q - тепло, выделяемое на всех нагревательных элементах;

x_j - величина j -го сигнала управления;

w_j - весовой коэффициент, задающий влияние на нагрев j -м сигналом

Преимуществом данной схемы является не только полная электрическая развязка входов, но и возможность объединения их по соответствующим шинам.

В целом, приведенные рассуждения позволяют утверждать, что существуют условия, при которых схемы, выполненные на основе квазипассивных элементов, способны выполнять те же самые функции, что и их аналоги, собранные с использованием традиционного подхода. С учетом квазипассивного характера используемых элементов, можно сделать вывод, что такого рода системы могут найти широкое применение для моделирования процессов, рассматриваемых в первой части статьи, а также для выяснения механизмов воздействия факторов космической погоды на процессы, протекающие в социосфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сулейменов И.Э., Григорьев П.Е. Физические основы ноосферологии. Алматы – Симферополь, 2008, 231 с.
2. Ергожин Е.Е., Арын Е.М., Сулейменов И.Э. и др. Нанотехнология. Экономика. Геополитика. - Алматы – М. – Симферополь, 2010. - 243 с.
3. Тоффлер Э. Третья волна. -М: АСТ, 2004. - 781 с.
4. Arrow, K.J. (1951; 1963, 2nd ed.) Social Choice and Individual Values. N.Y: Wiley.
5. Полтерович В.М. Кризис экономической теории // Доклад на семинаре «Неизвестная экономика», ЦЭМИ РАН, январь 1997 г. (Электронная версия: <http://www.rusreforms.ru/vmp.htm>).
6. Aizeman M., Aleskerov F. Theory of Choice. Elsevier: North-Holland, 1995.
7. Gibbard, A. (1973) Manipulation of voting schemes. A general result. Econometrica, v.41, 587.
8. Ваннах М. Теорема Эрроу против политической корректности // Компьютера, №48 от 10 декабря 2002 года, электронная версия - <http://www.computerra.ru/think/profy/22508/>.
9. Электронный ресурс. 50 лекций по микроэкономике. Электронный учебник. Глава 47. <http://50.economicus.ru/index.php?ch=5&le=47&r=2&z=1>

10. Карпов А.В. Теорема о невозможности в задачах пропорционального представительства // Экономический журнал ВШЭ, 2009, №4. - 596 – 615С.
11. Горбань А.Н., Дунин-Барковский В.Л., Миркес Е.М. и др. Нейроинформатика. - Новосибирск: Наука, 1998. 296 с.
12. Kanter I. Potts-glass models of neural networks. // Phys. Rev. A, v. 37, pp. 2739_2742 (1988).
13. Vogt H., Zippelius A. Invariant recognition in Potts glass neural networks // J. Physics A, v. 25, pp. 2209_2226 (1992).
14. Крыжановский Б.В., Магомедов Б.М. О вероятности обнаружения локальных минимумов в обобщенной модели Хопфилда // Нейроинформатика, 2006, том 1, №1. - С.88-101
15. Крыжановский Б.В., Магомедов Б.М., Микаэлян А.Л.. Взаимосвязь глубины локального минимума и вероятности его обнаружения в обобщенной модели Хоп-филда. /Доклады РАН 405, №3. - с.1-5 (2005).
16. Ергожин Е.Е., Зезин А.Б., Сулейменов И.Э., Мун Г.А. Гидрофильные полимеры в нанотехнологии и нанoeлектронике. - Алматы – М., 2008. - 268 с.

Түйіндеме

Ноосфера жалғастырығын уақыт Жердің бір қабыршығы ретінде қарастырылады. Соған орай қазіргі уақытта берілген мән негізінде политикалық немесе этикалық көзқараста жүктеледі. Берілген жұмыста көрсетілген, ноосфера глобалді ақпараттық жүйе ретінде физикалық нақты көзқараста қарастырылады, ұсынылған модель келесі аналог ретінде нақтыланған. Барлық индивидтер формалді нейрондарға қатысты қойылады; глобалді ақпараттық орта нейронды жүйе ретінде қарастырылуы мүмкін. Берілген негізінде Эрроу теоремасына мүмкін емес коррективтері берілген. Ұжымдық шешімдер нәтижесі ақпарат көмегімен ноосфера фрагмент жазылымына сай анықталады дегені көрсетілген. Модельдеу үрдісі термотұрақты полимерде қолданғаны социосфера ағымында қарастырылған.

Resume

Noosphere was currently considered as one of envelopes of Earth for a long time. Nevertheless nowadays this notion is mainly considering from ethical and/or political point of view. It is shown, that noosphere as global information system may be considered from correct physical point of view also; proposed model is based on next formal analogy. All the individuals are putting in correspondence to formal neurons; consequently the global information medium (noosphere) may be considered as an analog of neural network. Correction of Arrow's impossibility theorem may be formulated on this base. In is shown, that the collective choice actually is determined by information recorded in correspondent fragment of noosphere. Principles

of modeling of correspondent processes in sociosphere based on using of thermosensitive polymers are considered too.

УДК 546.27:542.61

ТВЕРДОФАЗНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ БОРА БИНАРНОЙ СМЕСЬЮ ЭКСТРАГЕНТОВ

**М.Р. Танашева, Л.К. Бейсембаева,
М.К. Калабаева, М.Д. Есенова,**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

Казахстан располагает достаточно большими запасами природных борсодержащих руд и, как известно, входит в первую десятку стран мира по запасам борного сырья. Борную кислоту и буру в Казахстане до недавнего времени получали на основе Индерских боратов, содержащих от 15,0 до 25,5% B_2O_3 . Для переработки таких руд используется кислотное разложение и степень извлечения бора составляет около 65-70%, при этом часть борной кислоты теряется с маточными растворами (до 10,0-15,0%).

Утилизация маточных растворов в бормагниевые удобрения является нерентабельной. В результате не рационального использования технологии переработки природного сырья на борсодержащие продукты, возле борперерабатывающих заводов накоплены огромные количества отходов. К таким, практически не утилизируемым отходам относятся маточные растворы Алгинского химкомбината, которые накоплены на открытой площадке и образуют, так называемое «мертвое озеро». Содержание бора в нем намного превышает ПДК по бору и представляет собой экологическую опасность для окружающей среды.

Наиболее перспективным способом производства борной кислоты может быть экстракционный метод извлечения борной кислоты из различных твердых видов борсодержащего сырья с использованием органических растворителей, а также из природных и промышленных рассолов, а также из сточных вод.

В настоящей работе ставилась цель показать возможность извлечения бора из сложных по химическому составу твердых борсодержащих продуктов, основываясь на использовании данных по растворимости в системах H_3BO_3 - экстрагент - разбавитель и H_3BO_3 - вода - экстрагент (S1) - экстрагент (S2) [1-3]. Причем, в отличие от ранее известных работ, привлечь в качестве экстрагентов для извлечения H_3BO_3 легкоплавкие органические реагенты (ЛПЭ) в различных разбавителях.

В качестве исходного сырья использовали предварительно измельченную руду Индеровского месторождения. Разложение руды проводилось в колбе с обратным