

УДК 621.39

СОЗНАНИЕ ЧЕЛОВЕКА КАК ЛИНЕЙНАЯ СИСТЕМА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Капульцевич А.Е.

*ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия
Министерства здравоохранения РФ», Санкт-Петербург e-mail: rectorat.main @pharminnotech.com*

Рассматриваются особенности восприятия человеком различной информации, которые иногда приводят к ошибочным оценкам реального мира. Показано, что в качестве одной из моделей, описывающей процесс преобразования сигналов в сознании, является линейная система, обладающая простым в понимании и наиболее разработанным математическим аппаратом анализа. В качестве инструмента доказательства линейности предлагается использовать методику для мысленной передачи сообщений. Найдена простая аналитическая зависимость, устанавливающая связь между индуктором и перцепиентом.

Ключевые слова: сознание, информация, линейная система, свертка функций, деконволюция

HUMAN CONSCIOUSNESS AS LINEAR SYSTEMS CONVERSION OF INFORMATION

Kapultsevich A.E.

*St. Petersburg State Chemical-Pharmaceutical Academy of the Ministry of Health of the Russian
Federation, St. Petersburg, e-mail: rectorat.main @pharminnotech.com*

The peculiarities of human perception of different information, which sometimes lead to erroneous estimates of the real world. It is shown that as one of the models describing the process of converting the signals in the mind, is a linear system, with easy to understand and most developed mathematical tools of analysis. As proof of the linearity of the instrument is proposed to use a mental technique for transmitting messages. Find a simple analytical dependence that establishes a connection between the inductor and the percipient.

Keywords: consciousness, information, linear of system, convolution of functions, deconvolution

На человека постоянно действует множество разнообразных сигналов – это визуальные картины, запахи и звуки речи, музыка и просто посторонние шумы – все то, что поступает к нам через органы чувств. Если человек находится в состоянии бодрствования, то его сознание определенным образом реагирует на все эти сигналы, интерпретируя их в соответствии со сформировавшейся у него за длительный период времени системой мышления. Эту систему будем понимать как «процесс отражения в мозге окружающего реального мира, основанный на образовании и непрерывном пополнении запаса понятий, а также выводе новых суждений и умозаключений» [8]. Насколько она объективна, рассмотрим на ряде примеров, относящихся к различным областям человеческой деятельности. Так, эксперименты с разными, перцепиентами и одним и тем же индуктором показали, что средняя вероятность правильного приема случайной последовательности, составленной из нулей и единиц, обычно составляет величину порядка 0.5 – 0.7 [4]. В то же время неожиданно появляются люди, для которых эта вероятность равна 0.3 и меньше. Понятно, что объяснить это явление действием каких либо помех никак не получится и более правдоподобным

представляется наличие пока неизвестных свойств сознания, которые, вполне возможно, носят общий характер.

Еще один пример – представим себе достаточно большую группу студентов, которые в течение нескольких месяцев слушают лекции по абстрактной дисциплине «Высшая математика», т.е. по предмету, требующему напряженной мыслительной деятельности. Совершенно очевидно, что условия для каждого из них одинаковые: температура и освещенность помещения, влажность воздуха, первоначальная подготовка, наконец, один и тот же лектор. Но, вот наступает время экзамена, и мы наблюдаем весь спектр оценок – от «отлично» и до «неудовлетворительно». Возможно, кто-то скажет, что здесь нет никакой проблемы – различная врожденная память, разная ответственность и, конечно же, неодинаковые способности. И если с двумя причинами вполне можно согласиться, то вопрос о способностях, как представляется, требует более глубокого изучения. Заметим, что в первом примере определяющую роль также играют некие способности человека-перцепиента. Будем считать, что «способности в общем виде – это индивидуальные особенности личности, являющиеся субъективными ус-

ловиями успешного осуществления определенного рода деятельности” [6]. Попробуем разобраться в вопросе о том, что же такое индивидуальные особенности человека с математической точки зрения; как они влияют на восприятие и переработку поступающей в сознание информации и, наконец, почему одна и та же информация отражается у людей по-разному и, как следствие, иногда запоминается в искаженном виде.

Для решения этой задачи сначала выдвинем, а затем обсудим следующую гипотезу:

Сознание человека представляет собой классическую систему преобразования информации, на вход которой поступает совокупность сигналов – визуальных, слуховых, вкусовых и других. Выходные сигналы есть не что иное как реакция этой системы на входные воздействия, которая проявляется в форме новой информации, установлении связей между объектами или явлениями окружающего мира или в виде интуиции. Но вначале целесообразно ответить на следующий вопрос, к какому из двух важнейших классов принадлежит сознание – линейным или нелинейным системам [7]. Ответ на него может в перспективе дать весьма неожиданные результаты. Действительно, для линейных систем разработаны

сравнительно простые математические методы анализа, позволяющие не только увидеть картину ее поведения в настоящем, но и выполнить определенный прогноз, т. е. предсказать состояние системы в будущем.

Линейность сознания. На интуитивном уровне вроде бы понятно, что сознание человека обладает свойством линейности, однако этого явно недостаточно, чтобы делать далеко идущие выводы. Таким образом, возникает необходимость доказать это предположение, строго математически, опираясь на соответствующее определение. В качестве инструмента для решения задачи воспользуемся методикой и некоторыми результатами, полученными при исследовании мысленной передачи сообщений [5]. Действительно, здесь имеется разнообразная информация, поступающая в сознание человека через органы чувств; модели индуктора и перципиента и, что немаловажно, математический аппарат для оценки результатов опытов. На данном этапе будем предполагать, что информация поступает в сознание только визуальным путем.

Согласно классическому определению [1] линейная система подчиняется принципу суперпозиции, который в математической формулировке выражается равенством:

$$L[g_1(x) + g_2(x) + g_3(x) + \dots] = L[g_1(x)] + L[g_2(x)] + L[g_3(x)] + \dots \quad (1)$$

где L – оператор, характеризующий реакцию системы на входной сигнал; $g_1(x)$, $g_2(x)$, $g_3(x)$ – внешние воздействия.

Суть принципа суперпозиции может быть сформулирована следующим образом: при действии на линейную систему нескольких внешних сил, ее поведение можно определить путем наложения (суперпозиции) решений, найденных для каждой из сил в отдельности.

Возможно и другое определение: в линейной системе сумма эффектов от отдельных воздействий совпадает с эффектом от суммы воздействий.

Доказательство линейности сознания удобно выполнить в два приема. Прежде всего, выясним, какова реакция сознания на сумму воздействий, т. е. найдем решение для левой части равенства (1). С этой целью воспользуемся предложенной ранее моделью перципиента [5] – рис. 1.

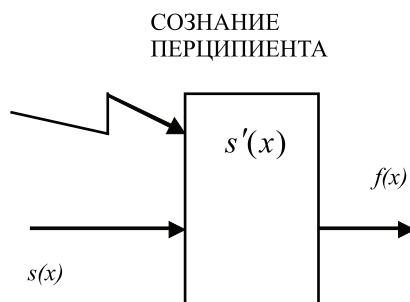


Рис. 1. Иллюстрация левой части равенства (1)

Здесь $s(x)$ – картинка, на которую в данный момент смотрит перципиент – зеленый круг или оранжевый прямоугольник; $s(x) = g_1(x) + g_2(x) + g_3(x)$ – сумма воздействий; $s'(x)$ – сигнал, поступающий от индуктора; $f(x)$ – оценка принятого изображения.

В начале несколько слов о методике проведения эксперимента, в котором участвуют как индуктор, так и перципиент; напомним, что более подробно она изложена

в [4]. Итак, индуктор передает картинку за картинкой, выбирая их из случайной последовательности – табл. 1, где обозначено: К – круг зеленого цвета, П – оранжевый прямоугольник. Таким образом, в качестве параметров, несущих информацию об изображении, здесь одновременно задействованы: цвет – $g_1(x)$, форма – $g_2(x)$ и размер – $g_3(x)$ и реализуется соотношение $L[g_1(x) + g_2(x) + g_3(x)]$.

Таблица 1

К передаче случайной последовательности

Передано	П П К П К К К П П К
Прием 1	П П К П П К К К П К
Прием 2	П К К П П К К П П К
Прием 3	П П К К К К К П П К

Перципиент принимает информацию и идентифицирует ее, руководствуясь с одной стороны, лежащими перед ним кругом и прямоугольником – $s(x)$ (здесь не имеет значения чем именно), а с другой – переданным по каналу мысленной связи сигналом от индуктора $s'(x)$. После того как переданы и приняты три десятка изображений, нетрудно посчитать вероятности правильного приема для каждого из них: $p(K) = 13/15 = 0.87$ – вероятность приема зеленого круга и $p(P) = 12/15 = 0.8$ – вероятность приема оранжевого прямоугольника. Нас в этом эксперименте интересует суммарная вероятность, которая, очевидно, равна $p = 25/30 = 0.83$. О чем говорят эти числа? Передача обоих изображений – круга и прямоугольника, в каждом из которых присутствуют по три информационных параметра, дает вполне удовлетворительные результаты. Тот факт, что величины вероятностей меньше единицы свидетельствует о наличии помех, скорее всего, психологического свойства. Действительно, поскольку расстояние между индуктором и перципиентом составляет единицы метров, то влиянием внешних факторов можно пренебречь.

Итак, по первой части можно утверждать следующее. Если индуктором передано изображение $s(x)$, в котором одновременно присутствуют сразу несколько параметров – цвет, форма и размер, а перципиентом это изображение идентифицировано с вероятностью, близкой к единице, то, совершенно очевидно, что пара индуктор-перципиент представляет собой линейную систему, процессы в которой, как известно [6], опи-

сываются уравнениями свертки. Тогда для перципиента – рис. 1, имеем:

$$f(x) = s(x) * s'(x). \quad (2)$$

Рассмотрим теперь правую часть равенства (1), иначе говоря, оценим реакцию сознания на каждое из перечисленных выше воздействий в отдельности – на цвет, форму и размер картинки, передаваемой индуктором. Иллюстрация эксперимента представлена на рис. 2.

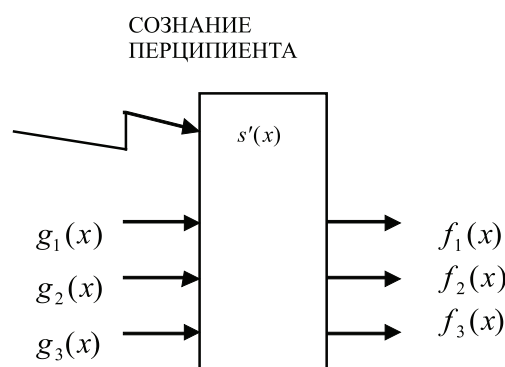
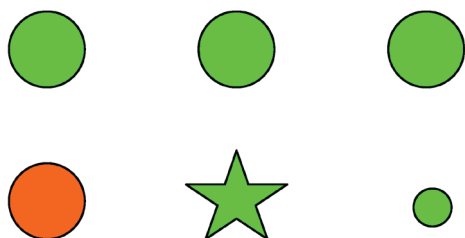


Рис. 2. Иллюстрация правой части равенства (1)

Здесь $g_1(x)$ – воздействие, обусловленное цветом круга; $g_2(x)$ – воздействие, обусловленное формой круга; $g_3(x)$ – воздействие, обусловленное размером круга; $s'(x)$ – сигнал, поступающий от индуктора; $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_2(x)$ – оценки принятых изображений.

В соответствии с рисунком эксперимент разобьем на три независимые части. Вначале организуем передачу таким образом,

чтобы исключить в качестве параметров, несущих информацию – форму и размер, а оставим только цвет. С этой целью возьмем два круга равного диаметра и из одного материала, например, бумаги, окрашенные в зеленый и оранжевый цвета – рис. 3.



цвет форма размер

Рис. 3. Множество сигналов для передачи

Здесь необходимо подчеркнуть, что условия проведения всех экспериментов, очевидно, должны быть одинаковыми, поэтому в качестве исходной информации используем одну и ту же случайную последовательность нулей и единиц: 1 1 0 1 0 0 1 1 0, которые в каждом из опытов будем заменять соответствующими картинками. В качестве первого шага, подготовим для индуктора к передаче последовательность, составленную из кругов зеленого – З и оранжевого – О цвета, табл. 2. Таким образом, создадим условия для реализации первого слагаемого – $L[g_1(x)]$.

Таблица 2

К передаче цвета изображения

Передано	О О З О З З З О О З
Прием 1	О О З О З З З О О З
Прием 2	О О З О З З З О О З
Прием 3	О О З О З З З О О З

Далее действие развивается по знакомому сценарию – перципиент, глядя поочередно, на зеленый или оранжевый круг – $g_1(x)$, выбирает тот из них, которому в то же самое время, по его ощущениям, соответствует сигнал от индуктора $s'(x)$. После идентификации последней из тридцати картинок нетрудно вычислить вероятность правильного приема для каждого цвета:

$p(З)=15/15=1.0$ – вероятность приема зеленого круга и $p(О)=14/15=0.93$ – вероятность приема оранжевого круга, а также вероятность одного символа, безразлично какого, $p = 29/30 = 0.967$.

Результаты говорят сами за себя – перципиент оценивает принятый от индуктора цвет изображения с вероятностью, свиде-

тельствующей об отсутствии каких либо искажений. Другими словами, сознание человека относительно данного параметра представляет собой линейную систему.

Во втором опыте в качестве переносчика информации оставим одну лишь форму изображения, соответственно, исключив – цвет и размер. Для реализации этого плана используем небольшой зеленый круг и зеленую же пятиконечную звезду – рис. 3, причем их площади сделаем одинаковыми. Результаты опыта отражены в табл. 3, где обозначено: К – круг зеленого цвета, З – звезда, тоже зеленого цвета. Тем самым создадим условия для реализации второго слагаемого – $L[g_2(x)]$.

Таблица 3

К передаче формы изображения

Передано	З З К З К К К З З К
Прием 1	З З К З К К К З З К
Прием 2	З З К З К К К З З К
Прием 3	З З К К З К К З К К

После приема и идентификации всех символов, найдем вероятности правильного приема для каждой из фигур в отдельности, а именно: $p(К)=13/15=0.867$ – вероятность приема круга, $p(З)=12/15=0.8$ – вероятность приема звезды. Соответственно, для вероятности одного символа, круга или звезды, получим, $p = 25/30 = 0.833$. Итак, использование в качестве информационного параметра формы передаваемой картинки дает вполне приемлемый результат, который может быть существенно улучшен в дальнейшем с помощью одного из методов защиты от ошибок. Таким образом, в случае обработки информации исключительно по форме изображения, сознание также ведет себя как линейная система.

Наконец, перейдем к третьему эксперименту, в соответствии с которым будем передавать круги одинакового зеленого цвета – рис. 3, имеющие диаметры 6 и 14 см. То есть, в качестве информационного параметра здесь используем только размер (или площадь) картинки, остальные – такие как цвет и форма, будут совпадать. Результаты опыта отражены в табл. 4, где обозначено: Б – большой круг, М – малый круг. Здесь созданы условия для реализации третьего, последнего слагаемого – $L[g_3(x)]$.

Таблица 4

К передаче размера изображения

Передано	М М Б Б Б Б Б М М Б
Прием 1	М М Б Б Б Б Б М М Б
Прием 2	М М Б Б Б Б Б М М Б
Прием 3	М Б Б М Б Б Б М М М

Вероятности правильного приема для каждого изображения будут: $P(B) = 14/15 = 0.933$ – вероятность для большого круга, $P(M) = 12/15 = 0.8$ – вероятность для малого круга. Соответственно, для одной картинке, безразлично какой, большой или малой, получим: $p = 26/30 = 0.867$. Если теперь сравнить этот результат с двумя предыдущими, когда в качестве параметров использовались только цвет и только форма, то можно прийти к аналогичным выводам.

Итак, три независимых эксперимента, выполненные с одними и теми же исходными последовательностями и в одних и тех же условиях, показали вероятности правильного приема одного символа, близкие

к единице. Таким образом, можно констатировать, что в системе мысленной передачи индуктор-перципиент искажения информации практически отсутствуют, что свидетельствует о линейности сознания как индуктора, так и перципиента. Руководствуясь результатами опытов, имеем:

$$\begin{aligned} f_1(x) &= g_1(x) * s'(x), \\ f_2(x) &= g_2(x) * s'(x) \\ f_3(x) &= g_3(x) * s'(x) \end{aligned} \quad (3)$$

Подставляя эти равенства в (1) и учитывая свойство дистрибутивности свертки, можно записать:

$$g_1(x) * s'(x) + g_2(x) * s'(x) + g_3(x) * s'(x) = s'(x) * [g_1(x) + g_2(x) + g_3(x)]. \quad (4)$$

и, так как

$$g_1(x) + g_2(x) + g_3(x) = s(x), \quad (5)$$

то

$$s'(x) * s(x) = f(x) \quad (6)$$

Левая часть равенства (1), которой в реальных опытах соответствует соотношение (2), равна правой, описываемой соотношением (6), тем самым получено доказательство того, что сознание человека подчиняется принципу суперпозиции. Другими словами, оно ведет себя как линейная система для информации, представленной в визуальной форме. В то же время нет оснований утверждать, что для других видов информации, поступающей к человеку через органы чувств – запаха, вкуса, обоняния и осязания, сознание ведет себя как-то иначе.

После выполненного исследования возникает естественный вопрос – как интерпретировать полученные результаты практически? В качестве одного из вариантов предложим следующий: иногда можно услышать, что тот или иной человек ведет себя неадекватно, понимая этот термин как «несоответствие реакции индивида на ситуацию или объект, которые ее вызывают» [2]. Если принять во внимание тот факт, что здоровое сознание преобразует информацию как линейная система, не внося при этом собственных искажений, то сам собой напрашивается вывод о том, что при неадекватном поведении у человека в какой-то части сознания существенно нарушена линейность. Другой возможный пример: довольно часто мы наблюдаем ситуации, когда

по одному и тому же, пусть даже очень простому вопросу, психически здоровые люди не могут найти общего понимания, что приводит в лучшем случае к скандалам, а в худшем – к враждебности. Для объяснения этого явления попробуем привлечь предложенный принцип – возможно, что сознание оппонентов линейно, однако, настройки систем для каждого из них существенно отличаются, поэтому одна и та же исходная информация приводит, говоря математическим языком, к оценкам $f(x)$, представляющим непересекающиеся множества; попросту говоря, по обсуждаемому вопросу отсутствуют точки соприкосновения.

Анализ модели сознания. Мы вправе задать себе следующий вопрос – чем принципиально индуктор отличается от перципиента. Простой человек скажет примерно так: индуктор может передавать сообщения, но не в состоянии таковые принимать; перципиент же, наоборот, хорошо принимает мысленную информацию, но передать, не способен. Все верно, но как сказанное выше объяснить с математической точки зрения? Для ответа на этот вопрос рассмотрим полную схему передачи мысленной информации, начиная от картинки, лежащей перед взором индуктора и заканчивая решением перципиента о том, что же было на самом деле передано. С точки зрения анализа эту задачу удобно разбить на две части: сначала выяснить, какое сообщение дойдет от индуктора до сознания перципиента, а затем установить механизм идентификации переданного изображения. Для первой части имеем – рис. 4.

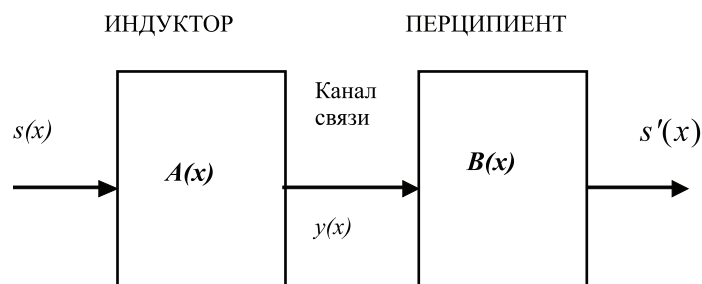


Рис. 4. Схема мысленной связи

Здесь $s(x)$ – передаваемое индуктором изображение, например, круг; $y(x)$ – сигнал, формируемый сознанием индуктора; $s'(x)$ – картинка, идентифицированная перцепиентом.

Задача мысленной связи, как и любой другой, состоит в том, чтобы

$$s'(x) = s(x), \quad (7)$$

В связи с принятыми обозначениями стоит напомнить алгоритм работы перцепиента: перед ним лежат две картинки (на рисунке они опущены) и ту из них, которую он идентифицировал, будем считать выходным сигналом всей системы. На самом деле так оно и получается, если индуктор и перцепиент образуют оптимальную пару. Запишем теперь уравнение всего тракта передачи, при этом помехи в канале мысленной связи – $n(x)$, будем считать незначительными.

$$s'(x) = s(x) * [A(x) * B(x)], \quad (8)$$

где $*$ – символ операции свертки; $A(x)$ – импульсная характеристика индуктора; $B(x)$ – импульсная характеристика перцепиента.

Так как мы считаем, что (7) выполняется, то

$$A(x) * B(x) = 1, \quad (9)$$

$$y(x) * B(x) = [s(x) * A(x)] * \frac{1}{A(x)} = s(x) * \left[A(x) * \frac{1}{A(x)} \right]$$

и так как $A(x) * \frac{1}{A(x)} = \delta_0(x)$ – функция

Кронекера, то

$$y(x) * B(x) = s(x) * \delta_0(x) = s'(x). \quad (13)$$

Равенство (13) показывает, что перцепиентом принят сигнал (в форме β -волн), который практически совпадает с переданной

откуда следует

$$B(x) = 1 / A(x). \quad (10)$$

Соотношение (10) обычно записывают в следующем виде:

$$B(x) = A^{-1}(x), \quad (11)$$

то есть, импульсная характеристика перцепиента равна деконволюции от импульсной характеристики индуктора [3]. Выражение (11) еще носит название обратной свертки. Основное назначение деконволюции (deconvolution) – восстановление истинной формы сигнала, несущего информацию об исследуемом физическом, технологическом процессах или явлении природы. В нашем случае эта математическая операция используется для оценки сообщения, принятого перцепиентом. Таким образом, получено аналитическое выражение, устанавливающее связь между импульсными характеристиками участников мысленной связи

Итак, на выходе индуктора имеем:

$$y(x) = s(x) * A(x). \quad (12)$$

Этот сигнал, пройдя через канал мысленной связи, попадает в сознание перцепиента, которое преобразует его следующим образом

ему индуктором картинкой – $s(x)$. Возможное несовпадение переданного и принятого изображений обусловлено помехами и психологическими факторами, но, как показали эксперименты, это обстоятельство не является критическим.

Перейдем теперь к решению второй части общей задачи – идентификации сообщения переданного индуктором, для чего обратимся к рис. 5.

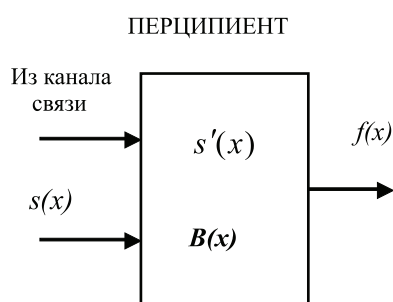


Рис. 5. К идентификации сообщения

Здесь $s'(x)$ – сигнал, принятый от индуктора; $s(x)$ – одна из двух картинок, перед глазами перципиента, например, круг; $f(x)$ – оценка изображения, т.е. принят круг или прямоугольник.

В процессе идентификации помимо сигнала, поступившего из канала мысленной связи $y(x)$, участвуют еще две находящиеся перед перципиентом картинки – круг и прямоугольник. Предположим, что в какой-то момент времени взгляд перципиента обратился на круг – $s(x)$, тогда имеем

$$f(x) = [y(x) * B(x)] * s(x), \quad (14)$$

но, на основании (13),

$$y(x) * B(x) = s'(x),$$

следовательно,

$$f(x) = s'(x) * s(x). \quad (15)$$

Свертка (15) дает максимальное значение, в 2 раза превышающее альтернативный вариант – круг-прямоугольник [5]. В результате оценки своих ощущений, перципиент принимает решение о том, что индуктором в данный момент времени передавался именно круг, а не прямоугольник.

Выводы

Для описания процессов, протекающих в сознании человека, предлагается в качестве его математической модели ис-

пользовать линейную систему обработки информации. Доказательство линейности выполнено в соответствии с классическим определением, основанным на принципе суперпозиции, причем в качестве инструмента для реализации этого плана представляется удобным воспользоваться методикой, разработанной и опробованной для мысленной передачи сообщений. Опираясь на предложенную ранее модель перципиента, а также результаты экспериментов, полученных при передаче визуальной информации, сделан вывод, подтверждающий гипотезу о линейности сознания человека. Это дает основание предположить, что невысокие способности людей в ряде областей знаний; неадекватность их поведения в обществе; возможно, некоторые психические заболевания – напрямую связаны с нарушениями линейности сознания. Используя полную схему мысленной связи и соответствующие этой схеме линейные уравнения, получен ответ на вопрос о том, чем индуктор принципиально отличается от перципиента, какова математическая связь между ними.

Список литературы

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Радио и связь, 1986. – 512 с.
2. Жмуров В.А. Большая энциклопедия по психиатрии, 2-е изд., 2012.
3. Канасевич Э.Р. Анализ временных последовательностей в геофизике. – М.: Недра, 1985. – 300 с.
4. Капульцевич А.Е. Передача изображений и текстов без использования технических средств // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 11. – С. 163-169.
5. Капульцевич А.Е. Обработка информации в сознании человека при мысленной передаче сообщений // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 5 (часть 1). – С. 114-121.
6. Кравцова Н.М. Структура индивидуальных способностей человека // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 5. – С. 91-93.
7. Теория линейных стационарных систем. – URL: <http://www.wikipedia.org> (дата обращения 03.04.2014 г.).
8. Физиология человека / Под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротко – М.: Медицина, 2003.