

УДК 519.7



О МЕТОДЕ НУЛЕВОГО ПРИБОРА

М. Ф. Бондаренко¹, Н. П. Кругликова², Н. Е. Русакова³,
Ю. П. Шабанов-Кушнаренко⁴

^{1, 2, 3, 4} ХНУРЭ, г. Харьков, Украина

Каждый человек обладает сознанием – универсальным средством, извещающим его о той огромной работе, которую совершает его мозг по приему, обработке и выдаче информации. Сведения, доставляемые сознанием, чрезвычайно ценны для специалистов в области компьютеризации и информатизации, более того – они незаменимы. Однако, сознание выдает эти сведения в «стенографической» форме *субъективных состояний*. Поэтому получаемая людьми от сознания информация нуждается в *объективизации*, заключающейся в ее расшифровке, дополнении, детализации и формализации. В статье рассматривается *метод нулевого прибора* – простейший и вместе с тем наиболее широко применяемый на практике метод объективизации сведений, доставляемых сознанием о работе мозга человека.

НУЛЕВОЙ ПРИБОР, СУБЪЕКТИВНЫЕ СОСТОЯНИЯ, ЦВЕТОВОЙ ПРЕДИКАТ, ЦВЕТОВАЯ ИНДУКЦИЯ

Введение

Созданию средств искусственного интеллекта содействует *бионика интеллекта*, которая изучает идеи Природы, реализованные ею в интеллекте человека. Компьютеры, на базе которых создается искусственный интеллект, – это математические машины, они могут усвоить только те знания, которые предварительно были выражены людьми на точном формализованном языке. Поэтому бионика интеллекта стремится формально описывать изучаемые ею идеи Природы [1]. Известны три основных подхода к формальному описанию интеллекта: функциональный, субъективный и материальный. *Функциональный подход* заключается в анализе наблюдаемого извне поведения интеллектуальной системы. *Субъективный подход* состоит в наблюдении интеллектуальной системы изнутри. При *материальном подходе* изучается структура материального носителя интеллекта (в том числе – нейронной сети мозга человека). Каждый из подходов имеет свои сильные и слабые стороны. Функциональный и материальный подходы характеризуются объективностью, однако они не обеспечивают доступа к внутреннему миру человека. Субъективный же подход легко проникает в богатейший внутренний мир человека, но он пользуется плохой репутацией в науке из-за фрагментарности получаемых сведений и своей кажущейся обманчивости.

1. Метод нулевого прибора

От указанных недостатков, упомянутых подходов к изучению интеллекта человека нетрудно избавиться, совместно применяя два из них, а именно – функциональный и субъективный. Оба эти подхода противостоят материальному, поэтому такой комбинированный подход называется *идеальным*. Правильность результатов, полученных при идеальном подходе, можно дополнительно проверить, обращаясь к материальному подходу. Возможны два варианта такой проверки. Первый вариант за-

ключается в том, что пытаются отыскать в нейронной сети мозга человека такие ее части, которые бы имели структуру и функции, соответствующие формальному описанию, полученному при идеальном подходе к изучаемому объекту. Если это удастся сделать, тогда найденный фрагмент нейронной сети можно будет с полным правом считать материальным механизмом, действующим в соответствии с найденным идеальным описанием объекта. При этом будет достигнуто комплексное (по всем трем подходам) продвижение вперед в деле познания некоторой части человеческого интеллекта. Вторым вариантом состоит в том, что пытаются построить техническое устройство (фрагмент системы искусственного интеллекта), имеющее структуру и внешнее поведение, неотличимые от тех, которые соответствуют упомянутому формальному описанию объекта. Если это удастся достичь, то тем самым будет сделан очередной шаг в деле компьютеризации и информатизации и, что гораздо важнее, также и шаг в деле познания человеческого интеллекта.

Простейшим вариантом идеального подхода является *метод нулевого прибора*. Этим методом Исаак Ньютон (1642–1727) впервые осуществил объективное изучение ощущений цвета человека. Он воспользовался тем обстоятельством, что сам испытуемый (то есть человек, над которым производятся опыты) способен установить, равны или нет цвета любых предъявленных ему световых излучений. Делает он это субъективным способом, анализируя цвета собственным сознанием. В результате такого анализа испытуемый может отреагировать физическим сигналом, принимающим одно из двух значений: 1, если цвета совпадают, и 0, если не совпадают. Такая двоичная реакция испытуемого вполне объективна, ее можно зарегистрировать физическими приборами. Это кажется невероятным, но из такого, казалось бы, побочного и малоинформативного сигнала можно извлечь всю информацию о цвете и о виде преобразования светового излучения в цвет.

Метод нулевого прибора мы вначале рассмотрим на примере изучения цветового зрения человека. Световое излучение, действуя на сетчатку глаза, вызывает в сознании человека ощущение, называемое *цветом*. Раздел науки, в котором изучается преобразование $f(x) = y$ светового излучения x в цвет y , осуществляемые зрительной системой человека, называется *теорией цветового зрения*. Испытуемому предъявляют на полях сравнения (рис. 1) световые излучения x_1 и x_2 из множества M всех излучений, которые он воспринимает в виде вполне определенных цветов y_1 и y_2 . Все цвета, вместе взятые, образуют множество N . Преобразование светового излучения x в соответствующий ему цвет y осуществляется с помощью некоторой функции $f(x) = y$, отображающей множество M на множество N . Если цвета y_1 и y_2 совпадают друг с другом, то испытуемый должен отреагировать на них ответом $t = 1$, если же не совпадают, то – ответом $t = 0$. Вводим множество $\Sigma = \{0, 1\}$ всевозможных ответов испытуемого, $t \in \Sigma$.

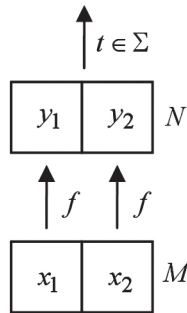


Рис. 1

В описанном эксперименте переплетаются два подхода – функциональный и субъективный. В соответствии с этим важно разделить источники поступления информации на *объективные* и *субъективные*. В интеллектуальную систему испытуемого $P(x_1, x_2) = t$ поступает извне пара (x_1, x_2) объективных световых излучений, которая произвольно выбирается из множества $M \times M$ (рис. 2).

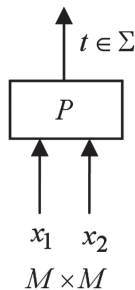


Рис. 2

В ответ на эту пару на выходе системы появляется тоже внешний (то есть объективно регистрируемый) сигнал t , принимающий одно из двух возможных значений 0 или 1 из множества $\Sigma = \{0, 1\}$. Преобразование $P(x_1, x_2) = t$ характеризуется предикатом P , отображающим множество $M \times M$ в

множество Σ , функционирование которого можно наблюдать в чисто объективном эксперименте. Субъективное наблюдение обнаруживает внутри изучаемой интеллектуальной системы P состояния y_1, y_2 , появляющиеся перед сознанием испытуемого в виде двух цветов на полях сравнения в ответ на предъявление световых излучений x_1, x_2 . Цвета y_1, y_2 стабильны во времени при проведении опыта, они однозначно зависят от световых излучений x_1, x_2 . Равным световым излучениям $x_1 = x_2$ соответствуют равные цвета $y_1 = y_2$, так что сигналы x_1 и x_2 преобразуются в сигналы y_1 и y_2 одной и той же функцией $f: y_1 = f(x_1)$ и $y_2 = f(x_2)$. Обнаруживается также, что при $y_1 = y_2$ испытуемый всегда реагирует сигналом $t = 1$, а при $y_1 \neq y_2$ – сигналом $t = 0$. Получаемая дополнительная субъективная информация позволяет вскрыть детали в преобразователе сигналов P (рис. 3).

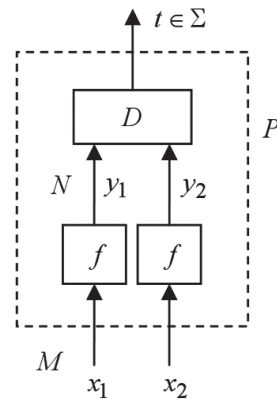


Рис. 3

Теперь мы можем конкретизировать вид предиката P :

$$P(x_1, x_2) = D(f(x_1), f(x_2)) = D(y_1, y_2).$$

Его мы назовем *цветовым предикатом*. Он задан на $N \times N$. Символом D обозначен предикат равенства цветов:

$$D(y_1, y_2) = \begin{cases} 1, & \text{если } y_1 = y_2, \\ 0, & \text{если } y_1 \neq y_2. \end{cases}$$

Предикат $D(y_1, y_2) = t$ задан на $N \times N$, он принимает значения 0 или 1 из множества Σ . Устройство, реализующее предикат равенства, называется *нулевым прибором*. Предикат D характеризует собой действие механизма сознания испытуемого, анализирующего ощущения цвета y_1, y_2 и сигнализирующего ответом t об их равенстве или неравенстве. Функция $f(x) = y$ отображает множество M на множество N , она характеризует собой преобразование объективного светового излучения $x \in M$ в субъективный цвет $y \in N$, осуществляемое зрительной системой человека. Функция f называется *характеристической функцией цветового предиката*.

2. Общий вид предиката эквивалентности

Кроме преобразования светового излучения в цвет, методом нулевого прибора можно успешно изучать преобразование цвета в его яркость, тон и насыщенность; звука – в его громкость и тембр; текста – в его смысл; ситуаций – в их оценку; предметов – в их образы и многие другие информационные процессы. В дальнейшем, для общности изложения, метод нулевого прибора будем описывать в нейтральных математических терминах, не переходя к конкретным задачам. Эти термины при необходимости всегда можно перевести на язык конкретной интересующей нас задачи, получив таким способом нужный вариант метода нулевого прибора.

Предикат P заданный на $M \times M$, называется *рефлексивным*, если

$$\forall x \in M P(x, x),$$

симметричным, если

$$\forall x_1, x_2 \in M (P(x_1, x_2) \supset P(x_2, x_1))$$

и *транзитивным*, если

$$\forall x_1, x_2, x_3 \in M (P(x_1, x_2) \wedge P(x_2, x_3) \supset P(x_1, x_3)).$$

Любой рефлексивный, симметричный и транзитивный предикат называется *эквивалентностью*. Рассмотрим следующие два свойства предиката эквивалентности.

Свойство 1. Для любого предиката эквивалентности P заданного на $M \times M$, найдутся непустое множество N и функция f , отображающая множество M в множество N , такие, что при любых $x_1, x_2 \in M$ будет выполняться равенство

$$P(x_1, x_2) = D(f(x_1), f(x_2)). \quad (1)$$

Доказательство. Для каждого $x_1 \in M$ существует единственное множество S_{x_1} всех $x_2 \in M$, таких что $P(x_1, x_2) = 1$. В роли множества N принимаем систему всех множеств S_{x_1} , где $x_1 \in M$. Множество N не пусто. В роли f принимаем функцию, которая ставит в соответствие каждому элементу $x_1 \in M$ множество S_{x_1} , так что $f(x_1) = S_{x_1}$. Докажем, что при таком выборе функции f равенство (1) выполняется при любых $x_1, x_2 \in M$. Рассмотрим случай, когда x_1 и x_2 таковы, что $P(x_1, x_2) = 1$. Чтобы убедиться в том, что в этом случае $D(f(x_1), f(x_2)) = 1$, достаточно доказать, что $S_{x_1} = S_{x_2}$. Докажем это. Пусть $x \in S_{x_1}$, тогда $P(x_1, x) = 1$. По свойству симметричности предиката P из $P(x_1, x_2) = 1$ выводим $P(x_2, x_1) = 1$. По свойству транзитивности предиката P из $P(x_2, x_1) = 1$ и $P(x_1, x) = 1$ выводим $P(x_2, x) = 1$. Отсюда следует, что $x \in S_{x_2}$. Итак, мы получили, что $S_{x_1} \subseteq S_{x_2}$. Предположим теперь, что $x \in S_{x_2}$. Тогда $P(x_2, x) = 1$. По свойству транзитивности предиката P из $P(x_1, x_2) = 1$ и $P(x_2, x) = 1$ выводим $P(x_1, x) = 1$. Отсюда следует, что $x \in S_{x_1}$. Итак, мы получили, что $S_{x_2} \subseteq S_{x_1}$. Вместе взятые, эти два включения дают равенство $S_{x_1} = S_{x_2}$ множеств S_{x_1} и S_{x_2} . Рассмотрим оставшийся случай,

при котором x_1 и x_2 таковы, что $P(x_1, x_2) = 0$. Чтобы убедиться в том, что теперь и $D(f(x_1), f(x_2)) = 0$, достаточно доказать, что $S_{x_2} \neq S_{x_1}$. Докажем это. Из $P(x_1, x_2) = 0$ следует $x_2 \notin S_{x_1}$. По свойству рефлексивности предиката P имеем $P(x_2, x_2) = 1$, отсюда выводим $x_2 \in S_{x_2}$. Следовательно, $S_{x_1} \neq S_{x_2}$. Мы доказали, что значения предикатов $P(x_1, x_2)$ и $D(f(x_1), f(x_2))$ совпадают при любых $x_1, x_2 \in M$.

Свойство 2. Любой предикат P , заданный на $M \times M$ и выражающийся при любых $x_1, x_2 \in M$ в виде (1), есть предикат эквивалентности.

Доказательство. Рефлексивность, симметричность и транзитивность предиката P непосредственно следуют из равенства (1) и из рефлексивности, симметричности и транзитивности предиката равенства D .

Функция f , отображающая множество M в множество N и фигурирующая в равенстве (1), называется *характеристической функцией предиката эквивалентности* [3]. Из свойств 1 и 2 непосредственно следует, что любые предикаты эквивалентности и только предикаты эквивалентности могут быть представлены в виде (1) при подходящем выборе множества N и функции f . Каким бы ни был предикат P , если он оказывается рефлексивным, симметричным и транзитивным, то для него всегда найдутся множество N и функция f , при помощи которых можно будет адекватно математически выразить строение этого предиката. Таким образом, правая часть равенства (1) представляет собой *общий вид предиката эквивалентности*. С математической точки зрения полученный результат очень прост, тем не менее он весьма важен, поскольку указывает систему легко проверяемых в чисто физическом эксперименте необходимых и достаточных признаков, с помощью которых всегда можно установить, допускает ли объект, реализующий предикат P , полноценное формальное описание методом нулевого прибора. Если система, имеющая два входа x_1 и x_2 и один выход t , реализует предикат $P(x_1, x_2) = t$, и этот предикат удовлетворяет условиям рефлексивности, симметричности и транзитивности, то ее можно описать в точных терминах, применяя метод нулевого прибора. Если же хотя бы одно из этих трех условий не выполняется, то метод нулевого прибора для такого объекта неприменим. Методом нулевого прибора можно изучать любые системы преобразования сигналов, для которых выполняются свойства рефлексивности, симметричности и транзитивности.

В применении к зрительной системе человека элементы $x_1, x_2 \in M$ интерпретируются как световые излучения, предъявляемые испытуемому для восприятия, M – это множество всех таких излучений. Элементы множества N $y_1 = f(x_1)$ и $y_2 = f(x_2)$ интерпретируются как цвета, возбуждаемые в сознании испытуемого излучениями x_1 и x_2 . Устанавливая совпадение или различие цветов

y_1 и y_2 , испытуемый реализует предикат $D(y_1, y_2)$. Реагируя на излучения x_1, x_2 , испытуемый реализует предикат $P(x_1, x_2) = D(f(x_1), f(x_2))$. Значение предиката $D(y_1, y_2) = 1$ соответствует реакции испытуемого, выражающей равенство цветов y_1 и y_2 . Значение предиката $D(y_1, y_2) = 0$ соответствует реакции испытуемого, выражающей несовпадение цветов y_1 и y_2 . Множество N представляет собой совокупность всех цветов, которые могут быть возбуждены в сознании испытуемого излучениями из множества M . Функцию f содержательно интерпретируем как преобразование светового излучения в цвет, реализуемое зрительной системой испытуемого.

Требование, что P есть предикат, означает: двоичный ответ испытуемого $t = P(x_1, x_2)$ существует и единственен для каждой пары x_1, x_2 световых излучений из множества M . Рефлексивность предиката P означает, что одинаковым световым излучениям на полях сравнения соответствуют одинаковые цвета. Симметричность предиката P означает, что изменение порядка предъявления излучений испытуемому не влияет на его двоичную реакцию. Транзитивность предиката P означает: если для данного испытуемого излучения x_1, x_2 и x_2, x_3 одноцветны, то для него будут одноцветными также и излучения x_1, x_3 .

3. Актуальное и потенциальное существование

Необходимо различать два вида существования внутренних сигналов y_1, y_2 в преобразователе информации, изображенном на рис. 3. Один из них — фактическое существование. Если утверждается, что сигналы y_1, y_2 фактически существуют, то это означает, что испытуемый реально наблюдает своим сознанием субъективные состояния y_1, y_2 , фактически «переживает» их. Оказывается, что из объективного наблюдения за поведением преобразователя сигналов $P(x_1, x_2) = t$ невозможно вывести фактическое существование сигналов $y_1 = f(x_1)$ и $y_2 = f(x_2)$. В формулировке свойства 1 утверждается, что для каждого из световых излучений x_1, x_2 найдутся (то есть существуют) внутренние состояния $y_1 = f(x_1), y_2 = f(x_2)$, системы P . Однако слово «существование» здесь не означает, что испытуемый фактически переживает эти сигналы. Имеется в виду лишь то, что для системы P можно подобрать такую функцию f , при которой система преобразования сигналов $D(f(x_1), f(x_2))$ будет для любой пары x_1, x_2 своих входных сигналов вырабатывать точно такой же выходной двоичный сигнал, что и система $P(x_1, x_2)$. В системе $D(f(x_1), f(x_2))$, если ее реализовать в природе техническими средствами, сигналы $y_1 = f(x_1), y_2 = f(x_2)$ будут, конечно, существовать фактически, но это еще не означает, что сигналы y_1 и y_2 можно будет реально наблюдать и в системе $P(x_1, x_2)$.

Такой вид существования сигналов называется логическим. Логическое существование появляется

тогда, когда можно доказать, что исходную систему $F(x) = y$ преобразования сигнала x в сигнал y можно представить в виде суперпозиции двух преобразователей сигналов $G(x) = z$ и $H(z) = y$ так, что преобразователи $F(x) = y$ и $H(G(x)) = y$ будут выдавать одинаковые выходные сигналы y при любых входных сигналах x , то есть демонстрировать идентичное поведение. Но идентичное поведение двух систем еще не означает идентичности их устройства. Система $F(x) = y$ может быть искусственно построена так, что в ней вообще не будет внутри такого места, которое находилось бы в состоянии z .

Приведем пример такой задачи изучения цветового зрения человека, когда представление системы $P(x_1, x_2)$ в виде конструкции $D(f(x_1), f(x_2))$ с внутренними сигналами $y_1 = f(x_1), y_2 = f(x_2)$ возможно, однако фактически этих сигналов в системе $P(x_1, x_2)$, судя по субъективному свидетельству испытуемого, нет и быть не может. Схема эксперимента в данном случае несколько отличается от той, которая изображена на рис. 1. Теперь соседние поля, на которых испытуемому предъявляются световые излучения x_1, x_2 окружены обширным третьим полем с формируемым на нем излучением x . В сознании испытуемого возникают цвета y_1, y_2 , являющиеся субъективными образами излучений x_1, x_2 . Так же, как и в исходном эксперименте, испытуемый на равенство цветов $y_1 = y_2$ реагирует сигналом $t = 1$, а на неравенство $y_1 \neq y_2$ — сигналом $t = 0$ (рис. 4).

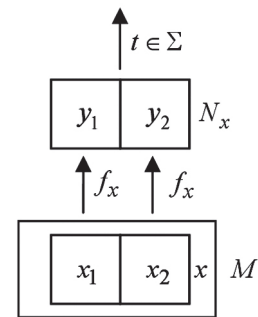


Рис.4

Во время проведения этого эксперимента обнаруживается эффект *цветовой индукции*, заключающийся в том, что цвета y_1 и y_2 теперь зависят не только от излучений x_1 и x_2 , но и от излучения x окружающего их поля. Таким образом, $y_1 = f_x(x_1)$ и $y_2 = f_x(x_2)$, так что излучение x меняет вид функции f_x , которая имеет параметр x . Если сохраняя неизменными сигналы x_1 и x_2 , изменить значение параметра x , то цвета y_1 и y_2 , вообще говоря, будут изменяться. Однако, изменение цветов происходит на обоих полях сравнения по-одинаковому. Если при одном значении сигнала x цвета y_1 и y_2 излучений x_1 и x_2 окажутся одинаковыми, то они будут оставаться равными и при любом ином фоне x . В результате оказывается, что значение сигнала

t совершенно не зависит от выбора значения излучения фона x . Получается, что промежуточные сигналы y_1 и y_2 новой системы зависят от значений сигнала x , а выходной сигнал t всей системы P в целом от сигнала x не зависит. Как и в прежней системе, в новой системе поведение ее описывается предикатом $P(x_1, x_2) = t$, который рефлексивен, симметричен и транзитивен. А значит, согласно свойству 1, поведение системы $P(x_1, x_2)$ идентично поведению системы $D(f(x_1), f(x_2))$.

В системе $D(f(x_1), f(x_2))$ фактически существуют стабильные сигналы $y_1 = f(x_1)$ и $y_2 = f(x_2)$, определяемые одной и той же функцией f . Вместе с тем, в исходной системе $P(x_1, x_2)$ сигналы y_1 и y_2 нестабильны и говорить об их фактическом существовании — это значит вступать в противоречие с очевидными фактами. Итак, мы видим, что в системе, представляемой схематически на рис. 4, промежуточные сигналы y_1 и y_2 в логическом смысле существуют, а в фактическом смысле — не существуют. Отсюда можно сделать важный вывод: функциональный подход, взятый сам по себе, не дает полной информации об изучаемой системе преобразования сигналов по методу нулевого прибора. Для полноценности изучения информационной системы испытуемого функциональный подход необходимо дополнять субъективным подходом.

Фактическое существование можно назвать еще *актуальным (действительным)*, а логическое — *потенциальным (возможным)*. Нарисуем на листе бумаги две различные точки и проведем через них прямую линию. Такая прямая существует актуально, фактически, ее мы можем наблюдать в действительности в виде субъективного образа. Если же на листе бумаги имеются только две различные точки без прямой, то актуально прямая линия, проходящая через них, не существует, ее попросту нет. Но она существует потенциально в том смысле, что мы можем, если пожелаем, эту линию через заданные точки провести. Возьмем какой-нибудь равнобедренный треугольник. Через его три вершины невозможно провести прямую. Она не существует ни в актуальном, ни в потенциальном смысле.

Актуальное существование с логической точки зрения сильнее потенциального: если прямая фактически проходит через две точки, то есть актуально существует, то она существует и потенциально, иначе говоря, ее можно было бы через эти две точки провести. Если же потенциальное существование какого-то объекта невозможно, то отсюда следует невозможность и его актуального существования. Есть такой шуточный стишок-каламбур: «Все быть может, всё быть может, все, конечно, может быть, одного лишь быть не может: то, чего не может быть». Из бессодержательного высказывания это утверждение превращается в формулировку одного из глубинных законов природы, если в первой части этого высказывания словосочетание «быть

может» понимать в смысле актуального существования, а во второй те же слова понимать в смысле существования потенциального. Теперь стишок приобретает следующий вполне серьезный смысл: «Тот и только тот объект, который существует потенциально, можно превратить в объект, существующий актуально».

Заключение

Мир, в котором мы живем, похож на детскую игру «Конструктор». В нем имеется множество разных деталей, которые можно соединять по определенным правилам. В роли полного свода таких правил выступает система всех законов логики. Человек не имеет прямого доступа к деталям в том смысле, что он не знает, каковы они на самом деле (как «вещи в себе»). Однако Природа снабдила человека органами чувств, которые формируют перед его сознанием субъективные образы этих деталей. Руководствуясь этими образами, человек может свободно оперировать с самими деталями, строить любые конструкции, разрешенные законами логики. Правильность создаваемых конструкций, то есть соответствие их своим замыслам, он проверяет показаниями своих органов чувств. Мир, кроме законов логики, подчинен еще и законам физики, согласно которым в нем совершаются процессы и без участия человека. Обладая свободной волей, человек может вмешиваться в эти процессы и изменять их по собственному желанию, внося тем самым свой вклад в эволюцию мира.

Список литературы: 1. Бондаренко, М. Ф. О бионике интеллекта [Текст] / М. Ф. Бондаренко, Ю. П. Шабанов-Кушнаренко // Бионика интеллекта научн.-техн. журнал. — Х.: Изд-во ХНУРЭ, 2004. — № 1 — С. 3–14. 2. Ньютон И. Оптика. Изд. 2-е. — М.: Гостехтеориздат, 1954. 3. Бондаренко, М. Ф. Об общей теории компараторной идентификации [Текст] / М. Ф. Бондаренко, Ю. П. Шабанов-Кушнаренко // Бионика интеллекта научн.-техн. журнал. — Х.: Изд-во ХНУРЭ, 2008. — № 2 — С. 14–25.

Поступила в редколлегию 06.04.2010

УДК 519.7

Про метод нулевого прибора / М. Ф. Бондаренко, Н. П. Кругликова, Н. Е. Русакова, Ю. П. Шабанов-Кушнаренко // Бионика интеллекта: научн.-техн. журнал. — 2010. — № 2 (73). — С. 111–115.

У статті розглядається метод нулевого приладу як один з найпростіших і разом з тим найбільш широко використовуваних на практиці методів об'єктивізації відомостей про роботу мозку людини, що доставляються свідомістю.

Лл.: 4. Бібліогр.: 3 найм.

UDC 519.7

About the method of null-instrument / M.F. Bondarenko, N. P. Kruglikova, N.E. Rusakova, Yu.P. Shabanov-Kushnarenko // Bionics of Intelligence: Sci. Mag. — 2010. — № 2 (73). — С. 111–115.

The method of null-instrument is examined in the article — the simplest and at the same time most the method of objectivization information, delivered consciousness about work of brain of man widely applied in practice.

Fig. 4. Ref.: 3 items.