УДК 623.09
https://doi.org/10.47533/2020.1606-146X.141

***Г. А. МУН[1,2], Е. С. ВИТУЛЁВА[3]*, С. В. КОНЬШИН[3], И. Э. СУЛЕЙМЕНОВ[4]***

*[1]Национальная инженерная академии РК, Алматы, Казахстан*
*[2]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан*
*[3]Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Гумарбека Даукеева Алматы, Казахстан*
*[4]Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия*

# АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ОСНОВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЧАСТИЧНО АВТОНОМНЫХ БОЕВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ: АЛГЕБРАИЗАЦИЯ ЯЗЫКОВЫХ ФОРМ

*Показано, что современные тенденции развития вооружений и боевой техники заставляют ставить вопрос о совершенствовании систем искусственного интеллекта, в частности, их постепенного сближения с интеллектом человека. Показано, что это, в свою очередь, требует совершенствования алгоритмической основы систем искусственного интеллекта, в том числе на основе перехода к многозначным логикам. Установлена тесная связь между алгебраизацией естественного языка и созданием языка боевых нейронных сетей – распределенных систем, в которых обработка информации осуществляется на основе тех же принципов, что задействованы головным мозгом человека. Основой для этого является рассмотрение естественного языка как надличностной информационной структуры, которая во многом определяет характер интеллекта индивида. Предложено универсальное средство агглебраизации произвольных многозначных логик, множество элементов которых может быть поставлено в соответствие определенному полю Галуа. Таким средством является аналог полинома Жегалкина, справедливый для произвольной многозначной логики, обладающей указанным свойством (сам полином Жегалкина относится только к случаю двоичной логики). Рассмотрен конкретный пример, доказывающий конструктивность предложенного подхода, получены конкретные логические выражения, отвечающие работе троичного сумматора, использующего поле Галуа, содержащее три элемента.*

***Ключевые слова**: боевые нейронные сети, искусственный интеллект, естественный язык, алгебраизация, полином Жегалкина, поля Галуа.*

Тезис о постиндустриальной войне как о «войне стоимостей» уже не нуждается в развернутых доказательствах. Ориентация на максимальную роботизацию боевых

* E-mail корреспондирующего автора: Lizavita@list.ru

действий выводит на первый план экономические возможности противоборствующих сторон, в том числе связанные с затратами на разработку перспективных систем вооружений [1], что в том числе относится к разработкам систем управления боевыми роботизированными системами различного назначения, которые по целому ряду причин (включая фактор радиоэлектронной борьбы, РЭБ) становятся все более автономными [2,3].

Из тезиса о постиндустриальной войне как о войне стоимостей с непреложностью вытекает также резкое повышение роли систем искусственного интеллекта (СИИ) оборонного назначения. Направлений дальнейшего развития СИИ в настоящее время существует достаточно много [4], но есть все основания полагать, что определяющее значение приобретает совершенствование аппарата многозначной логик как основа для форсированного совершенствования СИИ, философская основа для чего заложена в [5,6].

Совершенствование СИИ неизбежно приведет к качественным трансформациям в разработке физических компонент боевых систем. Показать это удобнее всего на примере использования боевых нейронных сетей (БНС), предназначенных для проведения контртеррористических операций и операций против любых подразделений противника, вооруженным легким стрелковым оружием и обладающих ограниченным боезапасом (диверсионные подразделения и т.д.).

Соответствующая БНС представляет собой совокупность большого числа физически не связанных между собой компонент, каждый из которых играет роль нейрона сети (или совокупности нейронов). Автономный режим функционирования такой БНС достигается именно за счет использования способности нейросети распознавать образы (например, идентифицировать цели), обеспечивать выработку локальных команд и т.п. Очевидно, что физическими компонентами БНС могут служить беспилотные летательные аппараты (БПЛА), однако существующая тенденция на их групповое использование ожидаемо приведет к резкому снижению требований к их тактико-техническим характеристикам (ТТХ), вплоть до качественных изменений в конструкции.

Одним из примеров альтернативного решения является реактивный осколочный боеприпас [7], обладающий низкой скоростью перемещения в воздухе и весьма ограниченными возможностями для маневра. Однако по сравнению с БПЛА существующих типов он обладает выраженным преимуществом – низкой стоимостью, сопоставимой со стоимостью традиционных осколочных боеприпасов (Ф-1 и т.д.). Более того, в БНС, построенных на основе таких боеприпасов, наряду с элементами, несущими боевую часть, могут быть включены муляжи или элементы, обеспечивающие только распределенную телеметрию.

При условии, что стоимость боеприпаса, необходимого для уничтожения элемента БНС, заметно превышает его собственную стоимость, применение БНС, построенной на основе элементов с низкими ТТХ, становится вполне оправданным. Такая БНС во многом работает на истощение боезапаса противника, а также на его демаскировку, облегчающую идентификации целей даже при использовании сравнительно простых нейросетевых алгоритмов, обеспечивающих распознавание, например, только вспышек выстрелов из легкого стрелкового оружия.

Рассмотренная БНС является одним из предельных случаев систем, ориентированных на использование тактики «осиного роя» [1], которая позволяет нивелировать любые попытки «оставить в строю технику индустриальной войны», например, попытки использования активной защиты танков и т.д. Низкая стоимость физических компонент БНС позволяет истощить такого рода защиту даже при ориентации на физические компоненты с максимально сниженными ТТХ.

Рассмотренный пример, во-первых, наглядно иллюстрирует тезис о постиндустриальной войне как о войне стоимостей, во-вторых, он показывает, что определяющее значение приобретает уже не столько разработка физических компонент БНС, но алгоритмы, заложенные в их функционирование, что возвращает к идеям, высказанным в [4].

В этой связи выраженное прикладное значение приобретает вопрос о связи между естественными языками как особой информационной сущностью и интеллектом как таковым. Как вытекает из материалов работ [8,9], известный тезис Умберто Эко «Это не мы разговариваем языком, это язык разговаривает нами» в настоящее время допускает последовательную естественнонаучную интерпретацию на основе теории нейронных сетей. Есть все больше оснований рассматривать естественный язык как базовую предпосылку для формирования и функционирования человеческого интеллекта [10] и, соответственно, развивать СИИ именно в этом направлении, то есть конструируя некий «язык СИИ», приближающийся по своим свойствам к естественным языкам, что, в свою очередь, заставляет обратить самое пристальное внимание на аппарат многозначных логик. Операции, осуществляемые интеллектом человека, намного богаче, нежели те, что выражаются логикой Аристотеля.

Разработка такого языка (или языков) позволит самым существенным образом модернизировать алгоритмическую основу СИИ, а в прикладном отношении – в перспективе приблизить язык команд, отдаваемых БНС, к языку команд, отдаваемых личному составу, что является более чем актуальным, в том числе, с точки зрения фактора РЭБ.

Это возвращает к вопросу об алгебраизации языковых форм который самым тесным образом связан с вопросом об алгебраизации многозначной логики.

Пояснить значимость алгебраизации можно с использованием следующей аналогии. Современный «цифровой мир» де-факто основывается на нескольких теоремах математической логики, одна из которых утверждает, что если имеются две логические операции, заданные на логических переменных, способных принимать значения «ИСТИНА» и «ЛОЖЬ», то любые другие операции могут быть к ним сведены. В частности, именно на этом результате базируется построение схем двоичных сумматоров, лежащих в основе всей современной вычислительной техники.

Аналогичный результат получен в данной работе для произвольной многозначной логики, переменные которой могут принимать значения, множество которых изоморфно некоторому полю Галуа. А именно, справедлива следующая теорема, которая может трактоваться как основная теорема алгебраической теории многозначной логики.

**Теорема.** Любая функция многозначной логики, множество значений переменных которой изоморфно некоторому полю Галуа, представима в виде аналога полинома Жегалкина, записываемому в следующем виде

$$S\left(\left\{x_j\right\}_{j=1}^{j=N}\right)=\sum_{\vec{k}} S\left(a_{\vec{k}}\right)\Pi_{i=1}^{i=M} f_{\left(\vec{k}\right)_i}(x_i) \quad (1)$$

где $N$ – число аргументов $x_j$ функции многозначной логики $S\left(\left\{x_j\right\}_{j=1}^{j=N}\right)$, $M$ – число возможных значений, которые принимают переменные многозначной логики, равное числу элементов соответствующего поля Галуа, $\vec{k}$ – мультииндекс, нумерующий возможные комбинации логических переменных, $S\left(a_{\vec{k}}\right)$ – значение, которое принимает функция $S$ при данной конкретной комбинации переменных многозначной логики, задаваемой мультииндексом $\vec{k}$, функции $f_j(x_i)$ определяются описываемым ниже образом.

В соответствии с общей теорией полей Галуа, все элементы произвольного поля Галуа являются корнями полинома

$$F(x)=x^M-x \quad (2)$$

где $M$ – число элементов поля.

В частности, справедливо соотношение

$$x^{M-1}-1=\Pi_{i=1}^{i=M-1}(x-a_i) \quad (3)$$

где $a_i$ – все элементы поля Галуа, отличные от нуля.

Функции $f_j(x_i)$ определены как

$$f_j(x_i)=\frac{x_i^M-x_i}{(x_i-a_j)\Pi_{i\neq j}(a_i-a_j)} \quad (4)$$

Индекс $\left(\vec{k}\right)_i$ в формуле (1) задает определенный конкретный нижний индекс в формуле (4), который отвечает проекции мультииндекса $\vec{k}$ на его компоненту, отвечающую номеру переменной $x_i$, фигурирующей в сомножителе произведения $\Pi_{i=1}^{i=M} f_{\left(\vec{k}\right)_i}(x_i)$ .

**Доказательство.** В соотношении (1) фигурируют значения функции $S$, принимаемые при комбинации переменных многозначной логики, задаваемой мультииндексом $\vec{k}$ . Фактически это – табулированные значения функции $S$, получаемые из тех или иных соображений (подчеркиваем, что в соответствии с базовыми подходоами многозначной логики, любые логические функции определяются через таблицы).

Функция (4) по построению принимает значение 1, если $i = j$ и значение 0, если $i \neq j$. Следовательно, при подстановке в формулу (1) определенной комбинации переменных в ноль обращаются все слагаемые, кроме того, мультииндекс $\vec{k}$ которого в точности соответствует данной комбинации переменных

$$\Pi_{i=1}^{i=M} f_{\left(\vec{k}\right)_i}(x_i)\Big|_{\{x_i\}\leftrightarrow a_{\vec{k}}}=\begin{cases}1,\left\{x_i\right\}\leftrightarrow a_{\vec{k}}\\ 0,\left\{x_i\right\}\leftrightarrow a_{\vec{k}}\end{cases} \quad (5)$$

Следовательно,

$$S\left(\left\{x_j\right\}_{j=1}^{j=N}\right)\Big|_{\left\{x_i\right\}\leftrightarrow a_{\tilde{k}}} = S(a_{\tilde{k}}) \tag{6}$$

Теорема доказана.

Проиллюстрируем возможности, даваемые доказанной нами теоремой на конкретном примере, отвечающем логическим операциям, выполняемым троичным сумматором, обеспечивающим сведение арифметических операций к логическим в смысле троичной логики, описанной в [11]. Можно видеть, что данный пример тесно перекликается с использованной выше аналогией, призванной пояснить необходимость дальнейшей алгебраизации операций многозначной логики.

Поле Галуа, использованное в [11], содержит три элемента GF(3) = {–1,0,1}. Данное поле позволяет проводить арифметические операции в троичной записи, которая связана с десятичным представлением числа следующим образом

$$b = n_k \cdot 3^k + n_{k-1} \cdot 3^{k-1} + ... + n_1 \cdot 3 + n_0 \tag{7}$$

где $b$ – число в десятичном представлении, $n_j$ – числа, отвечающие троичным разрядам, которые принимают значения $n_j$ = {–1,0,1}.

Будем использовать обозначение

$$-1 \rightarrow \tilde{1} \tag{8}$$

Тогда числа в используемом троичном представлении записываются как

$$b \leftrightarrow n_k n_{k-1} ... n_1 n_0 \tag{9}$$

где $n_j = \{\tilde{1}, 0, 1\}$

Можно построить следующие таблицы, отвечающие операции переноса разряда при реализации троичного сумматора, использующего вариант троичной логики, предложенный в [11].

***Таблица 1*** – Значения логической функции, отвечающей операции переноса разряда при троичном суммировании

| $F(-1, y, z)$ | $y = -1$ | $y = 0$ | $y = 1$ |
|---|---|---|---|
| z = –1 | –1 | –1 | 0 |
| z = 0 | –1 | 0 | 0 |
| z = 1 | 0 | 0 | 0 |

| $F(0, y, z)$ | $y = -1$ | $y = 0$ | $y = 1$ |
|---|---|---|---|
| z = –1 | –1 | 0 | 0 |
| z = 0 | 0 | 0 | 0 |
| z = 1 | 0 | 0 | 1 |

| $F(1, y, z)$ | $y = -1$ | $y = 0$ | $y = 1$ |
|---|---|---|---|
| z = –1 | 0 | 0 | 0 |
| z = 0 | 0 | 0 | 1 |
| z = 1 | 0 | 1 | 1 |

Покажем, что для данной операции можно указать аналог полинома Жегалкина, построенный в соответствии с доказанной выше теоремой.

На ее основании можно сформировать полином следующего вида.

$$F(x, y, z) = \sum_{i,j,k=1}^{3} A_{ijk} W_i(x) W_j(y) W_k(z) \tag{10}$$

Каждое слагаемое этого полинома представляет собой с собой произведение трех функций $W_i$, каждая из которых зависит от своего аргумента, взятое с постоянным сомножителем $A_{ijk}$. По доказанной выше теореме, данные функции можно выбрать в виде

$$W_1(x) = -(x - a_2)(x - a_3) = -x(x - 1) \tag{11}$$

$$W_2(x) = -(x - a_1)(x - a_3) = -(x^2 - 1) \tag{12}$$

$$W_3(x) = -(x - a_2)(x - a_1) = -x(x + 1), \tag{13}$$

где введены следующие обозначения для элементов рассматриваемого поля.

$$a_1 = -1;\ a_2 = 0;\ a_3 = 1 \tag{14}$$

Легко заметить, что для данных функций выполняется соотношение, которое вытекает и из доказанной выше теоремы

$$W_j(a_i) = \delta_{ij} = \begin{cases} 1, i = j \\ 0, i \neq j \end{cases} \tag{15}$$

Это соотношение говорит о том, что функция $W_i(x)$ с определенным индексом $i$ принимает единичное значение только тогда, когда её аргументом является элемент поля с тем же самым индексом $i$.

Если же индексы равны, то прямой подсчет показывает, что значение рассматриваемых функций при совпадающих значках действительно в точности равно единице. Имеем:

$$W_1(a_1) = -(-1 - 0)(-1 - 1) = 1 \tag{16}$$

$$W_2(a_2) = -(0 + 1)(0 - 1) = 1 \tag{17}$$

$$W_3(a_3) = -(1 - 0)(1 + 1) = -1 \cdot (-1) = 1 \tag{18}$$

Следовательно, если в полином (10) подставить конкретные значения трёх аргументов (использована индексация с нулевыми значками) то легко убедиться, что в данном случае ненулевым окажется только одно слагаемое из всех 27.

$$F(a_{i_0}, a_{j_0}, a_{k_0}) = \sum_{i,j,k=1}^{3} A_{ijk} \delta_{ii_0} \delta_{ij} \delta_{kk_0} = A_{i_0 j_0 k_0} \tag{19}$$

Отыщем конкретный вид аналога полинома Жегалкина для случая, когда рассматриваемая функция описывает перенос разряда в троичном сумматоре. Для этой цели воспользуемся представленными выше Таблицами 1. Имеем:

$$\begin{aligned} F(x,y,z) &= -W_1(x)W_1(y)W_1(z) - W_1(x)W_1(y)W_2(z) - \\ &-W_1(x)W_2(y)W_1(z) - W_2(x)W_1(y)W_1(z) + W_2(x)W_3(y)W_3(z) + \\ &+W_3(x)W_2(y)W_3(z) + W_3(x)W_3(y)W_2(z) + W_3(x)W_3(y)W_3(z) \end{aligned} \tag{20}$$

Для того, чтобы привести данный полином к обозримому виду, используем следующие тождества.

$$-(y-1)(z-1)-(y+1)(z+1) = -yz - yz - 1 - 1 = yz + 1 \tag{21}$$

$$(y-1)(z-1)-(y+1)(z+1) = -y - z - y - z = y + z \tag{22}$$

$$q + q + q = 0 \tag{23}$$

В итоге получаем, что искомое выражение для функции троичной логики, описывающей перенос разряда при троичном суммировании, описывается следующей функцией трех троичных переменных.

$$F(x,y,z) = xyz - (xy + xz + yz)(x + y + z) \tag{36}$$

Таким образом, предложенный аналог полинома Жегалкина действительно позволяет получить явный вид функции, которая изначально задается в виде таблицы. В частности, предложенный полином позволяет получить явную логическую функцию, которая описывает операцию переноса разряда при осуществлении троичного суммирования.

Таким образом, в данной работе предложен инструмент, позволяющий свести любые операции, осуществляемые в рамках любой из многозначных логик, к алгебраическим. Это создает основу для алгебраизации языковых форм, а далее – для совершенствования систем искусственного интеллекта, использующих многозначную логику, прикладное значение которых, в том числе связано с созданием боевых нейронных сетей.

**ЛИТЕРАТУРА**

1 Мун Г.А., Витулёва Е.С., Байпакбаева С.Т., Кабдушев Ш.Б., Сулейменов И.Э. Проблематика постиндустриальной войны и деловые образовательные экосистемы // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. – 2020. – N 4 (78). – С. 88-93.

2 Copeland D., Reynoldson L. How to avoid 'summoning the demon': The legal review of weapons with artificial intelligence. Pandora's Box. – 2017. – P. 97.

3 Verdiesen I. How do we ensure that we remain in control of our autonomous weapons? AI Matters. – 2017. – 3(3). – P. 47-55.

4 Kalimoldayev, M. N., Pak, I. T., Baipakbayeva, S. T., Mun, G. A., Shaltykova, D. B., & Suleimenov, I. E. (2018). Methodological basis for the development strategy of artificial intelligence systems in the Republic of Kazakhstan in the message of the president of the Republic of Kazakhstan dated October 5, News of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan-series of geology and technical sciences. – 2018. – № 6. – P. 47-54.

5 Vitulyova Y.S., Bakirov A.S., Baipakbayeva S.T., Suleimenov I.E. Interpretation of the category of complex in terms of dialectical positivism // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – № 946(1). – P. 012004.

6 Suleimenov, I. E., Vitulyova, Y. S., Bakirov, A. S., & Gabrielyan, O. A. Artificial Intelligence: What is it? Proceedings of the 2020 6th International Conference on Computer and Technology Applications. – 2020. – P. 22–25. https://doi.org/10.1145/3397125.3397141

7 Патент на полезную модель Радиоуправляемая осколочная граната № 5775

8 Коньшин С.В., Витулёва Е.С., Сулейменов И.Э. Коммуникации в обществе: взгляд с позиций теории нейронных сетей // Вестник Гуманитарного факультета Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. профессора МА Бонч-Бруевича, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. МА Бонч-Бруевича». – 2019. – №11. – С. 38-44.

9 Сулейменов И.Э., Витулёва Е.С., Коньшин С.В. Код и знаковые системы с точки зрения диалектики информации // Вестник Гуманитарного факультета Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. профессора МА Бонч-Бруевича, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. МА Бонч-Бруевича». – 2019. – №11. – С. 99-104.

10 Искусственный интеллект, учение о ноосфере и путь к бессмертию / Калимолдаев М.Н., Мун Г.А., Пак И.Т., Витулёва Е.С., Матрасулова Д.К., Сулейменов И.Э., – Алматы: ТОО «Полиграфкомбинат, 2019. – 273 с.

11 Moldakhan I., Shaltikova D. B., Egemberdyeva Z. M., Suleimenov I. E. Application of ternary logic for digital signal processing. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 20250 – Vol. 946, № 1. – P. 012002.

## REFERENCES

1 Mun G.A., Vitulyova E.S., Bajpakbaeva S.T., Kabdushev SH.B., Sulejmenov I.E. Problematika postindustrial'noj vojny i delovye obrazovatel'nye ekosistemy // Vestnik Nacional'noj inzhenernoj akademii Respubliki Kazahstan. – 2020. – N 4 (78). – S. 88-93.

2 Copeland D., Reynoldson L. How to avoid 'summoning the demon': The legal review of weapons with artificial intelligence. Pandora's Box. – 2017. – P. 97.

3 Verdiesen I. How do we ensure that we remain in control of our autonomous weapons? AI Matters. – 2017. – 3(3). – P. 47-55.

4 Kalimoldayev, M. N., Pak, I. T., Baipakbayeva, S. T., Mun, G. A., Shaltykova, D. B., & Suleimenov, I. E. (2018). Methodological basis for the development strategy of artificial intelligence systems in the Republic of Kazakhstan in the message of the president of the Republic of Kazakhstan dated October 5, News of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan-series of geology and technical sciences. – 2018. – № 6. – P. 47-54.

5 Vitulyova Y.S., Bakirov A.S., Baipakbayeva S.T., Suleimenov I.E. Interpretation of the category of complex in terms of dialectical positivism // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – № 946(1). – P. 012004.

6 Suleimenov, I. E., Vitulyova, Y. S., Bakirov, A. S., & Gabrielyan, O. A. Artificial Intelligence: What is it? Proceedings of the 2020 6th International Conference on Computer and Technology Applications. – 2020. – P. 22–25. https://doi.org/10.1145/3397125.3397141

7 Patent na poleznuyu model' Radioupravlyaemaya oskolochnaya granata № 5775

8 Kon'shin S.V., Vitulyova E.S., Sulejmenov I.E. Kommunikacii v obshchestve: vzglyad s pozicij teorii nejronnyh setej // Vestnik Gumanitarnogo fakul'teta Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo

universiteta telekommunikacij im. professora MA Bonch-Bruevicha, Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe byudzhetnoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj universitet telekommunikacij im. prof. MA Bonch-Bruevicha». – 2019. – №11. – S. 38-44.

9 Sulejmenov I.E., Vitulyova E.S., Kon'shin S.V. Kod i znakovye sistemy s tochki zreniya dialektiki informacii // Vestnik Gumanitarnogo fakul'teta Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta telekommunikacij im. professora MA Bonch-Bruevicha, Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe byudzhetnoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj universitet telekommunikacij im. prof. MA Bonch-Bruevicha». – 2019. – №11. – S. 99-104.

10 Iskusstvennyj intellekt, uchenie o noosfere i put' k bessmertiyu / Kalimoldaev M.N., Mun G.A., Pak I.T., Vitulyova E.S., Matrasulova D.K., Sulejmenov I.E., – Almaty: TOO «Poligrafkombinat, 2019. – 273 s.

11 Moldakhan I., Shaltikova D. B., Egemberdyeva Z. M., Suleimenov I. E. Application of ternary logic for digital signal processing. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 20250 – Vol. 946, № 1. – P. 012002.

***Г. А. МУН[1,2], Е. С. ВИТУЛЁВА[3], С. В. КОНЬШИН[3], И. Э. СУЛЕЙМЕНОВ[4]***

*[1]Қазақстан Республикасының Ұлттық Инженерлік академиясы, Алматы, Қазақстан*
*[2]әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университетінің, Алматы, Қазақстан*
*[3]Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан*
*[4]В.И. Вернадский атындағы Қырым федералды университеті, Симферополь, Ресей*

## ЖАРТЫНА АВТОНОМИЯЛЫ ЖАРЫСТЫҚ НЕЙРЛІК ЖЕЛІЛЕРДІҢ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУІНІҢ АЛГОРИТМИЯЛЫҚ НЕГІЗІ: ТІЛДІК ФОРМАЛАРДЫ АЛГЕБРАИЗАЦИЯЛАУ

*Қару-жарақ пен әскери техниканы дамытудың заманауи тенденциялары жасанды интеллект жүйелерін жетілдіру мәселесін, атап айтқанда, олардың адам интеллектімен бірте-бірте жақындасуын талап ететіні көрсетілген. Бұл өз кезегінде жасанды интеллект жүйелерінің алгоритмдік негізін, оның ішінде көп мәнді логикаға көшу арқылы жетілдіруді талап ететіні көрсетілген. Табиғи тілдің алгебрасы мен жауынгерлік нейрондық желілер тілін құру арасында тығыз байланыс орнатылды - ақпарат өңдеу адам миына қатысатын бірдей принциптер негізінде жүзеге асырылатын таратылған жүйелер. Мұның негізі табиғи тілді жеке тұлғаның интеллектінің сипатын айқындайтын трансперсоналды ақпараттық құрылым ретінде қарастыру болып табылады. Еркін көп мәнді логикаларды аглебризациялаудың әмбебап құралы ұсынылған, оның элементтерінің жиынтығы белгілі бір Галуа өрісіне сәйкес келуі мүмкін. Мұндай құрал Жегалкин полиномының аналогы болып табылады, ол көрсетілген қасиетке ие еркіті көпмәнді логика үшін жарамды (Жегалкин көпмүшесінің өзі тек екілік логика жағдайына қатысты). Ұсынылған тәсілдің конструктивтілігін дәлелдейтін нақты мысал қарастырылады, құрамында үш элементі бар Галуа өрісін пайдаланатын үштік қосылғыштың жұмысына сәйкес келетін нақты логикалық өрнектер алынады.*

***Түйін сөздер**: жауынгерлік нейрондық желілер, жасанды интеллект, табиғи тіл, алгебралау, Жегалкин полиномы, Галуа өрістері.*

*G. A. MUN[1,2], Y. S. VITULYOVA[3], S. V. KONSHIN[3], I. E. SULEIMENOV[4]*

*[1]National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan*
*[2]Kazakh national university named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan*
*[3]Almaty university of power engineering and telecommunications named after Gumarbek Daukeyev, Almaty, Kazakhstan*
*[4]V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia*

## ALGORITHMIC BASIS FOR THE FUNCTIONING OF PRIVATE AUTONOMOUS COMBAT NEURAL NETWORKS: ALGEBRAIZATION OF LANGUAGE FORMS

*It is shown that the modern development of weapons and military equipment will trigger the issue of improving artificial intelligence systems, in particular, their gradual convergence with human intelligence. It is shown that this requires the discovery of the algorithmic basis of artificial intelligence systems, including on the basis of the transition to multivalued logics. A close relationship has been established between the algebraization of natural language and the creation of the language of combat neural networks - distributed systems in which processing is carried out based on the same operations that are involved in the human brain. The basis for this is the natural definition of language as a transpersonal structure, which largely determines the nature of human intelligence. A universal means of aggregating police multi-valued logics is provided, many elements can be placed at the disposal of General Galois. Thus, an analogue of the Zhegalkin polynomial is used, which is valid for achieving multi-valued logic with the use of properties (the Zhegalkin polynomial itself applies only to the case of binary logic). A selective case study that proves the constructiveness of the proposed application, a discoverable solution that tests the operation of a ternary adder using a Galois field containing three elements.*

***Keywords**: combat neural networks, artificial intelligence, natural language, algebraization, Zhegalkin polynomial, Galois fields.*