

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2021 Issue: 05 Volume: 97

Published: 30.05.2021 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



S. U. Zhanatauov

Noncommercial joint-stock company «Kazakh national agrarian university»
Academician of International Academy of Theoretical and Applied Sciences (USA),
Professor, Candidate of physics and mathematical sciences,
Department «Information technologies and automatization», Kazakhstan
sapagtu@mail.ru

COGNITIVE COMPUTING: MODELS, CALCULATIONS, APPLICATIONS, RESULTS

Abstract: The article presents new non-traditional models, problems, algorithms, programs, calculations, applications, and the results of cognitive computing.

Key words: cognitive computing, algorithms, programs.

Language: Russian

Citation: Zhanatauov, S. U. (2021). Cognitive computing: models, calculations, applications, results. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 05 (97), 594-610.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-05-97-91> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2021.05.97.91>

Scopus ASCC: 2604.

КОГНИТИВНЫЙ КОМПЬЮТИНГ: МОДЕЛИ, ВЫЧИСЛЕНИЯ, ПРИЛОЖЕНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ

Аннотация: В статье представлены новые нетрадиционные модели, задачи, алгоритмы, программы, вычисления, приложения, результаты когнитивного (познающего) компьютеринга

Ключевые слова: когнитивный компьютеринг, алгоритмы, программы.

Введение

«Человечество переживает наступление эры когнитивного, то есть разумного компьютеринга или компьютеринга со способностью к мышлению. Как появился термин Cognitive Computing и что за ним скрывается? Чего и когда ждать от разумных машин? Ответы на эти вопросы дает материал журналиста Леонида Черняка, подготовленный специально для TAdviser.»¹. «Что касается слова computing, то оно является синонимом counting или calculating, переводимых как «вычисления». Но под давлением обстоятельств это слово приобрело иной смысл, вобрав в себя разнообразные операции по использованию компьютеров, электронные процессы, происходящие внутри них (аппаратное обеспечение), управление ими (программное

обеспечение) и концептуальные основы (computer science, компьютерные науки). То есть компьютеринг стал частью багажа цивилизации.»¹.

Когнитивный (познающий) компьютеринг совершенствует (обновляет) процесс принятия решений при помощи искусственного интеллекта. К этому направлению исследований относят всё, что так или иначе связано с моделированием мозговых процессов, информационных процессов ИИ, системы с обучением, майнинг данных, извлечение цифровых знаний из числовых реальных данных, измерение неизмеримых показателей проявлений предпочтений, эмоций, чувств, проявлений поведенческих реакций индивидов (при разных видах деятельности: учеба, работа, покупка, продажа) и многое другое. «Когнитивные возможности, включая машинное

¹ <https://www.tadviser.ru/index.php/> Статья: Когнитивный компьютеринг

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

обучение, обработку естественного языка и многие другие виды когнитивных технологий, предлагают современный альтернативный вариант аналитики, применяемый к большим объемам данных для выявления индикаторов известных и неизвестных рисков»² Под словами «многие другие виды когнитивных технологий» в данной статье извлечение цифровых знаний из числовых реальных структурированных данных, измерение (моделирование значений) неизмеряемых показателей (проявлений предпочтений, эмоций, чувств, проявлений поведенческих реакций индивидов (при разных видах деятельности: учеба, работа, покупка, продажа)) и ... многое другое [8-22] (смотрите ниже).

Наши представленные в обзоре модели, задачи, алгоритмы, программы, вычисления, приложения, результаты несколько сближает функции интеллектуального и цифрового мозга³. Эти исследования относятся к выше перечисленным направлениям когнитивного (познающего) компьютеринга и дополняют их.

История и предпосылки появления когнитивного компьютеринга «в железе» изложены в статье¹. Мы излагаем математическое и программное обеспечение когнитивного компьютеринга: математические и когнитивные модели и связанные с ними оптимизационные, прямые, обратные, традиционные и новые смысловые задачи когнитивного моделирования, алгоритмы, программы, вычислительные эксперименты с реальными, модельными многомерными структурированными данными и – самое главное : приложения, результаты.

Математические модели для когнитивных моделей

Разработка математической модели предшествует разработке когнитивной модели. Математическая модель - математическое представление реальности, один из вариантов модели, как системы, исследование которой позволяет получать информацию о некоторой другой системе, ранее не проявлявшей себя.

Математическое моделирование и связанный с ним компьютерный эксперимент незаменимы в тех случаях, когда натурный эксперимент невозможен.

Когнитивное моделирование отличается от нейронного моделирования. Работают не человеческие живые нейроны, а математические модели.

Математические модели для когнитивного моделей имеют в качестве входных, выходных объектов многомерные объекты – матрицы $Z, R_{nn}, C_{nn}, \Lambda_{nn}, Y_{mn}, U_{mn}, V_{mn}$ Кратко перечислим математические модели для когнитивных моделей, их входные, выходные многомерные объекты – матрицы.

Исходным данными являются многомерные данные – измеренные данные измеренных значений многих признаков (свойств, имеющих свои единицы измерения) или данные, полученные в результате «игры над моделью во времени» (модельные). На вход такой модели «когнитива» подается один или несколько числовых объектов. Вводный объект в модели (introductory object, IO) – объект (число, вектор, матрица), являющийся исходной математической величиной (скалярной или многомерной) для решаемой в модели задачи, имеющей существенное значение для рассматриваемой предметной области. Вводный объект является параметром математической модели моделирования цифровых многомерных данных, относящихся к предметной области.

На выходе после преобразований, сложной многоуровневой «переработки», человеко-машинного анализа образуется «цифровое знание» в виде сложносоциальных, сложноподчиненных предложения, с ключевыми словами из имен-смыслов z-переменных (или когнитивно определяемое смысловым именем z-переменной) и\или соответствующей валидной переменной. Валидное измерение - такое измерение, которое измеряет то, что оно должно измерять (эта узкая трактовка «валидности» является наиболее популярной, по факту она соответствует понятию «конструктивная валидность»). То есть, к примеру, при валидном измерении интеллекта измеряется именно проявление интеллекта, а не что-то другое. Более прикладное определение понятия «валидность» — мера соответствия методик и результатов исследования поставленным задачам.

Если выделены по критерию Джоллиффа (или по другому критерию) несколько валидных переменных, то рассматривается система многомерных уравнений смыслов изменчивостей n переменных [1,2] для каждого функционального равенства (для одной валидной переменной: u - или v - или w -переменной) [3,4]. При наличии ℓ доминирующих собственных чисел рассматриваем ℓ функциональных равенств и имеем систему из ℓ многомерных уравнений смыслов изменчивостей переменных (смысловых

² (<https://www2.deloitte.com/ru/ru/pages/risk/articles/cognitive-computing.html>).

³ (<http://innotechnews.com/innovations/1072-propast-mezhdu-biologicheskim-i-tsifrovym-mozgom-suzhaetsya>)

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

многомерных уравнений) [1]. Для смысловых многомерных уравнений [1-3] должны быть известны постоянные коэффициенты с при переменных ℓ смысловых многомерных уравнений, образующих одну систему смысловых многомерных уравнений.

Для системы смысловых многомерных уравнений решается Смысловая Прямая задача (СПЗ [5,6]), для которой вычисляются или конструируются постоянные коэффициенты в виде матриц собственных векторов. Это – информация, формируемая (вычисляемая с высокой степенью точности).

Пять матриц собственных векторов $C_{77}^{(1)}$ [1] (Таблица 1), $C_{7,7}^{(2)}$ [8] (Таблица 2 [8]), $C_{99}^{(3)}$ [9] (Таблица 3 [9]), $C_{55}^{(4)}$ (Таблица 4 [10]), $C_{66}^{(5)}$ (Таблица 5 [11]) вычисляются после решения ПСЗ-прямой спектральной задачи: $R_{nn} \Rightarrow (C_{nn}, \Lambda_{nn})$, $RC = CA$. При решении ПСЗ происходит диагонализация известной выборочной корреляционной матрицы $R_{nn} = R_{nn}^T$, для симметрической матрицы $R = R^T$, в результате решения ПСЗ вычисляются 2 матрицы: ортонормированная матрица C_{nn} собственных векторов $c_j = (c_{1j}, c_{2j}, \dots, c_{nj})^T$, расположенных по столбцам матрицы $C_{nn} = [c_1 | c_2 | \dots | c_n]$, согласованной со своим спектром $\Lambda_{nn} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_n)$ таким образом, что $RC = CA$, $C^T C = CC^T = I_{nn}$, $\text{diag}(R_{nn}) = (1, \dots, 1)$, $\text{tr}(R_{nn}) = 1 + 1 + \dots + 1 = n$, $\text{tr}(\Lambda_{nn}) = \lambda_1 + \dots + \lambda_n = n$, $\lambda_1 \geq \dots \geq \lambda_n \geq 0$ [6].

Несо согласованная со своим спектром $\Lambda_{nn} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_n)$ матрица C_{nn} собственных векторов рассматривается в ОМ АОИКП [4].

Наличие согласованной или несо согласованной со своим спектром матрицы: ортонормированная матрица C_{nn} собственных векторов является важнейшим условием многих решенных задач, апробированных когнитивных моделей 2-х типов. В когнитивных моделях элементы матрицы C_{nn} по-разному интерпретируются [3,12] и применяются как при математическом, так и при когнитивном моделировании.

Для математической модели диагонализации существует обратная модель симметризации симметризации известной диагональной матрицы Λ_{nn} [13], в результате имеем корреляционную матрицу $R_{nn} = R_{nn}^T$, ОСЗ [13] - обратная спектральная задача - обратная к ПСЗ [6] задача симметризации известной диагональной матрицы Λ_{nn} , со свойствами из ПСЗ, в результате решения которой вычисляются 2 матрицы [13]: ортогональная C_{nn} и симметрическая R_{nn} . В специальной литературе встречается термин «однородная спектральная задача» - иное традиционное название для ПСЗ.

Матрица C_{nn} собственных векторов позволяет удвоить число n анализируемых переменных: к n z -переменным добавляются еще n u -переменных: $Y_{mn} = Z_{mn} C_{nn}$. Эти новые u -переменные обладают

новыми им присущими свойствами, могут выступать в роли валидных переменных [14]. Их принято называть - главные компоненты (principal components) или смысловые переменные. Система линейных ортогональных комбинаций стандартизованных z -переменных, которая характеризуется тем, что дисперсии этих комбинаций имеют экстремальные значения, равные собственным числам $\{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n\}$ корреляционной матрицы R_{nn} , где k - ранг матрицы R_{nn} , $1 \leq k \leq n$, $\Lambda_{nn} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_k, 0, \dots, 0)$, $\text{tr}(\Lambda_{nn}) = \lambda_1 + \dots + \lambda_n = n$ - спектр матрицы R_{nn} .

Некоррелированные u -переменные - данные, объединенные в матрицу $Y_{mn} = Z_{mn} C_{nn}$, в которой элементы j -го столбца $y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{mj}$ (j -ая u -переменная, $j = 1, \dots, n$) имеют среднее арифметическое равно нулю: $(1/m)(y_{1j} + y_{2j} + \dots + y_{mj}) = 0$, и дисперсию равную λ_j : $(1/m)(y_{1j}^2 + y_{2j}^2 + \dots + y_{mj}^2) = \lambda_j$, при этом сумма дисперсий равна n : $\lambda_1 + \dots + \lambda_n = n$. Матрица $Y_{mn} = Z_{mn} C_{nn}$, интерпретируется как многомерная выборка, является решением ПЗ АГК [6].

Стандартизованные коррелированные z -переменные - данные, объединенные в матрицу Z_{mn} , в которой элементы j -го столбца $z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{mj}$ (j -ая переменная, $j = 1, \dots, n$) имеют среднее арифметическое равно нулю: $(1/m)(z_{1j} + z_{2j} + \dots + z_{mj}) = 0$, и дисперсию равную 1: $(1/m)(z_{1j}^2 + z_{2j}^2 + \dots + z_{mj}^2) = 1$, сумма дисперсий равна n . Матрица Z_{mn} интерпретируется как многомерная выборка, является ассоциированным решением ОЗ АГК [6].

Кратко перечислим математические модели для когнитивного моделей, их входные, выходные многомерные объекты - матрицы.

ПМ АГК - прямая модель анализа главных компонент [6], поучаемая при решении ПЗ АГК, изображается $Z \Rightarrow (R, C, \Lambda, Y)$, где 2 выборкам Z_{mn} и Y_{mn} соответствуют 3 матрицы парных корреляций (ковариаций): симметрическая R_{nn} - между парами z -переменных, диагональная Λ_{nn} - между парами u -переменных, C_{nn} - между парами переменных (z, y) . Фиксируется

последовательность вычислений матриц, в ПМ ГК: $Z \rightarrow R \rightarrow C, \Lambda \rightarrow Y$. Здесь матрицы C, Λ вычисляются одновременно при решении ПСЗ.

ОМ АГК - обратная модель главных компонент [6]. Соотношения из ОМ ГК, получаются при решении ОЗ АГК. Схематическое изображение ОМГК: $\Lambda \Rightarrow (C, R, Y, Z)$, где Y_{mn} является решением ОЗ АГК, матрица Z_{mn} - ассоциированным решением ОЗ АГК. Фиксируется последовательность их - матриц, вычислений в ОМ ГК: $\Lambda \rightarrow C, R \rightarrow Y \rightarrow Z$. Здесь моделируется матрица C , потом вычисляются матрица $R = CA C^T$.

ПМ АКП - прямая модель анализа канонических переменных, поучаемая при решении ПЗ АГК, изображается $Z_{mn} = [Z_{mq} | Z_{mp}] \Rightarrow (R_{nn}, A_{qp}, B_{pp}, \Lambda, U_{mp}, V_{mp})$, где 2

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
 ISI (Dubai, UAE) = 1.582
 GIF (Australia) = 0.564
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
 ПИИЦ (Russia) = 0.126
 ESJI (KZ) = 9.035
 SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
 PIF (India) = 1.940
 IBI (India) = 4.260
 OAJI (USA) = 0.350

выборкам $Z_{mq} | Z_{mp}$ соответствуют 3 матрицы парных корреляций (ковариаций): симметрическая R_{nn} – между парами z -переменных, диагональная Λ_{nn} – между парами v -переменных, C_{nn} – между парами переменных (z, y) .

ПМ АИП – прямая модель анализа избыточных переменных: $(\Lambda_{pp}^{(1)}, \Lambda_{pp}^{(2)}, \Lambda_{pp} \Rightarrow (A_{qp}^+, B_{pp}^+, V_{mp}^*, U_{mp}^*, Z_{mn} = [Z_{mq} | Z_{mp}],)$. Вычисляемые матрицы V_{mp}^*, U_{mp}^* , где u^* – переменная–переменная (избыточная, redundance), обозначается буквой u^* и имеет различные значения: u_{1}^*, \dots, u_{m}^* . Если u -переменная имеет номер j и имеет m значений, то значения j -ой u^* -переменной обозначают так: $u_{1j}^*, \dots, u_{mj}^*$, они –элементы матрицы U_{mq}^* m -на- q -матрицы обозначаются : u_{ij}^* , i –номер строки, j – номер столбца матрицы U_{mq}^* .

v^* -переменная–переменная (избыточная, redundance), обозначается буквой v и имеет различные значения: v_{1}^*, \dots, v_{m}^* . Если v^* -переменная имеет номер j и имеет m значений, то значения j -ой v^* -переменной обозначают так: $v_{1j}^*, \dots, v_{mj}^*$, они –элементы матрицы V_{mp}^* m -на- p -матрицы обозначаются: v_{ij}^* , i –номер строки, j – номер столбца матрицы V_{mp}^* .

ОМ АИКП-обратная модель Анализа Избыточно-Канонических Переменных [4].
 Схема: ОМАИКП:
 $(\Lambda_{pp}^{(1)}, \Lambda_{pp}^{(2)}, \Lambda_{pp} \Rightarrow (A_{qp}^+, B_{pp}^+, V_{mp}, U_{mp}, Z_{mn} = [Z_{mq} | Z_{mp}])$.

Избыточно-каноническая переменная (redundance-canonical) –это переменная, полученная в результате двойного преобразования z -переменной. Сперва z -переменная преобразуется в каноническую u -переменную. Затем полученная новая переменная преобразуется в избыточную переменную.

Применяются в математических моделях ПМ АГК, ОМ АГК, ОМ АМЛР [15,16], ОМ АИКП [4] .

С применением соотношений из ПМ АГК, ОМ АГК, ОМ АМЛР, ОМ АИКП, равенств для собственных векторов или псевдособственных векторов, равенств из теоремы [7] разработаны математические модели для излагаемых ниже когнитивных моделей когнитивного компьютеринга. В перечисленных основных математических моделях решаются следующие матричные задачи-подмодели.

ПСЗ-прямая спектральная задача $RC=CA$ – прямая задача диагонализации известной выборочной корреляционной матрицы $R_{nn}=R_{nn}^T$, решаемая для симметрической матрицы $R=R^T$, в результате решения которой (ПСЗ) вычисляются 2 матрицы: ортонормированная матрица C_{nn} собственных векторов $c_j = (c_{1j}, c_{2j}, \dots, c_{nj})^T$, расположенных по столбцам матрицы $C_{nn}=[c_1|c_2|\dots|c_n]$, согласованной со своим спектром $\Lambda_{nn}=diag(\lambda_1, \dots, \lambda_n)$ таким образом, что $RC=CA$,

$$C^T C = C C^T = I_{nn}, \text{diag}(R_{nn}) = (1, \dots, 1),$$

$$\text{tr}(R_{nn}) = 1 + 1 + \dots + 1 = \text{tr}(\Lambda_{nn}) = \lambda_1 + \dots + \lambda_n = n, \lambda_1 \geq \dots \geq \lambda_n \geq 0.$$

Несогласованная со своим спектром $\Lambda_{nn}=diag(\lambda_1, \dots, \lambda_n)$ матрица C_{nn} собственных векторов рассматривается в ОМ АОИКП.

ОСЗ – обратная спектральная задача – обратная к ПСЗ задача симметризации известной диагональной матрицы Λ_{nn} , со свойствами из ПСЗ, в результате решения которой вычисляются 2 матрицы: ортогональная C_{nn} и симметрическая R_{nn} со свойствами из ПСЗ. В специальной литературе встречается термин «однородная спектральная задача» – иное традиционное название для ПСЗ.

В ПЗ АГК используется факт неизменности значений элементов $\lambda_1, \dots, \lambda_n$, т е постоянство длин полуосей гиперэллипсоида. В прикладных исследованиях генерируются внутри него модельные n -мерные точки координатной системы u -переменных при любых ℓ -отклонениях в координатной системе z -переменных, преобразуемой ортогональным преобразованием $C_{nn}^{(\ell)}$ в другую координатную систему u -переменных.

Едиственное решение Y_{mn} ПЗ АГК является одним из бесконечного множества решений ОЗ АГК [6,стр.110-112] согласно теореме 2.2 [6,стр.110-112]. Из теоремы 2.2 следует, что одни и те же содержательные выводы (цифровые знания) формулируются из анализа рассматриваемой реальной (C, Λ) -выборки или других модельных Λ -выборок ОМ ГК, являющихся ассоции рованными решениями ОЗ АГК [6]. ПЗ АГК решена в [17], ОЗ АГК решена в [6], ОМ ГК и ее применения описаны в [2,3,8,12-17,20].

Ассоциированные решения $Z_{mn}^{(\ell)} = Y_{mn}^{(\ell)} C_{nn}^{T, \ell}$, т.е. (C, Λ) -выборки $Z_{mn}^{(\ell)}$, соответствующие решению Y_{mn} ОЗ АГК генерируются в ОМ ГК: $\Lambda_{nn} \Rightarrow (C_{nn}, R_{nn}, Y_{mn}^{(\ell)}, Z_{mn}^{(\ell)})$, $t=1, \dots, k_t$, модельно и гистограммно адекватные реальной выборке Z_{mn} , являющейся в рамках ОМ ГК также (C, Λ) -выборкой. Наличие модельной адекватности видно из трех свойств Λ -выборок, сформулированных в теореме о Λ -выборках ниже (при $n=2$) и в [2,3,8]-в теореме 2.1, для всех $n>2$. В трех свойствах Λ -выборок [6,18] изменение значения номера t (или номера ℓ или пары номеров (t, ℓ)) означает, что вариабельности подвергаются элементы матрицы $Y_{mn}^{(\ell)}$ (или пары матриц $R_{nn}^{(\ell)}$ и $C_{nn}^{(\ell)}$, или матрицы $Z_{mn}^{(t, \ell)}$) при постоянной матрице Λ_{nn} .

Вычисленные по известной корреляционной матрице R_{nn} ее собственные числа λ_j , $j=1, \dots, n$, зависят от величин всех коэффициентов корреляции (ПСЗ). В ОМ ГК входным объектом является спектр $\Lambda_{nn}=diag(\lambda_1, \dots, \lambda_n)$, $n>2$, вычисленный при решении ПСЗ $R_{nn} \Rightarrow (C_{nn}, \Lambda_{nn})$. Если нет реальных данных и нет корреляционной матрицы R_{nn} , то можно смоделировать модельный

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

спектр Λ_{nn} , (f_1, f_2, f_4) -адекватный “реальному” спектру: $(f_1, f_2, f_4) \Rightarrow \Lambda_{nn}$, такой что его f -пара метры f_1, f_2, f_4 равны заданным значениям, а остальные f -параметры произвольны, где: $f_1(\Lambda_{nn}) = \lambda_1 + \dots + \lambda_n = n$, $f_2(\Lambda_{nn}) = (\lambda_1^2 + \dots + \lambda_n^2)/n$, $f_3(\Lambda_{nn}) = \lambda_1/\lambda_n$, $f_4(\Lambda_{nn}) = (\lambda_1 + \dots + \lambda_n)/n < 1$, $f_5(\Lambda_{nn}) = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \times \dots \times \lambda_n$, $f_6(\Lambda_{nn}) = \lambda_1/\lambda_2 + \dots + \lambda_{n-1}/\lambda_n$. Так как $\text{tr}(R^T R) = \text{tr}(\Lambda^2)$, то соотношения между f -параметрами функционально зависят от элементов корреляционной матрицы R_{nn} [6, стр.37-46].

Свойства 1-3 теоремы о Λ -выборках [18] применяются при получении цифровых знаний [5-11]. Цифровые данные вида объект-свойства в рамках моделей, в них решаемых задач преобразовываются в новые информационные объекты, визуализируются и подвергаются осмыслению, письменно сочиняют словесные предложения, адекватно описывающие геометрические объекты. Все объекты, модели, задачи применяются при конструировании цифровых знаний. С применением ПМ ГК получена информация – пара матриц (C_{nn}, Λ_{nn}) , матрица значений n у-переменных Y_{nn} . Далее построены когнитивные карты в виде ℓ орграфов, для их построения из матриц выделены ℓ первые столбцы C_{nn} . Из графической информации выявлены цифровые телекоммуникационные знания [1], практические правила вычислений степени рисковости изменения величины процентной ставки вида «доходность к дате погашения» у валютных [8] высокорисковых государственных ценных бумаг [9], рекомендуемых дилерам банка. Те же матрицы участвуют в процессе получения когнитивно точного разделения факторов влияния семьи, учителей, школы на смысловые фактор-следствия, вычисленные с применением когнитивных карт (КК) и когнитивного моделирования [19]. Здесь проведена визуализация когнитивной карты (КК) и соотношения (объекты теоремы) из когнитивной модели социально-экономических факторов карьерной успешности школьников. Результат - формализация плохо формализуемой ситуации, позволившая «добыть» цифровые неформальные знания из экономических данных. При этом уточнены фразы-смыслы 2-х у-переменных, изображены 6 дуг в узлах КК, даны обоснования противоположности знаков весов дуг орграфа: 1-ое содержит 60,43% информации, извлеченных из реальных данных, 2-ое-23,255% информации, получившие когнитивно точные смыслы. Сформулирован простой эмпирический факт-«будущая карьерная успешность школьника зависит (формируется) под воздействием 2-х независимых факторов».

Применяемая в [1-6,8-11,14-16,8-9] когнитивная интерпретация - это совокупность значений (смыслов, поэтому применяется прямая

и обратная модели главных компонент (ПМ ГК, ОМ ГК, где у-переменные именуется смысловыми. Такому “осмыслению” подвергаются сами элементы-матрицы C_{nn} , Λ_{nn} , Y_{nn} теории-(ПМ АГК, ОМ АГК, ПМ АИКП, ОМ АИКП), то есть интерпретируются символы связи объектов и формулы. При анализе этой сложной ситуации используются параметры и переменные ОСЗ: $\Lambda \Rightarrow (R, C)$ из ОМ ГК: $\Lambda \Rightarrow (R, C, Y, Z)$. Из формулировки ОЗ АГК из ОМ ГК следует, что обратная задача вычисления оптимальной системы весов (из матрицы C_{nn}), т.е. вычисление совокупности воздействий $(c_{j1}, c_{j2}, \dots, c_{jn})$ на j -ый фактор системы (со своей моделью причинно-следственной зависимости в виде функций $y_{ij} = z_{i1}c_{j1} + z_{i2}c_{j2} + \dots + z_{in}c_{jn}$, $i=1, \dots, m$, зависит от элементов спектра $\Lambda_{nn} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_n)$, $\lambda_1 + \dots + \lambda_n = n$, $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_n > 0$, и от параметров спектра.

Вершины, дуги орграфа №1 визуализируют «модель представления знаний эксперта в виде ориентированного орграфа (когнитивной карты $[(Z, Y), C]$, где $(Z, Y = ZC)$ – множество факторов (6 z - и 6 y -переменных) ситуации, C_{66} - множество измерений $n^2 = 6^2$ причинно-следственных отношений между факторами ситуации) и 6 методов анализа экономической ситуации в телекоммуникационной отрасли, выделяющие визуализируемые подмножества факторов» в виде одного фактора y_1 [5]. При анализе будущих дебиторской и кредиторской задолженностей муниципалитетов городов США [20], с применением ПМ ГК получена информация - матрицы C_{66} , Λ_{66} , $Y_{m,6}$, $m=30$. Далее с применением когнитивных карт из матриц C_{66} , Λ_{66} выделены $\ell=3$ первые столбцы, на их основе построены $\ell=3$ орграфов-это графическая информация, а из последней выявлены цифровые знания [22]. В таких случаях иногда применяют термин «пространственная статистика» (Spatial Statistics), которые не работают напрямую со слоями ситуаций [20]. При когнитивной интерпретации до начала анализа преобразовывают информацию в класс пространственных объектов при помощи вышеприведенных инструментов-моделей, специальных задач.

Когнитивные модели когнитивного компьютеринга

Когнитивная наука - это междисциплинарная область, изучающая природу и функции познания. Когнитивистика зародилась в 1950-е годы и сейчас считается одной из наиболее востребованных и перспективных научных областей. Наше понимание мира становится менее упрощенным и более всесторонним.

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

Мы не рассматриваем процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, относящиеся к когнитивной лингвистике.

Исследование когнитивных систем затрагивает темы познавательных процессов в естественных и в искусственных системах. Когнитивные модели для когнитивного компьютеринга превышают традиционные дисциплинарные границы с точки зрения последствий или с точки зрения подходов (например, психология, искусственный интеллект, измерение неизмеряемого).

Рассматриваемые нами когнитивные модели разделены в 3 группы с близкими областями приложений.

В первую группу образуют модели цифровизации:

Модель цифровизации валидных и измеряемых показателей предприятия [14], Модель цифровизации показателей индивидуального сознания [23], Цифровизация поведенческой модели с ошибками невозвратных затрат [24], Когнитивная модель оцифровки показателей индивидуального сознания цивилизованного предпринимателя [25], Математическая модель «низы - не хотят, верхи - не могут» [26], Будущие кредиторская и дебиторская задолженности [22].

Вторую группу образуют когнитивные модели интеллектуального анализа аддитивных видов услуг связи:

Когнитивная модель анализа трафика международных разговоров из РК [5], Когнитивное моделирование изменения цен и денежных затрат населения Республики Казахстан [8], Когнитивное моделирование зависимости количества телефонов в квартирах от изменения доходов и расходов населения Республики Казахстан [9], Когнитивное моделирование зависимости количества индивидуальных телефонов на предприятиях от изменений в структуре доходов и расходов предприятий [10], Формула валидного показателя «мощность прибыльного предприятия» [11].

Детали моделей из группы 2 изложены в [5, 8-11]. В статье [11] обоснована необходимость применения на практике телекоммуникационных компаний вычисляемого показателя «мощность прибыльного предприятия» в качестве ключевого показателя (KPI), применяемого (контролируемого) в планах стратегии развития бизнеса. Стандартные ключевые показатели в настоящее время неправильно отражают эффекты работы предприятий, а «мощность прибыльного предприятия» измеряет то, нужно, поэтому он предпочтителен для применения в практике работы предприятий.

Третью группу когнитивных моделей образуют поведенческие модели:

Когнитивная модель изменчивости показателей отрицательной селекции индивидов [27], Измерение изменчивости неизмеряемых показателей сознания индивида [29], Когнитивная модель структуры муниципального органа по мониторингу моральной среды для субсидий человеческих ресурсов [28], Когнитивная модель оцифровки показателей индивидуального сознания цивилизованного предпринимателя [25], Когнитивная модель образовательной, научной работ профессора университета [30].

Для численного измерения (моделирования) изменчивости неизмеряемых показателей сознания индивида В статье [23, 29] введено понятие «собственное отклонение» для неизмеряемых значений z -изменчивости (изменчивости z -переменной) неизмеряемого показателя индивидуального сознания и Аксиома существования собственного отклонения и шага отклонения. Данные из Таблицы 1 [29] обосновывают применимость термина «длина одного собственного отклонения (шага) для неизмеряемых значений z -изменчивости неизмеряемого показателя» к нашим задачам. После решения наших задач мы приведем визуализацию зависимых z -изменчивостей для j -ой z -переменной.

Для облегчения процесса конструирования фраз смыслов переменных, сумм смыслов переменных применяются когнитивная карта - оргграф, образованный из факторов (элементов системы) и связей между ними, где вершины, соединены ориентированными дугами-связями, если элемент А связан с элементом В причинно-следственной связью. Это один из моделей представления знаний эксперта. Этот вид формализует визуализируемые ярлыки знания, извлеченные из многомерных данных, структурированных в виде таблицы объект-свойства. Числа являются результатом измерений n свойств у m объектов. Каждое из n свойств имеет имя, свою единицу измерения, значение средней арифметической, значение дисперсии. Среднее арифметическое и дисперсия j -ого показателя (свойства) вычисляется по m значениям j -го показателя, расположенных в j -ом столбце матрицы X_{mn}^0 . Обычно простые «готовые» формализованные знания имеются в текстах книг, руководств, документов в виде общих и строгих фраз (законов, формул, моделей, алгоритмов и т.п.). Мы «добываем» знания из цифровых данных. Данные - это совокупность чисел (с именами свойств или с другими сведениями), зафиксированных на определенном носителе в форме, пригодной для постоянного хранения, передачи и обработки. Преобразование и обработка (анализ с применением

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

соответствующих методов) данных позволяет получить полезную и применяемую информацию и фактическое знание. Информация - это результат преобразования, компьютерного или иного анализа данных. Знание - результат процесса познавательной деятельности. В нашем случае деятельность связана с применением специфических инструментов познания: когнитивное моделирование взаимосвязей. Каких связей и между какими «объектами» будут выявлены и формализованы они, - зависит от свойств матриц переменных и параметров, математических соотношений ними в применяемых нами Прямой и Обратной Моделей Главных Компонент.

Рассматриваемые ниже Когнитивные модели двух типов: совокупности смыслов и их комбинации извлечены в результате исследований и опубликованы в статьях [1,4-8] при когнитивном анализе нескольких реальных данных X_{mn}^0 с одинаковым числом измеренных показателей $n=6$. Во всех случаях извлечения цифровых знаний из Z_{mn} , вычисленных из X_{mn}^0 подчиняющихся формальным правилам для цифровых фактов, в том числе вычисленных с применением Прямой и Обратной Моделей Главных Компонент.

Мы ниже излагаем новые косвенные сведения, содержащиеся в матрице собственных векторов, не отмеченные в статьях [31-33]. В матрице собственных векторов C_{nn} (из ПМ АГК) компоненты у первых ℓ ($\ell=2$ или 3) собственных векторов содержатся не только индикаторы, но и изменяемые алгоритмами разных Оптимизационных Задач компоненты. Ряд задач из [31-33] решают требуемые для когнитивных моделей задачи на матрице собственных векторов C_{nn} .

В работе [5] разработана «модель представления знаний» эксперта в виде ориентированного орграфа (когнитивной карты $[(Z, Y), C]$ с соответствующими вершинами). Здесь в двух множествах анализируемые факторы $(Z, Y=ZC)$ интерпретируются как события из $n=6$ z - и из $n=6$ y -переменных. Матрица C_{66} интерпретируется как множество измерений $n^2=6^2$ причинно-следственных отношений между факторами ситуации) и $n=6$ когнитивных КК в виде функциональной модели $y_{ij}=z_{i2}c_{21}+z_{i3}c_{31}+z_{i5}c_{51}+z_{i6}c_{61}+\varepsilon_{i1}$ с ограничениями на веса $C_{nn}^T C_{nn} = C_{nn} C_{nn}^T = I_{nn}$. Применялись и матрицы $C_{66}^{(k)}$ (получена при решении ОСЗ $\Lambda \Rightarrow (C^{(k)}, R^{(k)})$, где симметрическая корреляционная матрица $R^{(k)}$ удовлетворяет соотношению $R^{(k)} = C^{(k)} \Lambda C^{(k)T}$, $k=1, \dots, \infty$, решаемой в ОЗ АГК из ОМ ГК [3]: $\Lambda \Rightarrow (R^{(k)}, C^{(k)}, Y, Z^{(k)})$, $k=1, \dots, \infty$. Отобранные по критериям матрицы C_{nn} , $C_{nn}^{(k)}$, соответствовали одному знанию, извлекаемого из них с применением одной когнитивной методики.

Матрица $C_{66}^{(k)}$ определяет ассоциированное решение $Z_{mn}^{(k)} = Y_{mn} C_{nn}^{(k)T}$ при известном решении Y_{mn} ПЗ АГК. Предполагается, что ПЗ АГК решена всегда, ее решение имеет вид $Y_{mn} = Z_{mn} C_{nn}$. Если известна матрица Z_{mn} -стандартизованная выборка, вычисленная по известной выборке реальных данных X_{mn}^0 (при этом вычисляются 2 вектора - вектор средних арифметических $(x^{cp}_1, \dots, x^{cp}_n)$ и вектор дисперсий $s^2=(s^2_1, \dots, s^2_n)$), существует корреляционная матрица $R_{nn}=(1/m)Z_{mn}^T Z_{mn}$.

Когнитивные модели разработаны для извлечения цифровых знаний из реальных числовых данных [1-7]. Элементами когнитивной модели служат формулы вида $\text{смысл}(y_{ij}) = \text{смысл}(z_{i1}) * c_{1j} + \text{смысл}(z_{i2}) * c_{2j} + \dots + \text{смысл}(z_{in}) * c_{nj}$, где слагаемое $\text{смысл}(z_{kj})$ означает **смысл z -переменной z_k** (равный смыслу ее изменчивости z_{kj}) - заданное (или когнитивно определяемое) смысловое имя-смысл z -переменной. Имя-смысл z -переменной - фраза, имеющая смысл, связанный (в СПЗ) или не связанный (в СОЗ) со смыслом составной u -переменной (при $n=6$). Смысл z -переменной совпадает со смыслом изменчивости z_{ij} z -переменной z_j : $\text{смысл}(z_j) = \text{смысл}(z_{ij})$, $i=1, \dots, m$. Номер i означает номера многомерных объектов или моменты времени.

Извлечение цифровых знаний из числовых реальных данных - это превращение данных (числа) в значимую информацию (структурированные матрицы, векторы) за счет применения различных инструментов и технологий (например, разработки математической модели и многомерных уравнений когнитивных смыслов изменчивостей переменных), направленных на получение требуемых знаний (фраз) и/или ценности.

Многомерное уравнение когнитивных смыслов изменчивостей переменных имеет 2 типа изменчивости переменных: z -переменные (коррелированные с равными 1 дисперсиями, в сумме равных n) и y -переменные (некоррелированные с разными дисперсиями, в сумме равных n).

Некоррелированные y -переменные - данные, объединенные в матрицу Y_{mn} , в которой элементы j -го столбца $y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{mj}$ (j -ая y -переменная, $j=1, \dots, n$) имеют среднее арифметическое равно нулю: $(1/m)(y_{1j} + y_{2j} + \dots + y_{mj}) = 0$, и дисперсию равную λ_j : $(1/m)(y_{1j}^2 + y_{2j}^2 + \dots + y_{mj}^2) = \lambda_j$, сумма дисперсий равна n : $\lambda_1 + \dots + \lambda_n = n$. Матрица Y_{mn} интерпретируется как многомерная выборка.

Стандартизованные коррелированные z -переменные - данные, объединенные в матрицу Z_{mn} , в которой элементы j -го столбца $z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{mj}$ (j -ая переменная, $j=1, \dots, n$) имеют среднее арифметическое равно нулю: $(1/m)(z_{1j} + z_{2j} + \dots + z_{mj}) = 0$, и дисперсию равную 1: $(1/m)(z_{1j}^2 + z_{2j}^2 + \dots + z_{mj}^2) = 1$.

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

$\dots + z^2_{mj})=1$, сумма дисперсий равна n . Матрица Z_{mn} интерпретируется как многомерная выборка.

Некоррелированные u -переменные имеет традиционное название «главные компоненты» или «смысловые переменные». Главные компоненты (principal components) - система линейных ортогональных комбинаций стандартизованных z -переменных, которая характеризуется тем, что дисперсии этих комбинаций имеют экстремальные значения, равные собственным числам $\{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n\}$ корреляционной матрицы R : $R_{nn}C_{nn}=C_{nn}\Lambda_{nn}$, где k - ранг матрицы R_{nn} равен $k, 1 \leq k \leq n, \Lambda_{nn} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_n), \text{tr}(\Lambda_{nn}) = \lambda_1 + \dots + \lambda_n = n$ - спектр матрицы R_{nn} .

Из ПМ АГК известно, что решение ПЗ АГК (решаемой в рамках ПМ ГК) имеет вид $Y_{mn} = Z_{mn}C_{nn}$, где Z_{mn} - входной объект ПМ АГК или является одним из множества ассоциированных решений ОЗ АГК, а выборка Y_{mn} состоит из m значений n u -переменных $y_{ij} = z_{i1} * c_{1j} + z_{i2} * c_{2j} + \dots + z_{in} * c_{nj}$, равных линейной комбинации значений n z -переменных, соответствующих номерам $i=1, \dots, m$.

Для математической модели $Y_{mn} = Z_{mn}C_{nn}$ формируем смысловую модель в виде m многомерных уравнений когнитивных смыслов изменчивостей значений n u -переменных $\text{смысл}(y_{ij}) = \text{смысл}(z_{i1}) * c_{1j} + \text{смысл}(z_{i2}) * c_{2j} + \dots + \text{смысл}(z_{in}) * c_{nj}$, равных линейной комбинации смыслов n z -переменных z_1, \dots, z_n , $\text{смысл}(z_{ij}) = \text{смысл}(z_j)$, соответствующих номерам $i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$.

Извлечение цифровых знаний из числовых реальных данных производится, если решаем смысловую прямую (СПЗ) или смысловую обратную (СОЗ) задачу для одного или нескольких смысловых моделей в виде m многомерных уравнений когнитивных смыслов изменчивостей значений $\ell < n$ u -переменных и $\text{смысл}(y_{ij}) = \text{смысл}(z_{i1}) * c_{1j} + \text{смысл}(z_{i2}) * c_{2j} + \dots + \text{смысл}(z_{in}) * c_{nj}$, где j - номер одного из ℓ доминирующих собственных чисел $\lambda_1, \dots, \lambda_\ell, \lambda_1 > \dots > \lambda_\ell > \lambda_0 = 1$ или иное пороговое число [7].

При наличии ℓ доминирующих собственных чисел $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ рассматриваем ℓ функциональных равенств и имеем систему из ℓ многомерных уравнений смыслов изменчивостей переменных.

Виды и методы решения систем из ℓ многомерных уравнений смыслов изменчивостей переменных изложены в статьях [5,8-11].

В центре когнитивных моделей стоит задача моделирования изменчивости переменных $y_{ij} = z_{i1} * c_{1j} + z_{i2} * c_{2j} + \dots + z_{in} * c_{nj}$. Оно является объектом математического моделирования в Смысловых обратных и прямых задачах.

Для математических моделей $y_{ij} = z_{i1} * c_{1j} + z_{i2} * c_{2j} + \dots + z_{in} * c_{nj}$ разработаны и найдены когнитивные решения (имена-смыслы n

z -переменных при известном имени-смысле j -ой u -переменной, $j=1, \dots, \ell$) многомерного уравнения когнитивных смыслов изменчивости n z -переменных [5,8-11].

В многомерном уравнении когнитивных смыслов изменчивости n z -переменных постоянными коэффициентами при n неизвестных $\text{смысл}(z_{ik}), k=1, \dots, n$, являются значения $c_{kj}, k=1, \dots, n$. Если заданы имена-смыслы $\text{смысл}(y_j)$ каждой j -ой u -переменной, $j=1, \dots, \ell$, то имеем систему из ℓ многомерных уравнений когнитивных смыслов изменчивости n z -переменных [5,8-11].

В связи с расширением сферы применений ОМ АГК, а также с необходимостью формализации ранее неформализованных ситуаций, событий, социальных явлений были разработаны Смысловые Обратные Задачи и найдены когнитивные решения (имена-смыслы n z -переменных при известных именах-смыслах $\text{смысл}(y_j)$ каждой j -ой (из ℓ штук, $j=1, \dots, \ell$) u -переменной [1-7]. Схематически СОЗ при $\ell=2$ обозначается так:

(значения z -переменных $z_k, k \in \{1, \dots, 6\}$, значения u -переменных y_1 и y_2) \Rightarrow ($\text{смысл}(z_k), \text{смысл}(y_1)$ и $\text{смысл}(y_2)$).

Постоянный параметр многомерного уравнения из СОЗ (например, член уравнения $+ \text{смысл}(z_{i2}) * c_{2j} +$) равен компоненту (например, c_{2j}) одного (из ℓ) собственного вектора $c_j = (c_{1j}, c_{2j}, \dots, c_{nj})^T, j=1, \dots, \ell$, расположенного среди ℓ первых столбцов матрицы $C_{nn} = [c_1 | c_2 | \dots | c_n]$, соответствующей своей матрице собственных чисел $\Lambda_{nn} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_n, \lambda_1, \dots, \lambda_\ell, \lambda_1 > \dots > \lambda_\ell > \lambda_0 = 1$. Этим ℓ столбцам ставится в соответствие система из ℓ многомерных смысловых уравнений когнитивных смыслов изменчивости n z -переменных.

В многомерных смысловых уравнениях постоянные параметры ($c_{kj}, k=1, \dots, n$) при неизвестных ($\text{смысл}(z_{ij}), j=1, \dots, k, i=1, \dots, m$) u ℓ многомерных уравнений равны k -ым компонентам $c_{nj} > c_0$ соответствующего собственного вектора $c_j = (c_{1j}, c_{2j}, \dots, c_{nj})^T$, расположенного в j -ом столбце матрицы $C_{nn} = [c_1 | c_2 | \dots | c_n]$.

Это были многомерные (смысловые) уравнения смыслов изменчивостей переменных. Такая система решается в СПЗ [2].

Отличие смыслового уравнения от числового уравнения можно понять на примере головоломки о 3-х спичках. «Имеются 3 спички III, как переставить 1 спичку и получить шесть». Решатель воспринимает слово шесть как «шесть спичек». А надо было смысл требуемого решения трансформировать в римскую цифровую форму. Изменив заданный смысл на другой. Была дана фраза, неполная словесная постановка задачи. Полная словесная постановка задачи: «даны 3

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
 ISI (Dubai, UAE) = 1.582
 GIF (Australia) = 0.564
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
 ПИИЦ (Russia) = 0.126
 ESJI (KZ) = 9.035
 SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
 PIF (India) = 1.940
 IBI (India) = 4.260
 OAJI (USA) = 0.350

спички (III), требуется переставить 1 спичку и получить цифровое решение». Фигура вида VI является «фигурным» решением спичечной задачи ((спички) \Rightarrow (VI)). Спичечная фигура должна преобразоваться в римскую цифровую фору: (спички) \Rightarrow (VI). Геометрическая фигура трансформируется в цифровую знаковую форму. О присутствии этой трансформации нет явного признака в постановке задачи. Если бы задача была озвучена фразой «Имеются 3 спички (III), как переставить 1 спичку и получить VI», то не было бы подмены понятий, процесс решения можно формализовать без когнитивного осмысления.

Смысловая Прямая задача(СПЗ)-когнитивное конструирование (при $n=6$, $\ell=1, k=n=6$) k неизвестных смыслов вычисленной переменной y_1 по известным смыслам z -переменных $z_k, k=1, \dots, 6$:

$\text{смысл}(z_1)+\text{смысл}(z_2)+\text{смысл}(z_3)+\text{смысл}(z_4)+\text{смысл}(z_5)+\text{смысл}(z_6)=\text{смысл}(y_1)$, при наличии линейной связи вида: $Z_1C_{k1}+Z_2C_{k2}+Z_3C_{k3}+Z_4C_{k4}+Z_5C_{k5}+Z_6C_{k6}=Y_1$.

Смысловая Обратная задача(СОЗ) является трансформацией системы из ℓ линейных уравнений в систему из ℓ сумм когнитивных смыслов изменчивостей z -переменных, характеризующих рассматриваемое явление.

СПЗ (Смысловая прямая задача) – когнитивное конструирование (моделирование) неизвестных z -переменных $z_k, k \in \{1, \dots, 6\}$, по известным смыслам вычисленных 2-х переменных (или более) y_1 и y_2 по ПМ АГК или по ОМ АГК:

а) $\text{смысл}(y_1)=\text{смысл}(z_{i1}) * c_{11} + \text{смысл}(z_{i2}) * c_{21} + (z_3) * c_{31} + (z_{i4}) * c_{41} + (z_{i5}) * c_{51} + (z_{i6}) * c_{61}$, где некоторые компоненты $c_s, s \in \{1, \dots, 6\}$, 1-го собственного вектора по абсолютной величине превышают пороговое число $c_1: c_{s1} > c_1, s \in \{1, \dots, 6\}$, при наличии линейной связи (линейного уравнения) для изменчивостей z -переменных вида $Z_{i1}C_{11}+Z_{i2}C_{21}+Z_{i3}C_{31}+Z_{i4}C_{41}+Z_{i5}C_{51}+Z_{i6}C_{61}=Y_{i1}$;

б) $\text{смысл}(y_{i2})=\text{смысл}(z_{i1})c_{12}+\text{смысл}(z_{i2})c_{22}+\text{смысл}(z_{i3})c_{32}+\text{смысл}(z_{i4})c_{42}+\text{смысл}(z_{i5})c_{52}+\text{смысл}(z_{i6})c_{62}$, где $c_{k2} > c_2, k \in \{1, \dots, 6\}$, при наличии линейной связи (линейного уравнения) для изменчивостей z -переменных вида $Z_{i1}C_{12}+Z_{i2}C_{22}+Z_{i3}C_{32}+Z_{i4}C_{42}+Z_{i5}C_{52}+Z_{i6}C_{62}=Y_{i2}$.

СОЗу: $(\text{смысл}(z_k), \text{смысл}(y_1) \text{ и } \text{смысл}(y_2), k=1, \dots, n) \Rightarrow \{ \text{значения } z\text{-переменных } z_k, k=1, \dots, 6, \text{ значения } y\text{-переменных } y_1 \text{ и } y_2 \}$

Когнитивному решению СПЗ: $\{ \text{значения } z\text{-переменных } z_k, k \in \{1, \dots, 6\}, \text{ значения } y\text{-переменных } y_1 \text{ и } y_2 \} \Rightarrow (\text{смысл}(z_k), \text{смысл}(y_1) \text{ и } \text{смысл}(y_2))$ соответствует не единственное решение вышеизложенной Смысловой Обратной Задачи: цифровая трансформация системы известных смыслов z -переменных $z_k, k=1, \dots, 6$, в

систему линейных комбинаций (в виде элементов матрицы Z_{mn}) значений z_{ik} , изменчивостей z -переменных $z_k, k=1, \dots, 6$, в уравнениях вида $Z_{i1}C_{k1}+Z_{i2}C_{k2}+Z_{i3}C_{k3}+Z_{i4}C_{k4}+Z_{i5}C_{k5}+Z_{i6}C_{k6}=Y_{i1}, i=1, \dots, m$, при известном спектре $\Lambda_{nn}=\text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_n)$, элементы $\lambda_1, \dots, \lambda_\ell$ которого равны ℓ дисперсиям: $(1/m)(y_{ij}, \dots, y_{mj})^T (y_{ij}, \dots, y_{mj})=\lambda_j, j=1, \dots, \ell < n$, ℓ y -переменных. Когнитивно (познавательно) полученное решение СПЗ ($n+\ell$ подобранные смыслы) единственно, но смыслы могут формулироваться разными словесными фразами, смыслы которых одинаковы. Поэтому можно говорить об «когнитивной единственности» решения СОЗ. Числовое решение СПЗ ($\{ \text{значения } z\text{-переменных } z_k, k \in \{1, \dots, 6\}, \text{ значения } y\text{-переменных } y_1 \text{ и } y_2 \} \Rightarrow (\text{смысл}(z_k), \text{смысл}(y_1) \text{ и } \text{смысл}(y_2))$) **не является** единственным.

Задачи когнитивного моделирования

В задачах, решаемых в моделях 3-х типов когнитивного моделирования, создается проблемная ситуация вычисления для каждой **z -переменной** (обозначается буквой z) имеет различные значения: z_1, \dots, z_m , их среднее арифметическое равно нулю: $(1/m)(z_{1j}+z_{2j}+\dots+z_{mj})=0$, а дисперсия равна $1: (1/m)(z_{1j}^2+z_{2j}^2+\dots+z_{mj}^2)=1$. Если z -переменная имеет номер j и имеет m значений, то значения j -ой z -переменной обозначают так: z_{1j}, \dots, z_{mj} , они – элементы матрицы Z_{mn} m -на- n -матрицы обозначаются: z_{ij} , i – номер строки, j – номер столбца матрицы Z_{mn} . Величина компоненты собственного вектора называется «весом», «вес» бывает положительными, отрицательными, абсолютное и весомое значение компоненты из их набора $c_{1j}, c_{2j}, \dots, c_{nj}$ является индикатором присутствия знания в j -ой переменной. Задачи 2-х типов: а) вычислительные; б) моделирования матричных объектов в когнитивных моделях. К 1-му типу задач относятся следующие задачи.

Основные задачи: ПЗ АГК – прямая задача анализа главных компонент: для матрицы Z_{mn} стандартизованных коррелированных z -переменных с одинаковыми дисперсиями найти способ преобразования их в новые некоррелированные y -переменные из матрицы Y_{mn} (m значений n переменных) с разными дисперсиями. Здесь решается ПСЗ.

ОЗ АГК – обратная задача анализа главных компонент: для известных дисперсий Λ_{nn} неизвестных преобразованных некоррелированных y -переменных из матрицы Y_{mn} требуется найти способ преобразования их в матрицу Z_{mn} стандартизованных коррелированных z -переменных с одинаковыми дисперсиями (m значений n переменных). Здесь решается ОСЗ.

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

В ПЗ АГК и ОЗ АГК решаются ПСЗ, ОСЗ (в 6 вариантах).

К 2-му типу задач относятся задачи решений систем многомерных смысловых уравнений: СПЗ,СОЗ,ОМ АИКП ОМ АИКП (Схема ОМ АИКП: $(\Lambda_{pp}^{(1)}, \Lambda_{pp}^{(2)}, \Lambda_{pp}) \Rightarrow (A_{qp}^+, B_{pp}^+, V_{mp}, U_{mp}, Z_{mm} = [Z_{mq} | Z_{mp},],)$), постановки этих задач ориентированы на реализацию в ЭТ Excel

Когнитивный поиск фактов присутствия знаний является одним из базовых элементов при создании когнитивных алгоритмов. Поиск проводится по индикаторам. Индикаторы присутствуют в паре матриц (C_{nn}, Λ_{nn}) . Если имеем ℓ доминирующих собственных чисел $\lambda_1, \dots, \lambda_\ell$, $\lambda_1 > \dots > \lambda_\ell > \lambda_0 = 1$ или иное пороговое число, то заметные значения компонентов в ℓ собственных векторах $c_j = (c_{1j}, c_{2j}, \dots, c_{nj})^T, j = 1, \dots, \ell$, расположенных в ℓ первых столбцах матрицы $C_{nn} = [c_1 | c_2 | \dots | c_n]$, назначаются нами индикаторами присутствия знаний. Индикатор наличия знания – компонент собственного вектора, значение которой превышает известный порог: $c_{kj} > c_0$. Номер собственного вектора совпадает с номером j доминирующего собственного числа λ_j . Величина компоненты собственного вектора c_{kj} - k -ая компонента j -го собственного вектора (j -го столбца матрицы C_{nn} собственных векторов), превышает назначенное пороговое значение $c_0 = 0.4$. Величина компоненты c_{kj} равна $c_{kj} = \text{согт}(z_k, y_j)$ указывает на вхождение имени-смысла переменной z_k (знания об z_k) в имя-смысл переменной y_j (равной $y_{ij} = z_{i1} * c_{1j} + z_{i2} * c_{2j} + \dots + z_{in} * c_{nj}$, а смысл y_j равен сумме смыслов переменных $z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{in}$). Извлечение знания описывается фразами: наличие знания в k -ой z -переменной, присутствующей в формуле j -ой y -переменной $y_{ij} = z_{i1} * c_{1j} + z_{i2} * c_{2j} + \dots + z_{in} * c_{nj}$, $c_{1j} = \text{согт}(z_1, y_j), \dots, c_{nj} = \text{согт}(z_n, y_j), i = 1, \dots, m$, равной линейной комбинации z -переменных z_1, z_2, \dots, z_n , с разными «весами» $c_{1j}, c_{2j}, \dots, c_{nj}$, возможно имеющих разные знаки.

Знание в k -ой z -переменной с заметным весом c_{kj} извлекается словесной когнитивной интерпретацией произведения $z_{ik} * c_{kj}$, («смысл j -ой z -переменной z_j проявляется с силой c_{kj} и с изменчивостью z_{ik} в моменты времени $i = 1, \dots, m$ ») величина z_{ik} показывает степень проявления изменчивости k -ой z -переменной z_k, i – номер изменчивости k -ой z -переменной, измеренной в момент времени i .

Знание содержится в имени-смысле k -ой z -переменной. Сумма смыслов $\text{смысл}(z_{i1}) * c_{1j} + \text{смысл}(z_{i2}) * c_{2j} + \dots + \text{смысл}(z_{in}) * c_{nj}$ с «весами» $c_{1j}, c_{2j}, \dots, c_{nj}$, равна смыслу y -переменной $\text{смысл}(y_{ij}) = \text{смысл}(z_{i1} * c_{1j} + z_{i2} * c_{2j} + \dots + z_{in} * c_{nj})$. Смысл произведения $z_{ik} * c_{kj}$, равен знанию в k -ой исходной переменной z_k . Для добычи этого знания нам пришлось вычислять много чего. «Твердость»

смысла k -ой z -переменной z_k проявляется с силой c_{kj} и с изменчивостью z_{ik} в момент времени $i, i \in \{1, \dots, m\}$, величина z_{ik} показывает степень проявления и направление изменчивости k -ой z -переменной z_k, i – номер изменчивости k -ой z -переменной, измеренной в момент времени i .

Смысловая Прямая задача (СПЗ) – когнитивное конструирование неизвестных смыслов вычисленной переменной y_1 по известным смыслам z -переменных $z_k, k = 1, \dots, 6$: $\text{смысл}(z_1) + \text{смысл}(z_2) + \text{смысл}(z_3) + \text{смысл}(z_4) + \text{смысл}(z_5) + \text{смысл}(z_6) = \text{смысл}(y_1)$, при наличии линейной связи вида: $z_1 c_{k1} + z_2 c_{k2} + z_3 c_{k3} + z_4 c_{k4} + z_5 c_{k5} + z_6 c_{k6} = y_1$.

Вместе с «весом» c_{kj} и с изменчивостью z_{ik} в момент времени $i, i \in \{1, \dots, m\}$, величина z_{ik} показывает степень проявления и направление изменчивости k -ой z -переменной z_k, i – номер изменчивости k -ой z -переменной, измеренной в момент времени i . Величина z_{ik} изменчивости k -ой z -переменной влияет на изменчивости k -ой z -переменной через значение коэффициента корреляции между ними: $z_{ik} = r_{kj} * z_{kj}$. Заметное слагаемое входит в формулу переменной y_j : $y_{ij} = z_{i1} * c_{1j} + z_{i2} * c_{2j} + \dots + z_{ik} * c_{kj} * z_{kj} + \dots + z_{in} * c_{nj}$ и ее (k -ой z -переменной) имя-смысл является частью имени-смысла переменной y_j . Мы отметили 2 свойства «весом» c_{kj} с изменчивостью z_{ik} .

Второй сомножитель произведения $z_{ik} * c_{kj}$, равен знанию изменчивости k -ой исходной переменной z_k . **Изменчивость переменной** – количество s в отклонении $x_i = (x_i^0 - x_{cp})$ измеренного значения x_i^0 от среднего значения x_{cp} . Изменчивость переменной присуща каждому измеренному (или модельному) значению $x_i^0, i = 1, \dots, m$. Значения s и x_{cp} определены для совокупности значений $x_i = (x_i^0 - x_{cp})$ и $x_i^0, i = 1, \dots, m$. Существует связь между изменчивостью $z_{ki} = r_{ij} z_{kj}, r_{ij} = \text{согт}(z_i, z_j), k = 1, \dots, m; i = 1, \dots, p; j = 1, \dots, n$.

Требование определения тем или иным способом значений весов переменных, изменчивостей – это реально существующее в науке познавательное противоречие, способы (методы) разрешения которого в данный момент еще не известны (не ясны).

Алгоритмы и программы когнитивного моделирования

Когнитивное моделирование не возможно без наличия математической модели и алгоритмов решения сопутствующих задач матричной алгебры, оптимизационных задач над частями матриц собственных векторов, собственных чисел. Вычислительные эксперименты (преобразования исходных реальных данных, формирование и/или слияние матриц индикаторов наличия скрытых знаний, когнитивные вычисления, извлечение знаний, визуализация

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

совместных динамик показателей) с когнитивными моделями, излагаемых в статьях [1-1-5,8-11,19-33] – имитация для постижения сути явления, не прибегая к экспериментам на реальном объекте.

Цель когнитивных исследований, их направлений, моделей и методов - знание ряда специальных терминов, таких как: когнитивная наука и когнитивистика, когнитология (инженерия знаний), когнитивный подход (познавательный), технология когнитивного (познавательно-целевого) моделирования, визуализация, когнитивное моделирование, когнитивная структуризация (концептуализация), методология когнитивного моделирования, когнитивная модель, когнитивная карта.

Когнитивное моделирование – это возможность создать простой и понятный алгоритм достижения поставленной цели. Для когнитивного моделирования присущи задачи:

1) оптимизации с линейаризованными уравнениями f-параметров (f1, f2, f3, f4, f5, f6) – спектра [34];

2) моделирования блочно-диагональных корреляционных матриц, применяемых для моделирования многомерных Λ -выборок [35];

3) моделирования 2-мерных Λ -выборок [18], имеющих заданное значение коэффициента корреляции [9] из диапазона [-0.2,+0.98];

3) задача решения двух однородных спектральных задач при анализе данных с 2-мя группами переменных (Теоремы о значениях отношений между группами переменных [7]).

Для разработанных и программно реализованных алгоритмов когнитивного моделирования применяются алгоритмы соответствующих математических моделей, решаются соответствующие Оптимизационные Задачи. **Вводным** объектом в модели является число, вектор, или матрица, являющийся исходный математической величиной (скалярной или многомерной) для решаемой в модели задачи, имеющей существенное значение для рассматриваемой предметной области. Вводной объект является параметром математической модели моделирования цифровых многомерных данных, относящихся к предметной области.

При моделировании наших многомерных выборок $Z^+_{mn}=[Z^+_{mq}|Z^+_{mp}]$ нами реализованы этапы разработки, отладки, применения программ из ППП «Спектр» [36] и разработки программ-таблиц в надстройке «Поиск решения». Процессы вычислений с применением надстройки «Поиск решения» в ЭТ Excel применялись переходы из одной операционной системы (Windows 10) в другую MS DOS. Файлы конвертировались из одной среды в другую, применялись 64- 32-битовые редакторы WordPad и Блокнот.

Для работы с ППП «Спектр» использовалась 2-ая виртуальная машина VirtualVM. Oracle VM VirtualBox — специальная программа, она дает возможность запустить на компьютере виртуально другую операционную систему. С её помощью можно виртуализировать разные версии Windows, MS DOS. В этой VirtualVM загружалась 2-ая ОС MS DOS . и через шлюз XP на диске C: осуществлялся интерфейс файлов ППП «Спектр» из одной мшины с другой.

Программы алгоритмов решения задач: ПСЗ, ОСЗ, ПЗ АГК, ОЗ АГК функционируют с применением надстройки «Поиск решения» в ЭТ Excel. Алгоритмы СПЗ,СОЗ,ОМ АИКП ОМ АИКП (Схема ОМ АИКП: $(\Lambda^{(1)}_{pp}, \Lambda^{(2)}_{pp}, \Lambda_{pp}) \Rightarrow (A^+_{qp}, B^+_{pp}, V_{mp}, U_{mp}, Z_{mn}=[Z_{mq}|Z_{mp},])$) реализованы в ЭТ Excel

Приложения и результаты когнитивного компьютеринга

Когнитивные модели разработаны в 3-х группах с близкими областями приложений.

Выделим несколько оригинальных приложений, результатов. Из первой группы когнитивная модель «низы - не хотят, верхи - не могут» [37] выделяется оригинальностью формализации общественных процессов в России хорошо изученного историками периода времени 18-19-го веков. Приложение СПЗ когнитивного компьютеринга в модели цифровизации значений изменчивости переменных из двух множеств.

Модельные матрицы решаемой Смысловой Прямой Задачи вычислены при моделировании исторического принципа «верхи – не могут, низы – не хотят». В результате математического моделирования предметной области выделены 2 фактора (генераторы кризиса) с «негативными» динамиками их «приближенно параллельных» кривых (Рисунки 2 и3): кривая (низы) «число крестьян, взявших в аренду или купивших участки земли» («вес» равен $b_{41}=0,3580$) «приближенно параллельна» кривой (верхи) «степень распространения (внедрения) идеи либерализма в среде помещиков» («вес» равен $a_{41}=-0,50000$). Противоположные знаки («весов» $b_{41}=0,3580$, $a_{41}=-0,50000$ показывают убывание количества крестьян, свободных от крепостничества и рост либерализма в среде помещиков. Эта ситуация с течением времени привела к принятию царем закона об отмене крепостного права. Здесь область значений функции смысл() – условно непрерывна (считается – смысл имеет бесконечно много оттенков). В рассмотрен бинарная область значений когнитивной функции вид() [22].

Другая модель из этой группы [22]: бинарная - будущие кредиторская идебиторская задолженности муниципалитетов городов США.

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

Проведена когнитивная интерпретация сводных показателей социальных обязательств x_1, x_2, \dots, x_6 в терминах видов будущих задолженностей (валидная переменная, определяющая сумму смыслов z -переменных, имеет только 2 смысла-БДЗ, БКЗ) муниципалитетов 20 городов США (Бирмингем, Окснард, Салинас, Данбери, Нью-Хейвен, Норуолк, Новый Орлеан, Балтимор, Детройт, Сент-Луис, Клифтон, Нью-Йорк, Норт-Хемпстед, Талса, Филадельфия, Мемфис, Хопуэлл, Норфолк, Мадисон, Южные Милуоки). В смыслах переменных z_1, z_3, z_4, z_5, z_6 различаются только задолженности 2-х видов: БКЗ, БДЗ. Наши переменные z_1, z_3, z_4, z_5, z_6 , представляют собой важные для практики когнитивные факторы. Одна и та же информация, например, «прирост населения» может быть представлена множеством различных смыслов. При этом каждый смысл формирует уникальные когнитивные факторы, влияющие на смысл другой информации, связанной с этим смыслом. Внимательно выбирая слова для представления информации мы можем сделать более вероятными ту или иную реакцию на нее. В этом случае, не искажая фактического содержания информации, мы меняем ее смысл и знания, которые получит человек, например, муниципальный менеджер. Проинтерпретируем в терминах «БКЗ» и «БДЗ» (в их смыслах) обобщенные факторы – синтетические показатели y_{i1} и y_{i2} . - i -ую строку матрицы $Y_{20,6}$. Правильное раскрытие и классификация БКЗ и БДЗ, их эквивалентов, необходимы для точной оценки финансового состояния города. Для этого необходимо своевременное и точное отражение БКЗ и БДЗ в сводных таблицах финансового состояния города.

В работе получены 2 новых вида будущих задолженностей муниципалитетов. Проведена когнитивная интерпретация сводных показателей социальных обязательств x_1, x_2, \dots, x_6 в терминах видов будущих задолженностей муниципалитетов 20 городов США (Бирмингем, Окснард, Салинас, Данбери, Нью-Хейвен, Норуолк, Новый Орлеан, Балтимор, Детройт, Сент-Луис, Клифтон, Нью-Йорк, Норт-Хемпстед, Талса, Филадельфия, Мемфис, Хопуэлл, Норфолк, Мадисон, Южные Милуоки). В смыслах переменных z_1, z_3, z_4, z_5, z_6 различаются только задолженности 2-х видов: БКЗ, БДЗ. Наши переменные z_1, z_3, z_4, z_5, z_6 , представляют собой важные для практики когнитивные факторы. Одна и та же информация, например, «прирост населения» может быть представлена множеством различных смыслов. При этом каждый смысл формирует уникальные когнитивные факторы, влияющие на смысл другой информации, связанной с этим смыслом. Внимательно выбирая слова для представления информации мы можем сделать более вероятными ту или иную реакцию

на нее. В этом случае, не искажая фактического содержания информации, мы меняем ее смысл и знания, которые получит человек, например, муниципальный менеджер. Проинтерпретируем в терминах «БКЗ» и «БДЗ» (в их смыслах) обобщенные факторы – синтетические показатели y_{i1} и y_{i2} . - i -ую строку матрицы $Y_{20,6}$. Правильное раскрытие и классификация БКЗ и БДЗ, их эквивалентов, необходимы для точной оценки финансового состояния города. Для этого необходимо своевременное и точное отражение БКЗ и БДЗ в сводных таблицах финансового состояния города.

Применим оператор вид() к частям формулы для y_{i1} :

Вид (y_{i1}) = 0.5101 вид(z_{i1}) - 0.3820 вид(z_{i3}) - 0.3918 вид(z_{i4}) + 0.4447 вид(z_{i5}) + 0.4149 вид(z_{i6}). Вид в формулы валидной y -переменной y_{i1} без учета величин «весов» 0.5101, 0.3820, - 0.3918, 0.4447, 0.4149 при изменчивости переменных более краток: вид(y_{i1}) = <БКЗ> - (<БКЗ> + <БДЗ>) - (<БКЗ> - <БДЗ>) + (<БКЗ> + <БДЗ>) + (<БКЗ> - <БДЗ>) = <БКЗ> + <БДЗ>.

Смысл фактора y_{i1} есть «муниципальные будущая кредиторская и будущая дебиторская задолженности всех типов».

Аналогично рассмотрим 2-ой главный фактор: $y_{i2} = 0.5719z_{i3} + 0.5645z_{i4} + 0.3311z_{i5} - 0.4164z_{i6}$. Он не коррелирован с 1-ым фактором. Составим смысловую комбинацию видов задолженностей для фактора y_{i2} , используя вид задолженности каждого показателя $z_{i3}, z_{i4}, z_{i5}, z_{i6}$, которые зафиксированы экспертом-бухгалтером.

Так как $y_{i2} = 0.5719z_{i3} + 0.5645z_{i4} + 0.3311z_{i5} - 0.4164z_{i6}$, то Вид(y_{i2}) = 0.5719*вид(z_{i3}) + 0.5645*вид(z_{i4}) + 0.3311*вид(z_{i5}) - 0.4164*вид(z_{i6}) = +0.5719<БКЗ> + 0.5645<БДЗ> + 0.3311<БКЗ> - 0.4164 (<БДЗ> + <БКЗ>).

Аналогично вышеизложенному, считая, что при любом ненулевом проявлении изменчивости $z_{i3}, z_{i4}, z_{i5}, z_{i6}$ (ненулевом значении «веса» $c_{k2}, k=3,4,5,6$) z -переменной в формуле валидной y -переменной, выводится тип вида задолженности 2-го фактора, равного <БКЗ>: вид(y_{i2}) = <БКЗ> + <БДЗ> + <БКЗ> - (<БДЗ> + <БКЗ>) = 2<БКЗ> = <БКЗ>. Мы обнаружили, что задолженности 1-го y_{i1} трактуется как <БКЗ> + <БДЗ>, задолженности 2-го y_{i1} трактуется как «БКЗ». Смысл 3-ей комбинации отличен от смыслов первых 2-х комбинаций: он означает «время» - срок платежей по векселям (в сотнях месяцев). Срок платежей по векселям (время) всегда является существенным фактором, он независим от двух видов задолженностей.

Заметим, что смысл «веса» не учитывает знак смысла (из-за многозначности области условно непрерывных значений оператора смысл: оттенков, нюансов много во фразах, передающих

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

смысл), а вид «веса» учитывает знак «веса» (из-за бинарности области значений оператора вид).

Во второй группе выведена оригинальная формула вычисляемого каждым предприятием отдельно ключевого показателя «мощность прибыльного предприятия». Данный показатель измеряет то, что нужно, поэтому он предпочтителен для применения в практику работы предприятий. Разработана когнитивная модель интеллектуального анализа. Формула валидного показателя «мощность прибыльного предприятия» [11].

Детали моделей из группы 2 изложены в [5,8-11]. В статье [11] обоснована необходимость применения на практике телекоммуникационных компаний вычисляемого показателя «мощность прибыльного предприятия» в качестве ключевого показателя (KPI), применяемого (контролируемого) в планах стратегии развития бизнеса. Стандартные ключевые показатели в настоящее время неправильно отражают эффекты работы предприятий, а «мощность прибыльного предприятия» измеряет то, нужно, поэтому он предпочтителен для применения в практике работы предприятий.

Из третьей группы когнитивных поведенческих моделей выделим когнитивную модель изменчивости показателей отрицательной селекции индивидов [0], из применения которой получены несколько содержательных знаний-выводов для фактического (наблюдаемого в сегодняшней жизни) поведения индивидов, попавших под действие формализованного нами закона отрицательной селекции (П.Сорокин) и его последствий.

Когнитивная модель изменчивости показателей отрицательной селекции основана на математической модели изменчивости некоррелированных валидных, коррелированных z-переменных с управляемыми значениями дисперсий (вычисляемых и моделируемых). Модельные изменчивости показателей, соответствующие закону отрицательной селекции, показателей «потери индивидом «чувственной культуры» (следствие закона отрицательной селекции) адекватны реальным. Взаимные динамики рядов собственных изменчивостей смоделированных показателей точно соответствуют заданным значениям измерителей тесноты связи ([37], Рисунки 1,2,3,4,5,6,7). Получены несколько содержательных выводов (цифровых знаний) для поведения индивидов, попавших под действие формализованных нами [37] закону отрицательной селекции и его последствиям, например: «при постоянном убывании «стремления к самостоятельности» (из-за отсутствия необходимости в этом: зависит от других факторов) при законе отрицательной

селекции жажда власти более выражена, ее тренд не убывает, колебания высоки, сильнее выражены, чем у «лени». Выводы сформулированы по $m=36$ (3 года) значениям каждого из модельных переменных. Сопоставимость кривых основана на аксиоме о собственных отклонениях.

Изучены особенности математической и когнитивной моделей изменчивостей показателей отрицательной селекции и показателей «потери индивидом «чувственной культуры» [37].

Описания когнитивных моделей из третьей группы и детали их применения в других предметных областях: когнитивная модель измерений изменчивостей неизмеряемых показателей сознания индивида [29], когнитивная модель структуры муниципального органа по мониторингу моральной среды для подвидов человеческих ресурсов [28], когнитивная модель оцифровки показателей индивидуального сознания цивилизованного предпринимателя [25], когнитивная модель образовательной, научной работ профессора университета [30].

Модель цифровизации поведенческой модели с ошибками невозвратных затрат (Digitalization of the behavioral model with errors of non-returnable costs) является приложением теории перспектив 1-го поколения (Thaler R.H.-лауреат премии Нобеля по экономике за 2017г.) [24]. Модель цифровизации поведенческой модели с ошибками невозвратных затрат реализовала оцифровку ситуации подталкивания человека к индивидуально оптимальным решениям и ситуацию подталкивания индивида к антиобщественным решениям: «купить диссертацию ... и получать стимулирующие выплаты» [24]. Модель может применяться для описания и объяснения целого ряда решений, не вписывающихся ни в какие канонические теории рационального экономического выбора.

Когнитивная модель оцифровки показателей индивидуального сознания цивилизованного предпринимателя изложена в статье [25], когнитивное моделирование изменения цен и денежных затрат населения Республики Казахстан – в [8], когнитивное моделирование зависимости количества телефонов в квартирах от изменения доходов и расходов населения Республики Казахстан – в [9], когнитивное моделирование зависимости количества индивидуальных телефонов на предприятиях от изменений в структуре доходов и расходов предприятий – в [10], формула валидного показателя «мощность прибыльного предприятия», назначенного как новый ключевой показатель (KPI) получена при когнитивном моделировании [11]. Стандартные ключевые показатели в настоящее время неправильно отражают эффекты работы

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

предприятий, а «мощность прибыльного предприятия» измеряет то, нужно, поэтому он предпочтителен для применения в практике работы предприятий.

Когнитивная модель образовательной, научной работ профессора университета [30] позволяет реализовать реалистичную рейтинговую оценку рейтинга ППС вуза. Когнитивная модель оцифровки показателей индивидуального сознания цивилизованного предпринимателя предназначена служит инструментом реформирования бизнеса страны.

Когнитивный компьютер хорошо проявлен в приложениях в разных предметных областях. Приложения моделей на проведенных «натурных» экспериментах над «живой» системой, где происходят (произошли) процессы, события, «живой» системе: в семье, на предприятии, в районе, в области, в сознании индивида, цивилизованного предпринимателя.

Реальность оказалась гораздо интереснее и сложнее [3,4,7-11]. Без субъективного восприятия, без субъективных критериев компетентного индивида нельзя обходиться в моделях поведенческой экономики, поведенческой финансов – новых отраслей науки, изучающих жизнь индивидов в разных ситуациях (Live Science).

В статьях [5,8-11] формализуются и моделируются «процессы системной дезинтеграции, происшедшие в экономике (народном хозяйстве), социальной структуре, общественной и политической сфере привели к появлению в Казахстане небольшого количества крупных доходных и недоходных предприятий с инвестициями в основном капитале. В неприятные, непонятные ситуации попали как работодатели, так и менеджеры, наемные работники и население страны».

Когнитивный компьютер имеет приложения в финансовой инженерии и в инженерии технических систем. Учет индивидуального поведения дилеров и интересов финансового бизнеса реализован в моделях расчета риска изменения процентной ставки «доходность до погашения» по государственным ценным бумагам республики казахстан, номинированным в тенге, в долларах [19,20].

В статье [38] разработана цифровая модель работы гидромотора. Рассмотрены реальные измерения в технической системе агрегат-гидромотор. Выявлен факт: 3-мерные реальные выборки $Z_{mn}^{(1)}, Z_{mn}^{(2)}, Z_{mn}^{(3)}, Z_{mn}^{(4)}$, $m=45, n=3$, имеют одинаковые «цифровые портреты», а при анализе 4-х таблиц стандартизованных данных, выявлены скрытые (неизмеряемые, но вычисляемые) показатели работы гидромотора. Вычислены 2 существенных показателей y_1, y_2 с именными смыслами «мощность, потребляемая

гидромотором на вращение с управляемой частотой оборотов гидромотора и поддержание уровня давления» (y_1) и «регулируемая частота оборотов «механизма X» (y_2). Цифровые портреты ([38], Таблица 1, Таблица 2) и модельные формализации разработаны в виде линейных уравнений изменчивости переменных (измеренных и вычисленных) и в виде многомерных уравнений когнитивных смыслов изменчивости переменных. Номинальная мощность гидромотора распределяется на сумму из 3-х локальных мощностей: 36.650916% от номинальной мощности гидромотора плюс 36.650916% мощности гидромотора, затрачиваемой на регулирование перепада давления в гидромоторе, плюс 26.697889 % траты мощности гидромотора на обеспечение нужной частоты оборотов гидромотора».

Когнитивные вычисления по сути проводятся с помощью двух арифметических операций сложения и вычитания, что соответствует натурным действиям умножения, убавления (в разы). Это соответствует когнитивности смысловых многомерных уравнений.

При когнитивной цифровизации работы технической системы необходимо оперировать с числами без единиц измерения, можем умножать или делить их друг с другом. Например, числовые значения с единицами измерения физических величин кВт, мПа, обороты/мин должны подвергаться арифметическим операциям умножения, деления, сложения, вычитания. Тогда получаемые результаты не имеют единиц измерения. Единицы измерения физических величин кВт, мПа, обороты/мин при статистическом анализе взаимосвязей должны заменяться безразмерными числами.

Если число a умножается на число $1+e$ (увеличивается при сложении), то к значению числа a прибавляется число ae . Если число a делится на число $1+e$ (уменьшается при вычитании), то от числа a вычитается число e , уменьшенное в $1+e$ раз. Таким образом при арифметических операциях с числом a , имеющим размерность (например, м), его значение либо увеличивается на ae , либо уменьшается ($a/(1+e)=(a+ae-ae)/(1+e)=a-[ae/(1+e)]$) на величину $ae/(1+e)$. Следовательно эти 2 изменения значения числа a отклоняют влево на величину $ae/(1+e)$, вправо на величину ae . Считать как изменчивость величины a в тех же единице измерения (например, в квт). Об изменчивости мощности любого механизма он хорошо осведомлен.

В приложения применяются требуемые модели такие как модель расчета субъективных вероятностей в бизнесе, обратная модель множественного линейного регрессионного анализа [15].

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

Сформирована База знаний (текстовые файлы)- совокупность фраз и правил (критериев), матриц индикаторы знаний, объединенных Единый инфо-объект [39]. К ЕИФ прилагается ЕЦО – цифровой, содержащий входные и выходные объекты. База знаний из выбранной предметной области является важнейшей частью настольной экспертной системы как модели поведения экспертов в определённой области знаний с использованием процедур логического вывода и принятия решений, экспертных систем

Результаты исследований и проведенных когнитивных вычислений, фрагменты сложных расчетов по применению когнитивных моделей решения прямой задачи цифровизации взаимосвязанных показателей с заданными именами-смыслами и заданными индикаторами наличия извлекаемых знаний из пары матриц A^+_{qr} , B^+_{rp} сохраняются в ЕИФ и ЕЦО, обновляются, уточняются.

Подсистема интеллектуального анализа БС - полсистема извлечения знаний в Экспертной Системе биллинга, развивается с появлением новых решений и других проблемных ситуаций.

Извлечение цифровых знаний из числовых реальных данных- превращение данных в значимую информацию за счет применения различных инструментов и технологий (например, разработки математической модели и многомерных уравнений когнитивных смыслов изменчивостей переменных), направленных на получение требуемых знаний и/или ценности.

ЕИО и ЕЦО ценны при отсутствии «натурного» эксперимента над «живой» системой (в сознании индивида, в семье, на предприятии, в районе, в области, в отрасли экономики, республике). Эксперимент над моделью системы или игра над моделью во времени – модельные данные, равные значениям признаков объектов, если процесс измерений дорог, невозможен или недопустим (опасен).

Заключение

Мы изложили теоретические, прикладные результаты, использовались таблиц реальных данных, вычислительные и модельные расчеты по таблицам реальных данных. Убедились на что и как нацелен когнитивный компьютеринг. Увидели

как и при каких математических условиях (при формализации неформализуемого явления, события) возможно создание требуемых (наличие уместности для более широкого развития) интеллектуальных экспертных систем, которые могут решать поставленные задачи с участием человека.

Проведены исследовательская, аналитическая, вычислительная работы по разработанному прикладным программам углубленного анализа многомерных данных. Математическое, алгоритмическое, программное обеспечения для реализации приложений когнитивных моделей 3 типов.

Решаемые задачи при эксплуатации указанных программ когнитивного компьютеринга (в приложениях моделей) являются новыми. Разработанные математическое и информационное обеспечение использовались в АО «Народный банк Казахстана» [19,20], в подсистеме извлечения знаний ЭС биллинга. Наше ПО дополняет по функциям ранее внедренные в АО «Казахтелеком» прикладное программное обеспечение поддержки актуальных бизнес- и информационных процессов биллинга. Результаты анализа из подсистемы извлечения знаний должны изменять приносящие доходы бизнес-процессы АО «Казахтелеком». Компьютерные программы вошли в состав функционального наполнения ППП «Спектр» [36]. Входные текстовые файлы с расширением *.inp, выходные текстовые файлы с расширением *.out файлы и описания используемых моделей, алгоритмов, реальных цифровых данных.

Научное обоснованное теоретической (модельной) адекватности полученных модельных многомерных данных обязательно подтверждается визуализацией взаимных динамик нескольких показателей. Эти графики наглядно показывают то, что должно быть в действительности. Не возникает сомнений по «работе» когнитивного компьютеринга, по уместности когнитивных допущений. Описание вычислительных экспериментов (с применением виртуальной БД) когнитивного компьютеринга – тема отдельной статьи.

References:

1. Zhanatauov, S.U. (2020). Transformation of a system of equations into a system of sums of cognitive meaning of variability of individual consciousness indicators. *ISJ «Theoretical & Applied Science»*, №11, vol.91, pp.531-546. www.t-science.org
2. Zhanatauov, S.U. (2021). Modeling the variability of variables in the multidimensional

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИИ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

- equation of the cognitive meanings of the variables. *ISJ «Theoretical & Applied Science»*, 2021, №1, vol.93, pp.316-328. www.t-science.org
3. Zhanatauov, S.U., & Seitkamzina, R.B. (2020). Matrices of indicators of recoverable knowledge. *ISJ «Theoretical & Applied Science»*, №3, vol.83, pp.464-475. www.t-science.org
 4. Zhanatauov, S.U. (2020). Modeling of redundancy -canonical variables with various dispersions. *ISJ «Theoretical & Applied Science»*, №4, vol.84, 475-492. www.t-science.org
 5. Zhanatauov, S.U. (2015). Kognitivnaja karta i kognitivnaja model' analiza glavnyh komponent (telekommunikacionnaja otrasl'). Nacional'naja asociacija uchenyh (NAU). IX Mezhd.nauch.-prakt. konf.: «Otechestvennaja nauka v jepohu izmenenij: postulaty proshlogo i teorii novogo vremeni». Rossija, g.Ekaterinburg, 16-17 maja 2015g. (pp. 55-58). Retrieved from <http://national-science.ru/>
 6. Zhanatauov, S.U. (2013). Obratnaja model' glavnyh komponent. (p.201). Almaty: Kazstatinform.
 7. Zhanatauov, S.U. (2018). The theorems of values of relationships between groups of variables. *Int.Scienc.Jour. "Theoretical & Applied Science"*, №3(59): pp. 249-256. www.t-science.org
 8. Zhanatauov, S.U. (2020). Cognitive simulation of price changes and money costs of the population of the Republic of Kazakhstan. *ISJ «Theoretical & Applied Science»*, №1, vol.81, pp.135-143. www.t-science.org
 9. Zhanatauov, S.U. (2020). Cognitive modeling of dependence of quantities of its in apartments from changes in income and expenditures of population Republic of Kazakhstan. *ISJ «Theoretical & Applied Science»*, №1, vol.81, pp.543-555. www.t-science.org
 10. Zhanatauov, S.U. (2020). Cognitive modeling of dependence of number of individual telephones at enterprises on changes in structures of income and expenditure of enterprises. *ISJ «Theoretical & Applied Science»*, № 2, vol.82, pp.213-221 www.t-science.org
 11. Zhanatauov, S.U. (2020). Formula of the key indicator "power of a profitable enterprise". *ISJ «Theoretical & Applied Science»*, №2, vol.82, pp.222-236. www.t-science.org
 12. Zhanatauov, S.U. (2019). A matrix of values the coefficients of combinational proportionality. *Int. Scientific Journal Theoretical & Applied Science*, №3(68), 401-419. pp. www.t-science.org
 13. Chalmers, C.P. (1975). Generation of correlation matrices with a given eigen-structure. *J. Stat. Comp. Simul.*, vol.4, pp.133-139.
 14. Zhanatauov, S.U. (2018). Model of digitalization of the validity indicators and of the measurable indicators of the enterprise. *Int.Scienc.Jour. "Theoretical & Applied Science"*, № 9(65): pp.315-334. www.T-Science.org
 15. Zhanatauov, S.U. (2018). Inverse model of multiple linear regression analysis. *Int.Scienc.Jour. "Theoretical & Applied Science"*, №4 (60):201-212. www.t-science.org
 16. Zhanatauov, S.U. (2019). Coefficients of regression, containing mathematically introduced and cognitively extractable knowledge. *ISJ Theoretical & Applied Science*, № 6 (74): 613-622. www.t-science.org
 17. Hotelling, H. (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. – *J. Educ. Psychol.*, vol.24, pp. 417-441, pp. 498-520.
 18. Zhanatauov, S.U.(2017). Theorem on the Λ -samples. *ISJ «Theoretical & Applied Science»*, № 9, vol. 53, pp.177-192. www.T-Science.org
 19. Zhanatauov, S.U. (2017). A model of calculation risk changing of the interest rate "yield to maturity date" for foreign currency bonds of the republic of Kazakhstan. *International scientific journal «Theoretical & Applied Science»*, № 8, vol. 52, pp. 19-36. www.t-science.org
 20. Zhanatauov, S.U. (2019). Risk calculation model of interest rate change " yield to maturity date " for the state securities of the republic of kazakhstan nominated in tenge. *Int.Scienc.Jour. "Theoretical & Applied Science"*, № 9 (77): pp. 401-419. www.t-science.org
 21. Zhanatauov, S.U. (2013). Kognitivnaja karta i model' social'no-jekonomicheskijh faktorov kar'ernoj uspešnosti škol'nikov municipal'nyh škol SShA. *Sibirskij pedagogičeskij žurnal*, №6, pp. 28-33.
 22. Zhanatauov, S.U. (2014). Analiz budušhijh debitorskoj i kreditorskoj zadolžen nosterj muni palitetov gorodov. *Jekonomičeskij analiz: teorija i praktika*, Moscow: №2(353), pp.54-62. www.fin-izdat.ru/journal/analiz/
 23. Zhanatauov, S.U. (2018). Model of digitalization of indicators of individual consciousness. *Int.Scienc.Jour. "Theoretical & Applied Science"*, №6(62): pp.101-110. www.t-science.org
 24. Zhanatauov, S.U. (2018). Digitalization of the behavioral model with errors of non-returnable costs. *Int.Scienc.Jour. "Theoretical & Applied Science"*, №8(64): pp.101-110. www.t-science.org
 25. Zhanatauov, S.U. (2019). Cognitive model for digitalizing indicators individual consciousness of a civilized entrepreneur. *Int.Scienc.Jour. "Theoretical & Applied Science"*, № 8(76): pp.172-191. www.t-science.org

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИИ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

26. Zhanatauov, S.U. (2018). Model of digitalization of the validity indicators and of the measurable indicators of the enterprise. *Int.Scienc.Jour. "Theoretical &Applied Science"*, № 9(65):pp. 315-334. www.t-science.org
27. Zhanatauov, S.U. (2020). Cognitive model of variability in negative breeding indicators. *ISJ «Theoretical&Applied Science»*, №8, vol.88, pp.117-136. www.t-science.org
28. Zhanatauov, S.U. (2019). Cognitive model of the structure of the municipal body on monitoring the moral environment for subsidies of human resources. *Int. Scien.Jour. "Theoretical &Applied Science"*, № 7(75): pp.401-418. www.t-science.org
29. Zhanatauov, S.U. (2020). Measurement of variability of unmeasured indicators of individuals. *ISJ «Theoretical&Applied Science»*, №10, vol.90, pp.204-217. www.t-science.org
30. Zhanatauov, S.U. (2020). Cognitive model of educational, scientific work of a university professor. *ISJ «Theoretical&Applied Science»*, №5,vol.85, pp. 830-843. www.t-science.org
31. Zhanatauov, S.U. (2019). Cognitive model for digitalizing indicators individual consciousness of a civilized entrepreneur. *Int.Scienc.Jour. "Theoretical &Applied Science"*, № 8(76): pp. 172-191. www.t-science.org
32. Zhanatauov, S.U. (2018). Modeling eigenvectors with given the values of their indicated components. *Scientific Journal Theoretical &Applied Science*, №11(67), pp.107-119. www.t-science.org
33. Zhanatauov, S.U. (2018). Inverse spectral problem with indicated values of components of the eigenvectors. *Int. Scientific Journal Theoretical &Applied Science*, №11(67), pp.358-370. www.t-science.org
34. Zhanatauov, S.U. (2018). Inverse spectral problem. *Int. Scientific Journal Theoretical &Applied Science*, №12(68), 101-112. www.t-science.org
35. Zhanatauov, S.U. (2017). The optimization problem with linearized equations f-parameters (f1,f2,f3,f4,f5,f6)-spectrum. *International scientific journal Theoretical &Applied Science*, №11,vol.55,pp.251-267. www.t-science.org
36. Zhanatauov, S.U. (2017). Block-diagonal correlation matrices of λ -samples. *International scientific journal Theoretical &Applied Science*, №12, vol.56, pp.101-111 www.t-science.org
37. Zhanatauov, S.U. (1988). *O funkcional'nom napolnenii PPP Spekr./ Sistemnoe modelirovanie -13.-* Novosibirsk, pp.3-11.
38. Zhanatauov, S.U. (2019). Mathematical model «lower classes do not want, upper circles cannot». *Int.Scienc.Jour. "Theoretical &Applied Science"*, № 11 (79): pp.565-583. www.t-science.org
39. Zhanatauov, S.U., & Niyazbayev, A.K. (2021). Digital model of the hydraulic motor operation *ISJ «Theoretical&Applied Science»*, №3, vol.95, pp.101-109. www.t-science.org
40. (2018). Virtual database. I *Int.Scienc.Jour. "Theoretical &Applied Science"*, №2,vol.58,187-198. www.t-science.org
41. Christof Koch, & Idan Segev (2003). *Methods in Neuronal Modeling: From Ions to Networks* (Computational Neuroscience). Second edition A Bradford Book. (343 p).