

Impact Factor:

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

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
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: 10 Volume: 102

Published: 27.10.2021 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



S. U. Zhanatauov

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

A DIGITAL MODEL OF CLIMATE VARIABILITY

Abstract: A digital model of climate variability with a number of variables has been developed ($5+4+4+4=17$) and parameters ($5*5+4*4+4=45$). Two systems of linear equations for 5 and 4 z-variability. The first is with the right part equal to u-variability (for 5 z-variability), the second is v-variability (for the other 4 z-variability).. A mathematical multidimensional model is correctly transformed into a system of semantic equations with unknown m z-variability, m u-variability, m v-variability, in the presence of knowledge indicators. The uncorrelation of m u-variability with m v-variability exactly corresponds to the independence of the meaning of each u-variability from the meaning of each v-variability. Transformation of one multidimensional linear equation of cognitive meanings of variability z_1, \dots, z_5 of z-variables z_1, z_2, \dots, z_5 and the meaning of one u-variable into m linear equations of values of 5 z-variability characterizing the variability of negative consequences for human economic activity gives m values of 5 z-variability and m values of one u-variability. Transformation of one multidimensional linear equation of cognitive meanings of variability z_6, \dots, z_9 of z-variables z_6, \dots, z_9 and one v-variable into m linear equations with 4 z-variability characterizing climate variability gives m values of 4 z-variability, m values of one of the 4 v-variability. The values and the number of indicators are the control parameters of the digital model. They are equal to $4+27=31$, where 4 is the number of variances of hidden variables, $16+11=27$ is the number of indicators.

An example of modeling the values of variability of climate change indicators is carried out. The values of parameters and variables (various in the sense of interpretation) of the digital model of climate variability are found. They numerically and visually show that the types of dependencies of climate change indicators correspond to reality (Figures 4-8).

Key words: digital model, climate, variability.

Language: Russian

Citation: Zhanatauov, S. U. (2021). A digital model of climate variability. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 10 (102), 846-863.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-10-102-96> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2021.10.102.96>

Scopus ASCC: 2604.

ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ ИЗМЕНЧИВОСТЕЙ КЛИМАТА

Аннотация: Разработана цифровая модель изменчивости климата. Две системы линейных уравнений для 5-и и 4-х z- изменчивостей. Первая - с правой частью, равной u-изменчивости (для 5 z-изменчивостей), вторая - v-изменчивости (для других 4 z-изменчивостей).. Математическая многомерная модель корректно преобразуется в систему смысловых уравнений с неизвестными m z-изменчивостями, m u-изменчивостями, m v-изменчивостями, при наличии индикаторов знаний. Некоррелированность m u-изменчивостей с m v-изменчивостями точно соответствует независимости смысла каждой u-изменчивости от смысла каждой v-изменчивости. Трансформация одного многомерного линейного уравнения когнитивных смыслов изменчивостей z_1, \dots, z_5 z-переменных z_1, z_2, \dots, z_5 и смысла одной u-переменной в m линейных уравнений значений 5 z-изменчивостей, характеризующих изменчивости негативных последствий для хозяйственной деятельности человека, дает m значений 5 z-изменчивостей и m значений одной u-изменчивости. Трансформация одного многомерного линейного уравнения когнитивных смыслов изменчивостей z_6, \dots, z_9 z-переменных z_6, \dots, z_9 и одной v-переменной в m линейных уравнений с 4-мя z-изменчивостями,

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	ПИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 9.035	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

характеризующих изменчивости климата, дает t значений 4 z -изменчивостей, t значений одной из 4 -х v -изменчивостей. Величины и количество индикаторов являются управляющими параметрами цифровой модели. Их количество равно $4+27=31$, где 4 -количество дисперсий скрытых переменных, $16+11=27$ -количество индикаторов.

Приведен пример моделирования значений изменчивостей показателей изменений климата. Найдены значения параметров и переменных (разнообразные по смыслу интерпретации) цифровой модели изменчивости климата. Они численно и визуалью показывают соответствие реальности видов зависимостей показателей изменений климата (Рисунки 4-8).

Ключевые слова: цифровая модель, изменчивость, климат.

Введение

«Негативное воздействие деятельности человека на климат скрывается за высокими заборами промышленных и сырьевых предприятий, а редкие катастрофы, инциденты (вброс в море нефти из буровых платформ, из тонущих танкеров, отравление фауны, флоры океана неустановленными лицами, или при ошибках во время учений, запусков летающих объектов) быстро ликвидируются, но остаются разрушительные, «губительные для ...» последствия, портящие не только климат. Негативное воздействие деятельности человека на климат является важнейшей проблемой, эту проблему должны решать люди с другими статусами» [1].

Исследуемая нами система «изменение климата - природные и хозяйственные последствия» обладает асимметрией информации и неполными данными. Актуальными являются системные формализованные междисциплинарные теории негативного воздействия деятельности человека (по неизвестным причинам) на климат и влияние изменений климата (зависящих от скрытых факторов) на деятельность человека. Пока ограничимся моделированием в системе «изменение климата - природные и хозяйственные последствия».

Имеются разнообразные исследования, посвященные разным аспектам изменений климата Земли, проведенные в рамках разных отраслей знаний. Имеются краткие сжатые в словесные фразы-результаты. Среди них выберем результаты, приведенные в материалах Всемирного банка (заказ ООН)¹. «Богатые страны, которые давно входят в число промышленно развитых, несут основную ответственность за возникновение проблемы изменения климата, в то время как беднейшие общины и страны больше всего страдают от последствий, поскольку, как правило, именно они принимают на себя главный удар сильных наводнений, засух, бурь и других предсказуемых явлений, средств на эффективную борьбу с которыми у них не хватает». По сути, из-за изменения климата, оставляющего людей в

нищете, можно потерять то, чего удалось добиться в сфере мирового развития»¹¹.

Деятельность человека является «измеряемой ричиной» негативных последствий от изменений климата. Измерения показателей изменений климата менее доступны (их можно считать неполными), чем измерения показателей негативной деятельности или негативных последствий для человека от изменений климата. Существует также и другая группа людей, чья деятельность повлияла на климат. Данные по последствиям - показатели негативных последствий для человека более доступны и полны, чем трудно измеряемые показатели непредсказуемых климатических явлений (ураганы, сильные дожди). Поэтому индикаторы присутствия знаний мы выделяем в 1-ой (из 2-х) группе z -переменных, в матрице A_{54} .

Введем показатели деятельности человека и изменений климата, введем параметры, переменные, изменчивости переменных, математические функции, уравнения, системы уравнений, системы многомерных когнитивных уравнений смыслов изменчивости переменных, надлежащие критерии, функции ограничений, целевую функцию.

Наша цифровая модель должна включать в себя больше переменных, параметров, чем модель [1]. Возможности модели возрастут, если будут введены в многомерную модель фиктивные переменные, дисперсии (измерители изменчивости переменных) которых обладали бы полезными свойствами. Например, сохраняли сумму дисперсий при линейных преобразованиях. А доля и число доминирующих дисперсий были бы относительно большими. Большое количество доминирующих дисперсий означает наличие большого количества скрытых факторов, влияющих на изменение климата. Применялась длинная цепь модельных цифровых многомерных объектов из ОМ АИКП: $(A_{54}, \Lambda_{44}^2) \rightarrow A_{54}$; $(B_{44}, \Lambda_{44}^2) \rightarrow (B_{44})$; $(A_{54}, B_{44}) \rightarrow (U_{24,4}, V_{24,4})$; $(U_{24,4}, V_{24,4}) \rightarrow (Z_{24,4}, Z_{24,4})$.

В нашей модели мы собираемся оцифровывать $(5+4)+(4+4)=17$ показателей из 4-х множеств переменных $((U_{24,4}, V_{24,4}) \rightarrow (Z_{24,4}, Z_{24,4}))$,

¹ <https://www.un.org/ru/youthink/climate.shtml>.

Impact Factor:

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

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

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

характеризующих изменчивость климата и их последствия для жизни людей.

Обратная Модель Анализа Избыточно-Канонических Переменных

Метод избыточных переменных изложен в статье [1], метод канонических переменных изложен в статье [3], метод избыточно-канонических переменных с одинаковыми дисперсиями (Прямая Модель АИКП) – в статье [4]. Избыточно-канонические переменные с различными дисперсиями [5] – результат последовательного преобразования матриц z-переменных методами избыточных [2], затем – методом канонических переменных [3]. Индексы избыточностей 4 пар множеств переменных исследованы в терминах RV-коэффициентов в статье [4].

Здесь излагается Обратная Модель Анализа Избыточно-Канонических Переменных (ОМ АИКП) с одинаковой матрицей $\Lambda_{pp} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$ дисперсий избыточно-канонических u- и v-переменных. В статье [6] мы сформировали новую структурную матрицу (Таблица 5 [6]) и провели моделирование рассматриваемых ниже матричных объектов. Будем использовать случай равенства $\Lambda_{pp}^{(1)} = \Lambda_{pp}^{(2)} = \Lambda_{pp}$ [4], случай несовпадения 2-х множеств дисперсий u- и v-переменных [5]: $(1/m)U^T U = \Lambda_{pp}^{(1)}$, $(1/m)V^T V = \Lambda_{pp}^{(2)}$ для применения в цифровой модели не рассматриваем.

В ПМ АИКП [4] решается ПСЗ (однородная спектральная задача) вида $(\Psi_{12}\Psi_{21} - \Lambda^2)A_{qp} = 0$ для известной симметрической матрицы $\Psi_{12}\Psi_{21}$. решением ПСЗ является пара матриц (Λ^2_{pp}, A_{qp}) , где $\Lambda^2_{pp} = \text{diag}(\lambda^2_1, \dots, \lambda^2_p)$ – матрица положительных собственных чисел, A_{qp} – матрица собственных векторов $\mathbf{a}_j = (a_{1j}, \dots, a_{qj})^T$ $j=1, \dots, p$. Пара матриц (Λ_{pp}, A_{qp}) и матрицы Λ_{pp}, A_{qp} определяют другую матрицу B_{pp} собственных векторов $\mathbf{b}_j = (b_{1j}, \dots, b_{pj})^T$ $j=1, \dots, p$, равную $B_{pp} = \Lambda^{-1}\Psi_{21}A_{qp}$, при этом для матриц $A_{qp}, B_{pp}, \Lambda_{pp}$ верны равенства $A_{qp}\Psi_{12}B_{pp} = \Lambda_{pp}$, $A^T A = I_{pp}$, $B^T B = I_{pp}$. Заметим: здесь отсутствуют равенства $AA^T = I_{qq}$, $BB^T = I_{pp}$, т.е. матрицы ортогональны, но не ортонормированы. В нашей обратной задаче мы введем это условие ортонормированности (смотрите ниже).

Образуется 2-ая пара матриц (Λ_{pp}, B_{pp}) , для которых верны равенства: $B^T B = I_{pp}$, $V_{mp} = Z_{mp} B_{pp}$, $(1/m)V^T V = I_{pp}$ (в обратной задаче: $(1/m)V^T V = \Lambda_{pp}$). Для матрицы A_{qp} , верны равенства: $U_{mp} = Z_{mq} A_{qp}$, $B_{pp} = \Lambda^{-1}\Psi_{21}A_{qp}$, где $(1/m)U^T U = I_{pp}$ (в обратной задаче: $(1/m)U^T U = \Lambda_{pp}$). Матрица z-переменных $\{z_1, \dots, z_q\}$ Z_{mq} и матрица z-переменных $\{z_{q+1}, \dots, z_{q+p}\}$ Z_{mp} преобразуются в матрицы би-ортогональных u- и v-переменных: $U_{mp} = Z_{mq} A^+_{qp}$, $V_{mp} = Z_{mp} B^+_{pp}$, $(1/m)U^T V = \Lambda^2_{pp} = \text{diag}(\lambda^2_1, \dots, \lambda^2_p)$.

В применяемой нами обратной задаче моделируются A_{qp} , B_{pp} , удовлетворяющие ОСЗ видов $(Q_{qq} - \Lambda^2)A_{qp} = 0_{qp}$, $(S_{qp} - \Lambda^2)B_{pp} = 0$ для неизвестных симметрических матриц Q_{qq} , S_{qp} . Так как решаются ОСЗ для симметрических матриц Q_{qq} , S_{qp} , то матрицы A_{qp} , B_{pp} могут быть, в частности, ортонормированными. А при ортонормированном преобразовании стандартизованных матриц Z_{mq} и Z_{mp} получаемые матрицы $U_{mp} = Z_{mq} A_{qp}$ и $V_{mp} = Z_{mp} B_{pp}$ будут удовлетворять соотношениям ПМ ГК. Матрицы U_{mp} и V_{mp} будут матрицами главных компонент, будут иметь неодинаковые дисперсии $\lambda_1, \dots, \lambda_p$. Но матрицы Z_{mq} и Z_{mp} будем получать из матриц избыточно-канонических, умноженных на диагональную матрицу $\Lambda_{pp} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$, а при ортонормированном преобразовании каждая из матриц u- и v-переменных должна быть не ортогональной, а диагональной: $(1/m)U^T U = \Lambda_{pp}$, $(1/m)V^T V = \Lambda_{pp}$, $(1/m)U^T V = \Lambda^2_{pp} = \text{diag}(\lambda^2_1, \dots, \lambda^2_p)$. Моделирование 2-х матриц U_{mp} , V_{mp} би-ортогональных избыточно-канонических переменных производится при решении отдельной ОЗ с входным объектом $\Lambda_{pp} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$. Эта Оптимизационная Задача 3 решается после получения модельных пар матриц (A_{qp}, Λ^2_{pp}) , (B_{pp}, Λ^2_{pp}) в результате решений Оптимизационной Задачи 1: $(I_{qq}, I^2_{pp}) \Rightarrow (A_{qp}, \Lambda^2_{pp})$, и Оптимизационной Задачи 2: $(I_{pp}, \Lambda^2_{pp}) \Rightarrow (B_{pp})$. В обратной задаче важны 2 матрицы собственных векторов A_{qp} , B_{pp} – матрицы индикаторов извлекаемых знаний [6]. Элементы диагональной матрицы Λ^2_{pp} моделируются одновременно с элементами матрицы собственных векторов A_{qp} . Диагональная матрица Λ^2_{pp} является входным объектом Оптимизационной Задачи 2: $(I_{pp}, \Lambda^2_{pp}) \Rightarrow (B_{pp})$.

Матрица B_{pp} является матрицей собственных векторов неизвестной симметрической матрицы $Q^T_{pp} = Q_{pp}$ полного ранга. Но они существуют в обратной задаче совместно со своими парами: (Λ^2_{pp}, A_{qp}) , (Λ^2_{pp}, B_{pp}) .

Матрица B_{pp} моделируется зависимым от спектра $\Lambda^2_{pp} = \text{diag}(\lambda^2_1, \dots, \lambda^2_p)$, а спектр $\Lambda^2_{pp} = \text{diag}(\lambda^2_1, \dots, \lambda^2_p)$ предварительно моделируется совместно с матрицей A_{qp} , содержащей индикаторы присутствия знаний (является управляющими параметрами цифровой модели) Спектр $\Lambda^2_{pp} = \text{diag}(\lambda^2_1, \dots, \lambda^2_p)$ имеет доминирующие элементы $\lambda^2_1, \dots, \lambda^2_\ell$, $\ell=3$, а наши рассматриваемые ниже матрицы собственных векторов A_{qp} , B_{pp} преобразуют важные для модели матрицы U_{mp} (в дальнейшем она будет равна $Z_{mq} A_{qp}$) и V_{mp} (в дальнейшем она будет равна $Z_{mp} B_{pp}$) в матрицы Z_{mq} и Z_{mp} значений искомым изменчивостей. При этом матрица U_{mp} би-ортогональных избыточно-канонических переменных умножается справа на диагональную матрицу $\Lambda^{1/2}_{pp}$, этим мы преобразуем одинаковые

Impact Factor:

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

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

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

дисперсии u -переменных в различные дисперсии ($q=5, p=4, \lambda_5=0$), не меняя сумму дисперсий ($=p$). Матрица U_{mp} би-ортогональных избыточно-канонических переменных не преобразуется в матрицу главных компонент, как может показаться. Наивысшую роль в нашей модели играют матрицы собственных векторов A_{qp} B_{pp} из соотношений $(\Psi_{12}\Psi_{21})A_{qp}=\Lambda^2A_{qp}$, $Q_{pp}B_{pp}=\Lambda^2B_{pp}$, $Q_{pp}^TQ_{pp}=I_{pp}$, где матрицы $\Psi_{12}\Psi_{21}$, Q_{pp} - неизвестные симметрические матрицы, имеющие нужные нам матрицы (Λ^2_{pp}, A_{qp}) , (Λ^2_{pp}, B_{pp}) . Матрицы собственных векторов A_{qp} B_{pp} содержат индикаторы извлекаемых знаний, они преобразуют матрицы U_{mp} и V_{mp} . А матрицу V_{mp} мы моделируем последней, решая Оптимизационную Задачу 3. В ОЗ 3 входными объектами являются (Λ_{pp}, U_{mp}) выходным объект матрица V_{mp} такая, что удовлетворяет равенству $\Lambda_{pp}=(1/m)V^TV$, $(1/m)U^TV=\Lambda_{pp}=\text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$. При этом матрица V_{mp} будет также матрицей би-ортогональных избыточно-канонических переменных. Так как A_{qp} B_{pp} являются матрицами индикаторов извлекаемых знаний (смыслов), то лучше матрицы U_{mp} и V_{mp} называть **смысловыми би-ортогональными избыточно-каноническими переменными**.

Полученные матрицы U_{mp} , A_{qp} , V_{mp} , B_{pp} , Λ_{pp} удовлетворяют и соотношениям ПМ АИКП. Схематически ПСЗ $(\Psi_{12}\Psi_{21})A_{qp}=\Lambda^2A_{qp}$ обозначается так: $\Psi_{12}\Psi_{21} \Rightarrow (\Lambda^2, A_{qp})$. Входным объектом ПСЗ является симметрическая $q \times q$ -матрица $(\Psi_{12}\Psi_{21})$, а ее выходными объектами являются матрица собственных чисел $\Lambda^2_{pp}=\text{diag}(\lambda^2_1, \dots, \lambda^2_p)$ и матрица A_{qp} ортогональных собственных векторов $a_j=(a_{1j}, \dots, a_{qj})^T$, $j=1, \dots, p$. Входной объект ПСЗ - матрица $\Psi_{12}\Psi_{21}$, является квадратной симметрической матрицей: $(\Psi_{12}\Psi_{21})^T=\Psi_{12}\Psi_{21}$, а ее решение - пара матриц (Λ^2, A_{qp}) таковы, что выполняются равенства: $(\Psi_{12}\Psi_{21})A_{qp}=\Lambda^2A_{qp}$ $\Lambda_{pp}=\text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$, $\lambda_1 > \dots > \lambda_p > 0$. В нашем примере (смотрите ниже) би-ортогональность пары матриц $(U_{44,4}, V_{44,4})$ выражена при 3-х доминирующих дисперсиях $(1/m)U^TV=\Lambda_{44}=\text{diag}(1.1391, 1.0699, 1.0089, 0.7348)$. почему 3, а не иное?

Модельная подматрица $V_{mp}=Z_{mp}B_{pp}$ - с избыточно примененной матрицы B_{pp} . Матрицы U_{mp} и $V_{mp}=Z_{mp}B_{pp}$ имеют свойства: $(1/m)U^TU=I_{pp}$, $(1/m)V^TV=I_{pp}$, $(1/m)U^TV=\Lambda_{pp}=\text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$. Схематически эта последовательность этапов выглядит так: $(A_{qp}, \Lambda^2_{pp}) \rightarrow A_{qp}$; $(B_{pp}, \Lambda^2_{pp}) \rightarrow (B_{pp})$; $(A_{qp}, B_{pp}) \rightarrow (U_{mp}, V_{mp})$; $(U_{mp}, V_{mp}) \rightarrow (Z_{mq}, Z_{mp})$. Здесь матрицы A_{qp} , B_{pp} содержат небольшое число индикаторов $|c_{kj}| \geq c_0$, извлеченных знаний из 5 соответствующих матриц собственных векторов S_{mn} [7-11]. Когнитивные модели извлечения знаний из 5 реальных телекоммуникационным данным описаны в статьях [7-11]. В настоящей работе индикаторы объединены в отдельные 2

матрицы A_{qp} , B_{pp} (они преобразовываются, как увидим ниже, в матрицы индикаторов присутствия знаний). Информативная схема ОЗ АИКП имеет вид: $(I_{qq}, \Lambda^2_{pp}) \rightarrow A_{qp}$; $(I_{pp}, \Lambda^2_{pp}) \rightarrow (B_{pp})$; $(V^0_{mp}, \Lambda_{pp}) \rightarrow U_{mp}$, $(U_{mp}, \Lambda_{pp}, B_{pp}) \rightarrow (V_{mp})$; $(U_{mp}, A_{qp}, V_{mp}, B_{pp}) \rightarrow (Z_{mq}, Z_{mp})$.

Преобразование пары u - и v -переменных в пару множеств z -переменных на этапе $(U_{mp}, V_{mp}) \rightarrow (Z_{mq}, Z_{mp})$ необходимо для получения модельных числовых данных Z_{mq}, Z_{mp} . Эти матрицы данных Z_{mq}, Z_{mp} имеют 2 матрицы A_{qp}, B_{pp} индикаторов извлеченных знаний, формируемых из информации об именах-смыслах $q+p$ z -переменных, о значениях коэффициентов корреляций $a_{kj}=\text{corr}(z_k, u_j)$, $b_{kj}=\text{corr}(z_k, v_j)$, $\Lambda_{pp}=\text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$.

Математическая постановка задачи

Задача. Для заданной диагональной матрицы $\Lambda_{pp}=\text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$, $\lambda_1 > \dots > \lambda_p > 0$, $\lambda_1 + \dots + \lambda_p = p$, требуется найти значения элементов 2-х модельных подматриц Z_{mq} , Z_{mp} матрицы $Z_{mn}=[Z_{mq}|Z_{mp}]$, состоящей из m значений n z -переменных. Матрица Z_{mq} состоит из m значений z -переменных $\{z_1, \dots, z_q\}$, матрица Z_{mp} состоит из m значений z -переменных $\{z_{q+1}, \dots, z_{q+p}\}$, $n=q+p, q \geq p$.

Получаемые 2 модельные подматрицы Z_{mq} , Z_{mp} должны быть вычислены после *отдельных линейных преобразований*: модельных ортонормированных матриц A_{qp} , B_{pp} . 2 матрицы собственных векторов A_{qp} , B_{pp} должны содержать индикаторы извлекаемых знаний [1] и должны совместно со своими парами: (Λ^2_{pp}, A_{qp}) , (Λ^2_{pp}, B_{pp}) , удовлетворять соотношениям $(\Psi_{12}\Psi_{21})A_{qp}=\Lambda^2A_{qp}$, $Q_{pp}B_{pp}=\Lambda^2B_{pp}$, $Q_{pp}^TQ_{pp}=I_{pp}$, где матрицы $\Psi_{12}\Psi_{21}$, Q_{pp} - неизвестные симметрические матрицы, имеющие нужные нам матрицы (Λ^2_{pp}, A_{qp}) , (Λ^2_{pp}, B_{pp}) .

Для моделирования подматриц Z_{mq} , Z_{mp} рекомендуется применить матрицы U_{mp} и V_{mp} значений би-ортогональных избыточно-канонических переменных. При ортонормированных преобразованиях - матрицах A_{qp}, B_{pp} , матрицы U_{mp} и V_{mp} будут матрицами главных компонент - u -переменных, имеющих неодинаковые дисперсии $\lambda_1, \dots, \lambda_p$. Линейным преобразованиям должны подвергнуться 2 матрицы U_{mp}, V_{mp} значений би-ортогональных избыточно-канонических переменных (biorthogonal canonical-redundancy) u - и v -переменных таких, что: $(1/m)U^TU=\Lambda_{pp}$, $(1/m)V^TV=\Lambda_{pp}$, $(1/m)U^TV=\Lambda_{pp}=\text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$, $\lambda_1 > \dots > \lambda_p > 0$. Модельные матрицы A_{qp} и B_{pp} должны иметь алгебраические свойства ортонормированных матриц: $AA^T=I_{qq}$, $BB^T=I_{pp}$, $A^TA=I_{pp}$, $V^TV=I_{pp}$. Модельная подматрица Z_{mq} должна быть вычислена с применением матрицы

Impact Factor:

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

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

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

A_{qp} , а модельная подматрица Z_{mp} – с применением матрицы B_{pp} . Ортонормированные матрицы A_{qp} , B_{pp} из ПМ АИКП [4] обеспечивают би-ортогональность пары матриц (U_{mp}, V_{mp}) : $(1/m)U^T V = \Lambda_{pp} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$ и би-ортогональность столбцов в каждой из матриц U_{mp}, V_{mp} : $(1/m)U^T U = \Lambda_{pp} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$, $(1/m)V^T V = \Lambda_{pp} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$.

Введенные математически в матрицы A_{qp}, B_{pp} индикаторы извлекаемых знаний остаются неизменными в матрицах A_{qp}, B_{pp} . Этот факт является существенным преимуществом данной постановки Обратной Задаче (ОЗ) АИКП.

Исходными предпосылками ОЗ являются следующие: множество z -переменных разделены на 2 группы: в 1-ую группу объединены q z -переменные z_1, \dots, z_q , во 2-ую – p переменные z_{q+1}, \dots, z_{q+p} , всего $q+p=n$ переменные. Для простоты изложения перенумеруем 2-ую группу: z_1, \dots, z_p . Используемые соотношения из Прямой Модели Анализа Избыточно-Канонических Переменных (ПМ АИКП) приведены в работе [4]. Метод избыточных переменных (МИП, redundancy values analysis, RVA [2]) исследован в [4] в терминах RV-коэффициентов (индексов избыточностей для пар переменных из разных множеств) из статьи [12]. Решение нашей задачи - подматрицы $Z_{mq} | Z_{mp}$ будут моделироваться нами ниже при решении Обратной Задачи АИКП.

Ниже будут изложены алгоритмы реализации ОМ АИКП: $(I_{qq}, \Lambda_{pp}^2) \rightarrow A_{qp}$; $(I_{pp}, \Lambda_{pp}^2) \rightarrow (B_{pp})$; $(V_{mp}^0, \Lambda_{pp}) \rightarrow U_{mp}$, $(U_{mp}, \Lambda_{pp}, B_{pp}) \rightarrow (V_{mp})$; $(U_{mp}, A_{qp}, V_{mp}, B_{pp}) \rightarrow (Z_{mq}, Z_{mp})$.

Исходные данные - показатели негативных последствий для деятельности человека

Исходные данные показатели негативных последствий для деятельности человека, а не показатели климатических изменений. Показатели негативных последствий достаточно подробно и точно подсчитываются государственными структурами, они касаются юридических и физических лиц, любое пренебрежение при их учете чревато неприятностями для учетчиков возмещающихся потерь от стихийных климатических бедствий. Далеко не все параметры экстремальных изменений климата удастся измерить, зафиксировать. Пиковые значения высоты волн, скорости с порывами ветра, объем прибывающей воды и т.п. мало что объясняет из списка последствий.

Исходными словесными данными являются имена-смыслы показателей негативных последствий для деятельности человека, общие сведения о которых взяты из материалов Всемирного банка¹ Предполагается

существование скрытых неизмеряемых (главных валидных и- скрытых неизмеряемых показателей и главных валидных v -переменных изменений климата) показателей с неизвестными (не только для нас) нам смыслами. Про скрытые факторы имеются много легенд, но нет достоверных научных доказательств. Пример: загадочный Бермудский треугольник в Атлантическом океане. Валидные переменные существуют в модели как для 5 показателей деятельности человека (последствия изменений климата и вредные для экологии действия предприятий), так и для 4-х показателей изменений климата Земли. Их перечень состоит из 4-х показателей. Смыслы этих показателей взяты из материалов Всемирного банка¹. Словесные описания изменений климата и последствий для деятельности человека приведены в статье [1]. Предполагаемая нами независимость скрытых показателей в модели точно соответствует би-ортогональности - свойству множества псевдослучайных векторов, в котором каждый из векторов ортогонален ко всем остальным векторам.

Опираясь на смыслы 4-х u -переменных и смыслы 5 z -переменных назначили индикаторы [1] в каждой из 4-х собственных векторов. Номер индикатора и их количество определим из исходного списка смыслов 5 z -переменных. Кроме значений индикаторов для решаемых ниже ОЗ для моделирования пар матриц исходными данными для матриц A_{54} , B_{44} являются соответственно матрицы I_{55} , I_{44} . Эти начальные значения позволяют смоделировать 3 матрицы A_{qq}, B_{pp} , $\Lambda_{pp}^2 = \text{diag}(\lambda_1^2, \dots, \lambda_p^2)$. Матрицы собственных векторов A_{qq} , B_{pp} нужны для преобразования матрицы U_{mp} (в дальнейшем она будет равна $Z_{mq}A_{qp}$ и матрицы V_{mp} (в дальнейшем она будет равна $Z_{mp}B_{pp}$) в центрированные матрицы Z_{mq} и Z_{mp} .

Множество индикаторов присутствия извлекаемых знаний образует мозаику $\{a_{11}=0,696, a_{21}=0,55, a_{41}=0,4, a_{12}=0,58, a_{22}=0,36, a_{32}=0,710704, a_{52}=0,17, a_{13}=0,3, a_{23}=0,6719, a_{14}=0,3, a_{24}=0,35, a_{44}=0,86\}$. Множество из 12 пар индексов элементов матрицы C_{55} индикаторов присутствия знаний образует свою мозаику $\{(1,1), (1,2), (4,1), (1,2), (2,2), (3,2), (5,2), (1,3), (2,3), (1,4), (2,4), (4,4)\}$.

Словесные описания изменений климата и последствий для деятельности человека приведены в статье [1]. Словесные описания изменений климата и негативных последствий для хозяйственной деятельности человека нужны для формулирования кратких фраз, передающих смыслы вводимых (для когнитивной модели) валидных (вычисляемых) и измеряемых (моделируемых) переменных математической модели. Словесные описания изменяющихся

Impact Factor:

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

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

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

показателей следующие: колебания температуры, колебания уровня осадков, годовой уровень осадков, происходящих с большими интервалами, в виде гораздо более сильных и кратковременных ливней, вызывающих усиление засух и наводнений, рост интенсивности сильных штормов и ураганов.

Краткие фразы смыслов 5 z-переменных модели должны соответствовать приведенным выше показателям изменений климата. Краткие фразы смыслов 5 z-переменных, характеризующих негативные последствия для хозяйственной деятельности человека, присвоим именам-смыслам 5 z-изменчивостей 5 z-переменных:

z_1 – увеличение степени негативного воздействия на сельское хозяйство в тропиках и субтропиках (угроза продовольственной безопасности);

z_2 – дальнейшее уменьшение количества воды и ухудшение ее качества в регионах, где бедные общины зависят от дождевой воды, используемой для полива зерновых и для питья;

z_3 – увеличение степени распространения малярии, лихорадки денге и других болезней в тропических и субтропических регионах (там, где здравоохранение и без того плохо развито, произойдет повышение уровня смертности);

z_4 – увеличение степени ущерба экологическим системам и биологическому разнообразию в них (что повлечет за собой сокращение возможностей отношении обслуживания, обеспечения средств к существованию и сокращение доходов).

z_5 – увеличение относительного уровня (подъема уровня моря), вызванным ожидаемым повышением температуры.

Краткие фразы смыслов 4 z-переменных изменений климата назначим в 2-ое множество моделируемых (как бы измеряемых) z-переменных модели: z_6 – колебания температуры (z_6), z_7 – колебания уровня осадков, z_8 – годовой уровень осадков (происходящих с большими интервалами, в виде гораздо более сильных и кратковременных ливней, вызывающих усиление засух и наводнений), z_9 – степень роста интенсивности сильных штормов и ураганов. Эти z-переменных изменений климата характеризуют процессы во времени, не являются одномоментными свойствами климата. Являются проявлениями изменчивости обобщенных свойств климата. Поэтому и моделировать нужно изменчивость обобщенного свойства. Количество таких свойств равно 4 – в соответствии с словесным описанием изменений климата. Мы моделируем z – изменчивость, а не значение z – переменной. Впредь под термином «переменная» надо понимать слово «изменчивость». В описании многомерной модели (прямой или обратной)

уместно использовать слово «переменная», а для описаний когнитивных моделей изменчивости, применяющих многомерную модель применим термин «изменчивость». Это замечание относится к z-, u-, y-, v-переменным.

Модельная матрица A_{qp} значений индикаторов знаний о последствиях изменений климата

Ранее была сформирована матрица A_{54} , с назначенными элементами – 7 индикаторами $a_{41}=\text{corr}(z_4, u_1)=0.40$, $a_{12}=\text{corr}(z_1, u_2)=0.5800$, $a_{22}=\text{corr}(z_2, u_2)=0.5600$, $a_{52}=\text{corr}(z_5, u_2)=0.1700$, $a_{13}=\text{corr}(z_1, u_3)=0.3000$, $a_{14}=\text{corr}(z_1, u_4)=0.2500$, $a_{44}=\text{corr}(z_4, u_4)=0.86$. С применением надстройки в ЭТ Excel «Поиск решения» с задачи $(I_{pp}, I_p) \Rightarrow (\Lambda^2_p, A_{pp})$. Далее для найденной матрицы собственных векторов $\Lambda^2_{pp}=\text{diag}(\lambda^2_1, \dots, \lambda^2_p)=\text{diag}(1.2975, 1.14463, 1.0179, 0.53997)$ последовательно решаем задачи: $\Lambda^2_{pp} \Rightarrow (\Lambda^2_{pp}, B_{qp})$, $B^T B = I_{pp}$, $B B^T = I_{pp}$. Мы смоделировали матрицу B_{44} как матрицу собственных векторов для матрицы собственных чисел $\Lambda^2_{pp}=\text{diag}(\lambda^2_1, \dots, \lambda^2_p)=\text{diag}(1.2975, 1.14463, 1.0179, 0.53997)$. Модельные матрицы A_{54} и B_{44} имеют одинаковые алгебраические свойства ортонормированных матриц: $A A^T = I_{55}$, $B B^T = I_{44}$, $A^T A = I_{44}$, $B^T B = I_{44}$, случай разных алгебраических свойств не рассматриваем.

Моделирование 2-х матриц B_{pp} , A_{qp} собственных векторов проводили в ЭТ Excel обратную задачу: подобрать исходные данные для получения желаемого результата. Средство поиска решения Microsoft Excel использует алгоритм нелинейной оптимизации Generalized Reduced Gradient (GRG2), разработанный Леоном Ласдоном (Leon Lasdon, University of Texas at Austin) и Аланом Уореном (Allan Waren, Cleveland State University) Схема ОМ Анализа ИКП, отражающая последовательность этапов независимого моделирования ортонормированных квадратных ($q=p$) матриц собственных векторов A_{qp} , B_{pp} , $q=p$, была приведена выше.

Моделирование матриц U_{mp} , V_{mp} значений избыточно-канонических переменных

Моделирование матриц U_{mp} , V_{mp} значений матриц собственных векторов A_{qq} , B_{pp} и матриц значений избыточно-канонических переменных U_{mp} , V_{mp} проводятся по-разному.

Нам известны 3 матрицы A_{qq} , B_{pp} , $\Lambda^2_{pp}=\text{diag}(\lambda^2_1, \dots, \lambda^2_p)$. Матрицы A_{qq} , B_{pp} собственных векторов A_{qq} , B_{pp} нужны для преобразований матрицы U_{mp} (в дальнейшем она будет равна $Z_{mq} A_{qp}$) и матрицы V_{mp} (в дальнейшем она будет равна $Z_{mp} B_{pp}$) в центрированные

Impact Factor:

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

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

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

матрицы Z_{mq} и Z_{mp} . Матрицы U_{mp}, V_{mp} должны быть матрицами из m значений би-ортогональных избыточно-канонических переменных (biorthogonal canonical-redundancy variables), удовлетворяющих равенствам $(1/m)U^T U = \Lambda_{pp} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$, $(1/m)V^T V = \Lambda_{pp} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$, $(1/m)U^T V = \Lambda^2_{pp} = \text{diag}(\lambda^2_1, \dots, \lambda^2_p) = \text{diag}(1.2975, 1.14463, 1.0179, 0.53997)$.

Этап $(A_{qp}, B_{pp}) \rightarrow (U_{mp}, V_{mp})$ решения нашей задачи начинается моделирования матрицы U_{mp} такой, что $(1/24)U_{24,4}^T U_{24,4} = I_{44}$ [1,5], преобразуется с применением диагональной матрицы $\Lambda_{pp} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$, где не всегда выполняется свойство димирования 1-ых членов: $\lambda_1 > \dots > \lambda_p > 0$. Преобразуется другая матрица, полученная из другой имеющейся матрицы U_{mp} такой что $(1/m)U^T U = I_{pp}$. Далее она преобразуется с применением матрицы A_{qp} (моделируется при решении ОЗ 1 одновременно с Λ^2_{pp}) так, что удовлетворяется равенство $\Lambda_{44} = (1/24)U^T U = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p) = \text{diag}(1.1391, 1.0699, 1.0089, 0.7348)$. Матрица (Таблица 4) $U_{24,4}$ ортогональных избыточно-канонических переменных получена умножением справа на диагональную матрицу $\Lambda^{1/2}_{pp}$, этим мы преобразовали одинаковые дисперсии u -переменных в различные дисперсии 1.1391, 1.0699, 1.0089, 0.7348, не меняя сумму дисперсий ($=4$). Матрица U_{mp} ортогональных избыточно-канонических переменных в данном примере преобразовалась в матрицу главных компонент, так как дисперсии u -переменных различны: 1.1391 > 1.0699 > 1.0089 > 0.7348, а последняя дисперсия не подчиняется критерию Каттелла ($\lambda_t > 1$), пренебрежимо мала, дает допустимую погрешность модели. Но матрицы собственных векторов A_{66} B_{pp} вычисляются с высокой точностью - они нужны нам пары матриц: $(\Lambda^2_{pp}, A_{qp}), (\Lambda^2_{pp}, B_{pp})$. Матрица собственных векторов A_{54} содержит индикаторы извлекаемых знаний, а матрица B_{44} не содержит индикаторы, они преобразуют полученные модельные матрицы U_{mp} и V_{mp} в модельные матрицы значений изменчивостей коррелированных z -переменных $\{z_1, \dots, z_q\}$, $\{z_{q+1}, \dots, z_{q+p}\}$, $n=q+p$, $5=q \geq p=4$, Z_{mq}, Z_{mp} ($Z_{mn}=[Z_{mq}, Z_{mp}]$).

Матрицу V_{m4} (Таблица 4) мы моделируем, решая Оптимизационную Задачу 3 (ОЗ3). В ОЗ3 входными объектами являются пары матриц $(\Lambda_{44}, U_{24,4})$, где Λ_{44} – ранее смоделированная матрица из пары матриц $(1/24)U^T U = \Lambda_{44} = \text{diag}(1.1391, 1.0699, 1.0089, 0.7348)$, выходной объект: матрица V_{m4} такая, что удовлетворяется равенство $\Lambda_{pp} = (1/m)V^T V$, $(1/m)U^T V = \Lambda_{pp} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p) = (1.1391, 1.0699, 1.0089, 0.7348)$. При этом матрица V_{mp} моделируется как матрица ортогональных избыточно-канонических

переменных: $\Lambda_{pp} = (1/m)V^T V$, она зависит из-за формулы

$$(1/m)U^T V = \Lambda_{pp} = \text{diag}(1.1391, 1.0699, 1.0089, 0.7348)$$

от матрицы $U_{24,4}$, тоже являющейся матрицей ортогональных избыточно-канонических переменных: $(1/24)U^T U = \Lambda_{44} = \text{diag}(1.1391, 1.0699, 1.0089, 0.7348)$. Пара матриц из (Λ^2_{pp}, A_{qp}) и (Λ^2_{pp}, B_{pp}) называется матрицами собственных векторов и собственных чисел для би-ортогональных избыточно-канонических переменных $U_{24,4}$, $V_{24,4}$, преобразуемых в матрицы $Z_{24,5} = U_{24,4} A^T_{54}$ и $Z_{24,4} = V_{24,4} B^T_{44}$ ($Z_{mn}=[Z_{mq}, Z_{mp}]$) коррелированных z -переменных $\{z_1, \dots, z_q\}$, $\{z_{q+1}, \dots, z_{q+p}\}$, $n=q+p$, $5=q \geq p=4$. Если бы для наших матриц удовлетворялись только 2 равенства $(1/24)U^T U = \Lambda_{44}$, $(1/m)V^T V = \Lambda_{44} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$, то матрицы $U_{24,4}$, $V_{24,4}$ (Таблицы 2, 3) назывались бы «матрица ортогональных главных компонент». Постановка ОЗ аналогична постановке ОЗ4 [5]. Решение ОЗ проводилось программой-таблицей в процедуре Dolver в ЭТ Excel. Изменяемыми ячейками программы-таблицы в окне процедуры Dolver являются элементы матрицы $V_{24,4}$. При ограничениях $(1/m)U^T V = \Lambda_{pp} = \text{diag}(1.1391, 1.0699, 1.0089, 0.7348)$, $(1/m)V^T V = \Lambda_{pp} = \text{diag}(1.1391, 1.0699, 1.0089, 0.7348)$, окно параметров процедуры Dolver приведены на рисунке 2.

В нашем примере матрица A_{54} ($q=5, p=4$) отличается от других матриц индикаторов тем, что содержит много индикаторов, в [13-23] матрицы индикаторов, причем частично удовлетворяется критерий $|a_{kj}| \geq c_0$, для индикатора a_{kj} извлекаемых знаний. Матрицы A_{54} B_{44} полезны: в них внедрены индикаторы когнитивных знаний из другого исследования [1], теперь количество индикаторов стало большим: 16=7+9 – в A_{54} (из 20), 11 индикаторов появились в матрице B_{44} (из 4*4=16). Плотным выделением элементов a_{ij} , b_{kj} мы вводим как можно больше извлекаемых знаний в систему показателей «последствий» и от «изменений климата».

Напомним, что функцией ОМ АИКП является моделирование матриц A_{qp}, B_{pp} индикаторов извлекаемых знаний из соответствующих им матриц некоррелированных u -, v -переменных U_{mp}, V_{mp} , коррелированных z -переменных $\{z_1, \dots, z_q\}$, $\{z_{q+1}, \dots, z_{q+p}\}$, $n=q+p, q \geq p$, Z_{mq}, Z_{mp} ($Z_{mn}=[Z_{mq}, Z_{mp}]$). Дисперсии u -переменных равны дисперсиям v -переменных (1.1391, 1.0699, 1.0089, 0.7348), а дисперсии коррелированных z -переменных $\{z_1, \dots, z_q\}$, $\{z_{q+1}, \dots, z_{q+p}\}$ не равны 1: {1.0695, 0.9642, 1.0254, 0.8382, 0.0643}, {1.0873, 0.9880, 1.0169, 0.8686}. Количество доминирующих дисперсий z -переменных (>1) равно 4. Количество доминирующих дисперсий u -переменных (>1) 2, v -переменных – 3. Доля извлекаемой информации об изменениях климата (при $\ell=3$) превышает долю информации о последствиях изменений климата

Impact Factor:

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

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

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

(при $l=2$). Мы выделяли индикаторы в матрице B_{pp} , элементы которой равны линейной комбинации произведений «веса» на значение изменчивости z -переменной z_{ij} со смыслом «последствие изменений климата». Такое выделение – правильное, меньше работы эксперту, больше – ОЗ.

Поэтому нами допущены мало вычислительных погрешностей в значениях недоминирующих собственных чисел из матрицы $\Lambda_{pp}^{2pp} = \text{diag}(1.2975, 1.14463, 1.0179, 0.53997)$. Далее мы будем допускать погрешности в дисперсиях u -, v -переменных: $(1/24)U^T U = \Lambda_{pp} = \text{diag}(1.1391, 1.0699, 1.0089, 0.7348)$; $\Lambda_{pp} = (1/24)V^T V = \text{diag}(1.1391, 1.0699, 1.0089, 0.7348)$.

Преимуществом применяемой в данной статье Обратной модели является би-ортогональность переменных из 2-х множеств избыточно-канонических переменных, возможность моделировать отдельно и независимо друг о друга матрицы A_{qp} , B_{pp} . Конструирование новой собственной структуры (Λ_{pp}^2 , A_{qp} , B_{pp}) перенос индикаторов присутствия знаний в другую систему валидных показателей (смысловых избыточно-канонических переменных) является новой методикой конструирования системы валидных u - и v -переменных и коррелированных z -переменных $z_1, \dots, z_6, z_7, \dots, z_{12}$. При преобразовании матриц U_{mp} , V_{mp} в матрицы коррелированных z -переменных $z_1, \dots, z_6, z_7, \dots, z_{12}$ применяем ортонормированные матрицы B_{66} и A_{66} , а не матрицы B_{66} и A_{66} .

Моделирование матриц Z_{mq} , Z_{mp} значений $p=q+r$ коррелированных z -переменных

Описание схемы $(U_{mp}, V_{mp}) \rightarrow (Z_{mq}, Z_{mp})$. Преобразование пары u - и v -переменных в пару множеств z -переменных на этапе $(U_{mp}, V_{mp}) \rightarrow (Z_{mq}, Z_{mp})$ необходимо для получения модельных числовых данных Z_{mq}, Z_{mp} . Эти матрицы данных Z_{mq}, Z_{mp} имеют 2 матрицы A_{qp}, B_{pp} индикаторов извлеченных знаний. И найти для пары (U_{mp}, A_{qp}) , (V_{mp}, B_{pp}) соответствующую пару матриц Z_{mq} и Z_{mp} : $Z_{mn} = [Z_{mq}, Z_{mp}]$. Модельные матрицы A_{qp}, B_{pp} являются ортонормированными матрицами. Матрица A_{54} (B_{44}) после решения оптимизационной задачи () получается ортонормированной, матрица A_{54} (B_{44}) является матрицей собственных векторов, но не корреляционной матрицы множества z -переменных, z_1, \dots, z_5 (множества z -переменных z_6, \dots, z_9). Корреляционная матрица имеет спектр $\Lambda_{pp}^2 = \text{diag}(\lambda_1^2, \dots, \lambda_p^2)$. Для моделирования подматриц Z_{mq} , Z_{mp} преобразуем матрицы U_{mp} и V_{mp} (Таблица 5) значений би-ортогональных избыточно-канонических переменных $Z_{mq} = U_{mp} A_{qp}^T$, $Z_{mp} = V_{mp} B_{pp}^T$. Получим матрицы

коррелированных z -переменных, соответствующих 2 множествам ортогональных избыточно-канонических переменных. таких что: $(1/m)U^T U = \Lambda_{pp}$, $(1/m)V^T V = \Lambda_{pp}$, $(1/m)U^T V = \Lambda_{pp} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$. Модельные матрицы A_{54} и B_{44} имеют алгебраические свойства ортонормированных матриц: $AA^T = I_{55}$, $BB^T = I_{44}$, $A^T A = I_{44}$, $B^T B = I_{44}$. Модельная подматрица $Z_{24,5}$ вычислена с применением матрицы A_{56} , а модельная подматрица $Z_{24,5}$ – с применением матрицы B_{44} (Таблица 6).

Решив 4 Оптимизационные Задачи ОЗ1, ОЗ2, ОЗ3 мы для нашей модели реализовали схему ОМ АИКП: $(I_{qq}, \Lambda_{pp}^2) \rightarrow A_{qp}$; $(I_{pp}, \Lambda_{pp}^2) \rightarrow (B_{pp})$; $(V_{mp}^0, \Lambda_{pp}) \rightarrow U_{mp}$, $(U_{mp}, \Lambda_{pp}, B_{pp}) \rightarrow (V_{mp})$; $(U_{mp}, A_{qp}, V_{mp}, B_{pp}) \rightarrow (Z_{mq}, Z_{mp})$. Введенные математически в матрицу A_{qp}^+, B_{pp}^+ индикаторы извлекаемых знаний преобразуются в динамики значений u - и v -переменных (Рисунки 3,4), z -переменных (Рисунки 8,4).

Цифровая модель изменчивостей климата

Цифровая модель 4 показателей изменчивости климата и показателей изменчивости последствий для деятельности человека использует когнитивную модель изменчивости климата и изменчивости негативных последствий для хозяйственной деятельности человека [1]. Введенные обозначения переменных и имена-смыслы всех $4+5=9$ словесных z -переменных приведены в статье [1], а смысл u - v -переменных оставлены без привязки к фразам. Исходя из 7 индикаторов, единичных матриц новой модели мы собираемся оцифровывать $(5+4)+(4+4)=17$ показателей из 2-х множеств, характеризующих изменения климата и их последствия для жизни людей. Применялась ОМ АИКП: $(A_{54}, \Lambda_{44}^2) \rightarrow A_{54}$; $(B_{44}, \Lambda_{44}^2) \rightarrow (B_{44})$; $(A_{54}, B_{44}) \rightarrow (U_{24,4}, V_{24,4})$; $(U_{24,4}, V_{24,4}) \rightarrow (Z_{24,4}, Z_{24,4})$. Ортонормированные матрицы A_{54} , B_{44} моделируются отдельно, но паре с матрицей $\Lambda_{44}^2 = \text{diag}(\lambda_1^2, \dots, \lambda_p^2)$. Они обладают свойствами: $AA^T = I_{55}$, $BB^T = I_{44}$, $A^T A = I_{44}$, $B^T B = I_{44}$.

Ортонормированные матрицы A_{54} , B_{44} из ПМ АИКП [4] линейно преобразовывают отдельно 2 матрицы U_{mp}, V_{mp} значений би-ортогональных смысловых избыточно-канонических переменных. Би-ортогональность пары матриц $(U_{44,4}, V_{44,4})$ выражена при помощи формул: $(1/m)U^T V = \Lambda_{44} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$, а ортогональность столбцов в каждой из матриц $U_{24,6}$, $V_{24,6}$: $(1/m)U^T U = \Lambda_{24} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$, $(1/24)V^T V = \Lambda_{24} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$. Ортогональность присуща каждой из пары матриц $(U_{24,6}, V_{24,4})$, а би-ортогональность - паре матриц $(U_{24,6}, V_{24,4})$: $(1/m)U^T V = \Lambda_{44} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$. Введенные математически в матрицу A_{qp} индикаторы извлекаемых знаний преобразуются в динамики

Impact Factor:

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

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

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

значений u - и v -переменных (Рисунки 3,4), z -переменных (Рисунки 8,4).

В итоге получим систему климатических изменчивостей и их последствий для деятельности человека. Получим систему из 4-х смысловых многомерных уравнений смыслов (изменчивости z -переменных и изменчивости y -переменных), передающих смыслы вводимых (для когнитивной модели) валидных (вычисляемых) и измеряемых (моделируемых) переменных, образующих когнитивную модель, соответствующую своей математической модели.

При ниже использованной мозаике индикаторов, при допустимых значениях наших индикаторов найдена матрица C_{55} собственных векторов и матрица собственных чисел $\Delta_{55} = \text{diag}(0.9784, 0.7080, 1.3301, 1.9602, 0.0233)$. Это позволило провести расчеты при отсутствии теоремы существования решений Оптимизационной Задачи.

Пример моделирования значений изменчивостей показателей климата и негативных показателей деятельности человека

Алгоритм вычисления матрицы A_{54} : $(I_{55}, I_{55}) \Rightarrow (\Lambda^2_{55}, A_{55})$, где $\Lambda^2_{55} = \text{diag}(\lambda^2_1, \lambda^2_2, \dots, \lambda^2_5) = \Delta_{55} = \text{diag}(1.2975, 1.14463, 1.0179, 0.53997, 0.0000)$, значения $\lambda^2_1, \lambda^2_2, \dots, \lambda^2_5$ равны длинам полуосей гиперэллипсоида. Длины 5 полуосей, направленных вдоль 5 собственных векторов равны значениям 5 собственных чисел. Полученные в результате решения Оптимизационной Задачи длины новых полуосей в сумме равны 5. Гиперэллипсоид с длинами полуосей $\lambda^2_1, \lambda^2_2, \dots, \lambda^2_5$ получен преобразованием гипершара с единичными длинами радиуса: $(1, 1, 1, 1, 1)$ с помощью матрицы A_{55} . Для каждой матрицы I_{nn} , $n > 2$, существует свой n -мерный гиперэллипсоид. Элементы матрицы A_{55} зависят от формы мозаики индикаторов, от размерности n . Значения длин $(1, 1, 1, 1, 1)$ начальных векторов мы интерпретировали как собственные числа, соответствующие нейтральной системе собственных векторов $I_{55} = A_{55}$. Цель состоит в поиске матрицы A_{55} из решаемой Оптимизационной задачи. Значения индикаторов влияют на выбор длин полуосей будущего гиперэллипсоида, длины полуосей которых в сумме равны 5.

Моделирование 2-х матриц A_{qp} , B_{pp} собственных векторов проводили в ЭТ Excel. Так как имеем достаточно подробные данные о «последствиях» (о свойствах климата имеются неполные данные), то индикаторы выделяем в матрице A_{qp} (не в матрице B_{pp}). подобрать исходные данные для получения желаемого

результата. Средство поиска решения Microsoft Excel использует алгоритм нелинейной оптимизации Generalized Reduced Gradient (GRG2), разработанный Леоном Ласдоном (Leon Lasdon, University of Texas at Austin) и Аланом Уорреном (Allan Waren, Cleveland State University). Схема ОМ Анализа ИКП, отражающая последовательность этапов независимого моделирования ортонормированных квадратных $(q=p)$ матриц собственных векторов A_{qp} , B_{pp} , $q=p$, была приведена выше.

В модели [1] были выделены только 7 индикаторов. Их мозаичное распределение в матрице A_{54} перенесено из матрицы C_{54} [1]. Старые индикаторы теперь равны значениям коэффициентов корреляции между k -ой z -переменной и j -ой u -переменной $a_{kj} = \text{corr}(z_k, u_j)$. Интерпретировать и обосновать значения 7 индикаторов мы не можем. Перенос их из матрицы C_{54} [1] в матрицу A_{54} проведен формально для того, чтобы далее продолжить добавление наиболее большего количества новых индикаторов другим методом. Ниже мы достигли количества индикаторов 16. Разделенные на 2 множества $n=q+p=5+4=9$ переменные таковы, что 1-ое содержит показателей деятельности человека, 2-ое – показатели изменений климата,

Теоретически все 20 элементов матрицы A_{54} должны быть индикаторами. Только четырем ее элементам не можем придать статус «индикатор». Визуальное сравнение совместных динамик переменных (Рисунки 4-9) иллюстрирует пренебрежимость значений этих 4-х компонент собственных векторов все $7+9=16$ индикаторов распределены плотно по всей матрице A_{54} по 4 индикатора на 5 компонент 4-х собственных векторов.

Мозаика фигуры индикаторов зависит от пар номеров индексов (i, j) параметров (индикаторов) a_{ij} уравнений из системы уравнений вида:

$$a_{11} \Rightarrow u_{11} = z_{11} * a_{11} + z_{12} a_{21} + z_{13} a_{31} + z_{14} a_{41} + z_{15} a_{51},$$

$$a_{22} \Rightarrow u_{12} = z_{11} * a_{12} + z_{12} a_{22} + z_{13} a_{32} + z_{14} a_{42} + z_{15} a_{52},$$

$$a_{33} \Rightarrow u_{13} = z_{11} * a_{13} + z_{12} a_{23} + z_{13} a_{33} + z_{14} a_{43} + z_{15} a_{53},$$

$$a_{44} \Rightarrow u_{14} = z_{11} * a_{14} + z_{12} a_{24} + z_{13} a_{34} + z_{14} a_{44} + z_{15} a_{54},$$

Каждая линейная комбинация - 4 формулы для 4-х валидных u -переменных содержат 16 выделенных «весов» при z -переменных B 4-х из 5 z -переменных в каждой линейной комбинации (в 4-х формулах 4-х валидных u -переменных) нами выделены «веса» z -переменных. Этим плотным выделением элементов a_{ij} мы вводим как можно больше извлекаемых знаний в систему показателей «последствий» от изменений климата. Ранее мы ввели только 7 индикаторов. Но 2 модели добавили еще 9 индикаторов. В той модели оцифровывались $5+4=9$ показателей.

Здесь в новой модели мы собираемся оцифровывались $(5+4)+(4+4)=17$ показателей из

Impact Factor:

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

SIS (USA) = 0.912
 ПИНЦ (Russia) = 3.939
 ESJI (KZ) = 9.035
 SJIF (Morocco) = 7.184

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

2-х множеств, характеризующих изменения климата и их последствия для жизни людей.

В переменных z_6, z_7, z_8, z_9 , характеризующих изменения климата мы не предсказываем силы проявлений природных катаклизмов климата, значения компонент b_{kj} матрицы B_{44} моделируются отдельно при решении ОЗ, начальной матрицей для процедуры Solver является единичной матрицей I_{44} . Считаем невозможным предсказание их проявлений через значения коэффициентов корреляции в . Но последствия от прошедших ранее ураганов, тайфунов считаем известными. Допускаем знание величин коэффициентов корреляций, приведенных ниже.

Каждая линейная комбинация - 4 формулы для 4-х валидных v -переменных не содержат выделенных «весов» b_{kj} z - переменных:

- b.1=> $v_{11} = z_{16} * b_{11} + z_{17} b_{21} + z_{18} b_{31} + z_{19} b_{41}$
- b.2=> $v_{12} = z_{16} * b_{12} + z_{17} b_{22} + z_{18} b_{32} + z_{19} b_{42}$
- b.3=> $v_{13} = z_{16} * b_{13} + z_{17} b_{23} + z_{18} b_{33} + z_{19} b_{43}$
- b.4=> $v_{14} = z_{16} * b_{14} + z_{17} b_{24} + z_{18} b_{34} + z_{19} b_{44}$

Одна компонента b_{12} присутствует формально - как ограничение, чтобы решать ОЗ2. ОЗ2 необходимо нам для моделирования матрицы B_{44} . ниже величина компоненты a_{kj} равна коэффициенту корреляции между k -ой z -переменной и j -ой u -переменной $a_{kj} = \text{corr}(z_k, u_j)$. Достигнувшие статуса «индикатор» 16 значений, равны компонентам 4-х собственных векторов из матрицы A_{54} : $a_{11}=0,696$, $a_{21}=0,55$, $a_{41}=0,4$, $a_{12}=0,58$, $a_{22}=0,36$, $a_{32}=0,710704$, $a_{52}=0,17$, $a_{13}=0,3$, $a_{43}=0,3$, $a_{14}=0,3$, $a_{24}=0,35$, $a_{44}=0,86$, $a_{54}=0,2$, $a_{15}=0,3$, $a_{35}=0,6657$.

Применение модели из [1] увеличило количество индикаторов до $7+5=12$. Применение излагаемой модели добавило еще 4 индикатора. Таким образом, к 7 выбранным нами индикаторам после решения ОЗ1 и ОЗ2 добавились еще 9 (Таблица 1, выделены зеленым цветом), стало $7+9=16$ индикаторов, значения которым мы не могли сами назначить такими, чтобы удовлетворялось условие ортонормированности матрицы индикаторов.

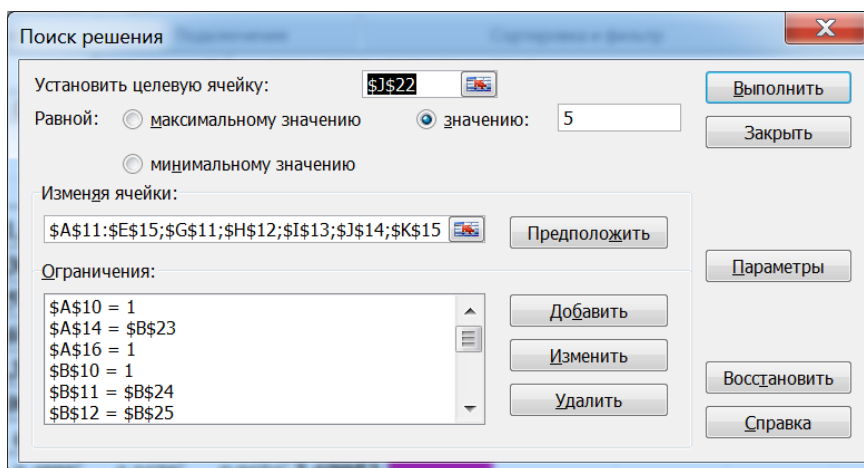


Рисунок 1. Таблица-программа решения Оптимизационной Задачи моделирования матрицы A_{54}

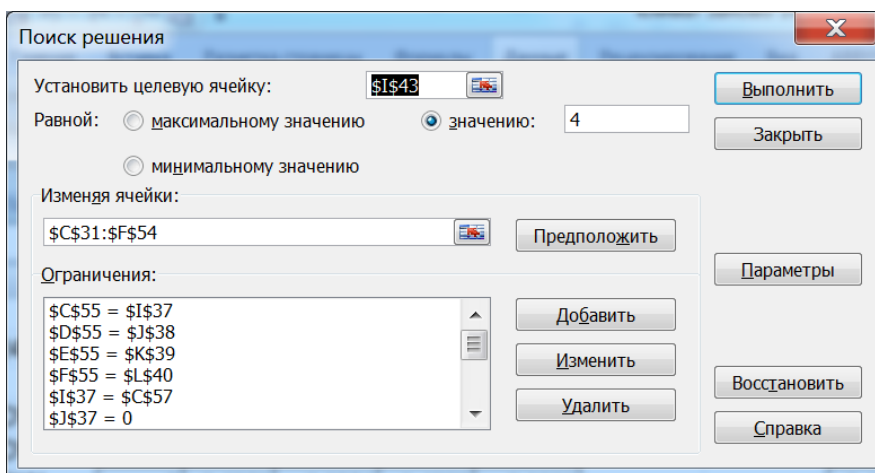


Рисунок 2. Таблица-программа решения Оптимизационной Задачи моделирования матрицы $V_{24,4}$

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	РИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 9.035	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

Параметры поиска решения

Максимальное время: секунд

Предельное число итераций:

Относительная погрешность:

Допустимое отклонение: %

Сходимость:

Линейная модель Автоматическое масштабирование

Неотрицательные значения Показывать результаты итераций

Оценки: линейная квадратичная

Разности: прямые центральные

Метод поиска: Ньютона сопряженных градиентов

Buttons: OK, Отмена, Загрузить модель..., Сохранить модель..., Справка

Рисунок 3. Параметры программы – таблицы

Таблица 1.

№	1	2	3	4	5	6
1	0.7159	0.5800	0.3000	0.2500	-0.0575	1.0000
2	0.5587	0.3600	0.5729	0.4595	0.1920	1.0000
3	0.0901	0.7094	0.6957	-0.0688	0.0002	1.0000
4	0.4000	0.0455	-0.5128	0.8600	0.0256	1.0000
5	0.1000	0.1700	0.0041	0.0000	0.9805	1.0000
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	

Таблица 2.

0,6950	0,5800	0,3000	0,3000	0,0066
0,5500	0,3600	0,6719	0,3500	0,0709
0,2520	0,7022	0,6657	0,0137	-0,0015
0,4000	0,1095	0,0003	0,8600	0,2974
0,2218	0,1700	0,1240	0,0000	0,9521

Таблица 3. Матрица собственных векторов A_{54}

\aigen №\vec.	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a
	1,0000	1,0008	1,0000	1,0000	1,0000	5,0016
1	0,6960	0,5800	0,3000	0,3000	0,0000	1,0008
2	0,5500	0,3600	0,5925	0,3500	0,3072	1,0000
3	0,2089	0,7107	0,6657	-0,0889	-0,0136	1,0000
4	0,4000	0,0286	0,3000	0,8600	0,0979	1,0000
5	0,0971	0,1700	-0,1607	0,2000	0,9465	1,0000

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	РИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 9.035	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

Таблица 4. Матрица собственных векторов В44

1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
0,5590	0,8021	0,1898	0,0903	1,0000
0,4989	0,4665	0,5482	0,4827	1,0000
0,4546	0,3553	0,8000	0,1645	1,0000
0,4817	0,1131	0,1530	0,8554	1,0000

Таблица 5.

	u 1	u 2	u 3	u 4	v 1	v 2	v 3	v 4
№	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-0,7488	-0,9664	2,0096	0,3754	-0,8529	-1,0340	2,0276	-0,1086
2	0,3819	-0,2382	0,6769	-1,4127	0,4350	-0,2549	0,6829	-0,7508
3	-0,6021	0,0305	-1,4866	0,0534	-0,6858	0,0326	-1,4999	-0,1989
4	0,4410	0,6432	-1,4106	1,2793	0,5023	0,6882	-1,4232	1,2598
5	2,6972	0,1170	-1,3335	-0,8435	3,0724	0,1252	-1,3454	-1,0701
6	-0,0867	1,0180	0,6425	-1,6804	-0,0988	1,0892	0,6482	-1,3468
7	-0,3396	0,8512	-1,5772	0,6104	-0,3869	0,9107	-1,5913	0,9894
8	0,3161	0,3745	-0,1782	0,7633	0,3601	0,4007	-0,1797	0,0688
9	1,6975	-0,7059	-0,0668	1,4660	1,9336	-0,7552	-0,0674	1,1391
10	0,6452	0,2051	-0,0154	-0,4082	0,7350	0,2194	-0,0155	-0,1980
11	-0,4948	-1,2426	-1,5257	-0,7112	-0,5636	-1,3295	-1,5393	-0,4105
12	-0,8949	2,0300	0,2574	-0,3713	-1,0194	2,1719	0,2597	-0,1042
13	-1,3269	2,4150	-0,1423	0,1599	-1,5115	2,5838	-0,1436	0,3609
14	-0,7577	0,2085	0,7648	0,9732	-0,8631	0,2231	0,7716	-0,0007
15	-0,6414	-0,7223	1,1233	1,4450	-0,7306	-0,7728	1,1333	1,3585
16	-0,5066	-1,6820	0,7781	-0,3539	-0,5771	-1,7996	0,7851	0,0320
17	-1,3697	-1,4665	-0,1673	0,0988	-1,5602	-1,5690	-0,1688	0,0257
18	-0,5802	1,1508	1,1383	-0,7939	-0,6609	1,2312	1,1485	-0,3915
19	0,5716	-1,0294	0,0590	-0,8583	0,6511	-1,1014	0,0595	-0,0832
20	1,6331	0,6303	1,5926	0,8639	1,8603	0,6743	1,6068	1,4721
21	-1,8170	-0,7834	-0,9858	-0,4910	-2,0697	-0,8382	-0,9946	-0,3001
22	-0,4510	-0,5951	-0,9011	0,5538	-0,5137	-0,6367	-0,9092	0,7722
23	1,2280	0,5846	0,4398	0,0252	1,3988	0,6254	0,4437	-0,4795
24	1,0055	-0,8268	0,3081	-0,7432	1,1454	-0,8845	0,3109	-0,2777
	1,1391	1,0698	1,0089	0,73483	1,1391	1,0699	1,0089	0,7348
	1,2975	1,14463	1,0179	0,53997	1,2975	1,1447	1,0179	0,5400

Таблица 6.

№	z 1	z 2	z 3	z 4	z 5	Z 6	Z 7	Z 8	Z 9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	- 0,3662	0,5623	0,4611	0,5986	- 0,4848	- 0,9310	0,1513	0,8490	- 0,3105
2	- 0,0931	0,0308	0,4866	- 0,8659	- 0,3947	0,1005	0,1101	0,5300	- 0,3571
3	- 0,8313	- 1,1823	- 1,0985	- 0,6400	0,1963	- 0,6599	- 1,2452	- 1,5328	- 0,7263
4	0,6406	0,0861	- 0,5035	0,8718	0,6347	0,6764	0,3994	- 0,4584	1,1798
5	1,2920	0,4403	- 0,1660	- 0,0432	0,3273	1,4657	0,3369	0,1889	0,3729
6	0,2187	0,1113	1,2825	- 1,2580	- 0,2747	0,8198	0,1641	0,6391	- 0,9774

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	ПИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 9.035	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

7	- 0,0327	- 0,6012	- 0,5702	- 0,0598	0,4872	0,3015	- 0,1630	- 0,9626	0,5196
8	0,6128	0,4703	0,1458	0,7402	0,2756	0,4948	0,3012	0,1736	0,2501
9	1,1918	1,1531	- 0,3217	1,8996	0,3487	0,5652	1,1252	0,7443	1,8101
10	0,4410	0,2767	0,3066	- 0,0917	0,0183	0,5660	0,3650	0,3671	0,2071
11	- 1,7361	- 1,8723	- 1,9389	- 1,3027	- 0,1564	- 1,7107	- 1,9434	- 2,0276	- 1,0085
12	0,5203	0,2611	1,4601	- 0,5421	0,1426	1,2122	0,5967	0,4988	- 0,2949
13	0,4824	0,1112	1,3302	- 0,3670	0,3366	1,2330	0,5468	0,1754	- 0,1491
14	0,1150	0,4521	0,4125	0,7693	0,0336	- 0,1571	0,0962	0,3041	- 0,2731
15	- 0,0948	0,5585	- 0,0280	1,3025	- 0,0765	- 0,6903	0,5521	0,5235	0,8962
16	- 1,2009	- 0,5470	- 0,7518	- 0,3216	- 0,5309	- 1,6141	- 0,6815	- 0,2684	- 0,3340
17	- 1,8244	- 1,3458	- 1,4486	- 0,5550	- 0,3356	- 2,1603	- 1,5904	- 1,3976	- 0,9328
18	0,3669	0,4917	1,5250	- 0,5405	- 0,2024	0,8008	0,6853	0,9913	- 0,3384
19	- 0,4390	- 0,3217	- 0,4966	- 0,5212	- 0,3006	- 0,5157	- 0,1965	- 0,0614	0,1270
20	2,2391	2,3710	1,7726	1,8920	0,1826	2,0187	2,8340	2,6130	2,4774
21	- 2,1621	- 2,0373	- 1,5490	- 1,4672	- 0,2494	- 2,0451	- 2,1136	- 2,0838	- 1,5006
22	- 0,7632	- 0,8023	- 1,1663	0,0086	0,1106	- 0,9007	- 0,6790	- 1,0600	0,2021
23	1,3332	1,1552	0,9626	0,6615	0,1530	1,3244	1,0013	1,1342	0,4022
24	0,0898	0,1778	- 0,1063	- 0,1681	- 0,2411	- 0,0353	0,1952	0,4095	0,2617
	- 0,0000	- 0,0000	0,0000	- 0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1,0695	0,9642	1,0254	0,8382	0,0643	1,0873	0,9880	1,0169	0,8686

Визуализация взаимосвязанных динамик изменчивостей показателей климата и негативных показателей деятельности человека

При использованной ранее [2] мозаике индикаторов, при допустимых значениях наших индикаторов найдена матрица C_{55} собственных векторов и матрица собственных чисел $\Delta_{55} = \text{diag}(0.9784; 0.7080, 1.5501, 0.509697478, 1.9602, 0.520504656, 0.0255)$. При начальных значениях 7 индикаторов: $c_{41} = \text{corr}(z_4, y_1) = 0.40$, $c_{12} = \text{corr}(z_1, y_2) = 0.5800$, $c_{22} = \text{corr}(z_2, y_2) = 0.5600$, $c_{52} = \text{corr}(z_5, y_2) = 0.1700$, $c_{13} = \text{corr}(z_1, y_3) = 0.3000$, $c_{14} = \text{corr}(z_1, y_4) = 0.2500$, $c_{44} = \text{corr}(z_4, y_4) = 0.86$ совместные динамики изменчивости разных переменных приведены на рисунках в статье [1].

Ниже приведены динамики взаимных связей собственных изменчивостей неизмеряемых, но моделируемых, показателей изменений климата и негативных показателей последствий для деятельности человека. Наглядные графические иллюстрации динамик значений изменчивостей показателей показывают адекватность реальным связям в системе «изменение климата - природные и хозяйственные последствия». Описание взаимных динамик, для наглядности сгруппированных по 2,3, 4, 5 штук, показателей. Все динамики значений изменчивостей пар (троек), четверок) переменных визуально адекватны по значениям своих заданных индикаторов из пары матриц (A_{54} , B_{44}) индикаторов.

Совместная динамика значений изменчивостей ($y_{i1, z_{i4}}$) пары переменных (y_1, z_4) графически визуально адекватны с совместной динамике значений изменчивостей ($u_{i1, z_{i4}}$) пары переменных (u_1, z_4). Аналогичная адекватность наблюдается и в паре переменных (u_3, z_1), в тройке переменных (u_2, z_1, z_2, z_5), (u_4, z_1, z_4). Динамика значений изменчивости новой переменной u_1 совпадает с динамикой значений изменчивости старой переменной y_3 , а динамика значений изменчивости новой переменной u_2 совпадает с динамикой значений изменчивости старой переменной y_4 . поэтому аналогичная прежней адекватность наблюдается и в новой паре переменных (u_3, z_1), в новых тройках переменных (u_2, z_1, z_2, z_5), (u_4, z_1, z_4). Рисунки совместных динамик старых переменных (y_1, z_4), (y_3, z_1), (y_2, z_1, z_2, z_5), (y_4, z_1, z_4) приведены в статье [1], они такие же что и у новых переменных (u_1, z_4), (u_3, z_1), (u_2, z_1, z_2, z_5), (u_4, z_1, z_4). Поэтому рисунки совместных динамик новых переменных (u_1, z_4), (u_3, z_1), (u_2, z_1, z_2, z_5), (u_4, z_1, z_4) не приводим. А приведем рисунки для новых u -переменных.

В новой модели z -переменные отличаются более тесной корреляцией между собой, имеется 5 значений (из 24), находящихся в окрестности пиковых точек +2 и -2.

В той модели [1] первые 5 z -переменные чуть менее коррелированы между собой (Рисунок 8), по сравнению с z -переменными из новой модели (Рисунок 7). Количество пиковых точек в их динамиках одинаково равно 5. Более тесные корреляции присущи модельным

Impact Factor:

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

SIS (USA) = 0.912
 ПИИЦ (Russia) = 3.939
 ESJI (KZ) = 9.035
 SJIF (Morocco) = 7.184

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

показателям «последствий», использовано большое количество переменных ($5+4+4+4=17$) параметров ($5*5+4*4+4=45$) в модели, и не только поэтому новая модель более адекватно моделирует реальные взаимосвязи между 5 показателями изменений «последствий» и 4 би-ортогональных смысловых избыточно-канонических переменных (показателей изменений климата с неизвестными смыслами. Независимость би-ортогональных избыточно-канонических u -, v -переменных визуально показана на Рисунках 4 и 6. На Рисунке 5 приведена независимость y - переменных y_3 , y_4 , такая же независимость показана на Рисунке 4 для пары новых би-ортогональных u - переменных (u_1, u_2, u_3). Высокая коррелированность 4-х z -переменных (z_6, \dots, z_9) дала тесную взаимную динамику их кривых их изменчивостей (Рисунок 9).

Эти тесные динамики обусловлены наиболее информативными 2 парами валидных би-

ортогональных показателей (u_1, u_2, u_3) (Рисунок 4) и 3 валидных би-ортогональных показателей (v_1, v_2, v_3). Они имеют доминирующие значения дисперсий, по величине превышающих 1. Их дисперсии превышают дисперсию ($=1$) z -переменной, ибо значения u_1, u_2 (v_1, v_2, v_3) равны линейным комбинациям значений z -переменных z_1, \dots, z_5 (z_6, \dots, z_9).

Эти адекватности обусловлены большим количеством переменных ($5+4+4+4=17$) параметров ($5*5+4*4+4=45$) в ОМ АИКП [5]. В модели [1] количество переменных было равно $5+4=9$, количество параметров – $5*4=20$. Количество управляющих параметров в модели [1] равно $7+4=11$, в новой модели количество управляющих параметров модели равно $4+27=31$, где 4- количество дисперсий скрытых переменных, 16 - количество индикаторов, на которое увеличилось до $11+16=27$ все $20+16=5*4+4*4$ должны стать индикаторами, но разными по величине.

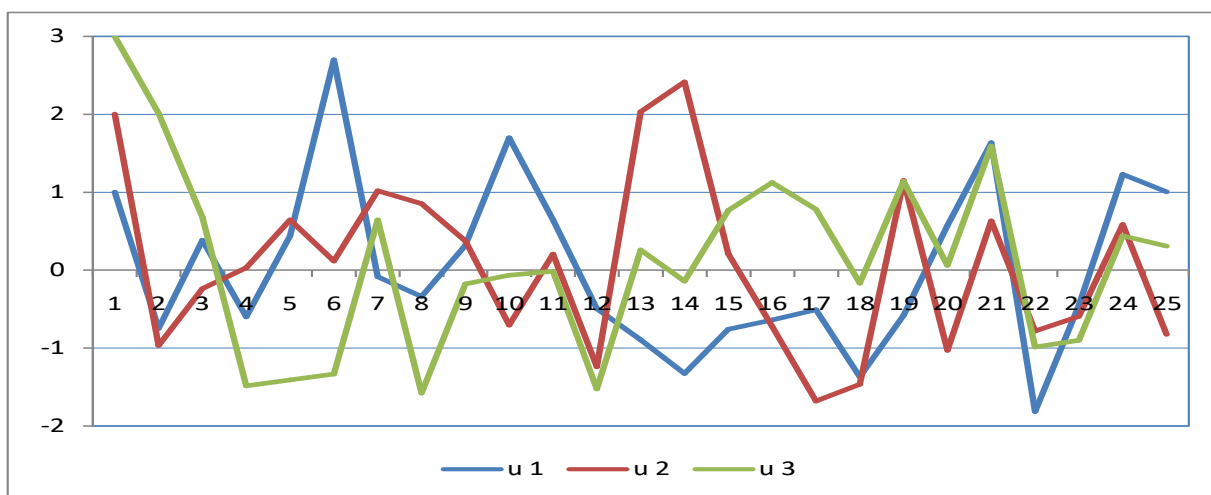


Рисунок 4.

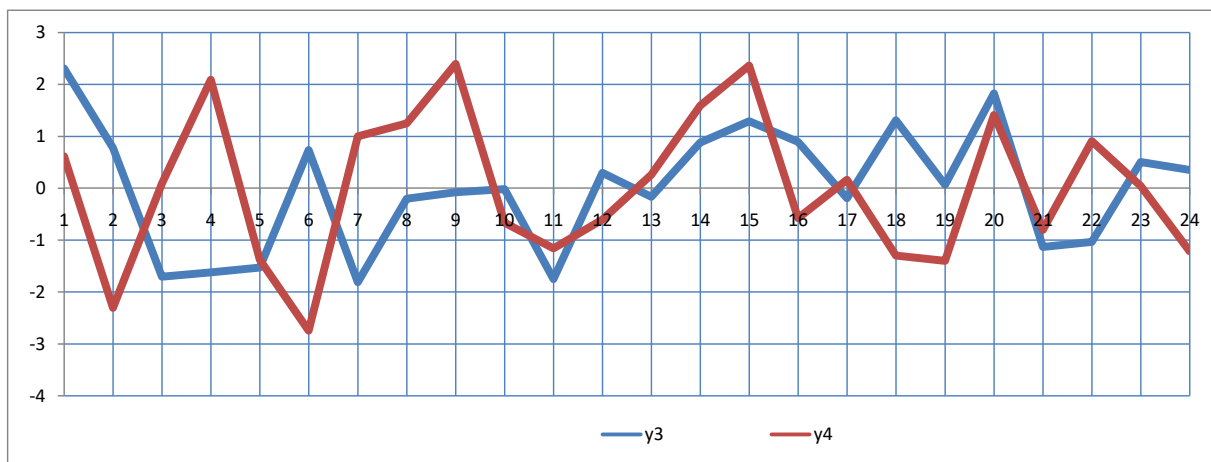


Рисунок 5.

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	РИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 9.035	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

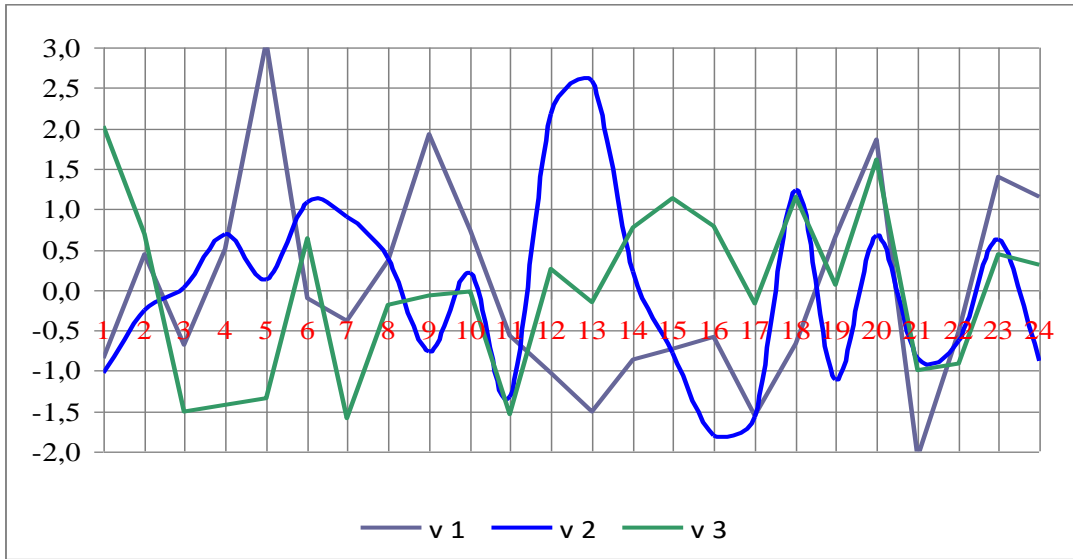


Рисунок 6.

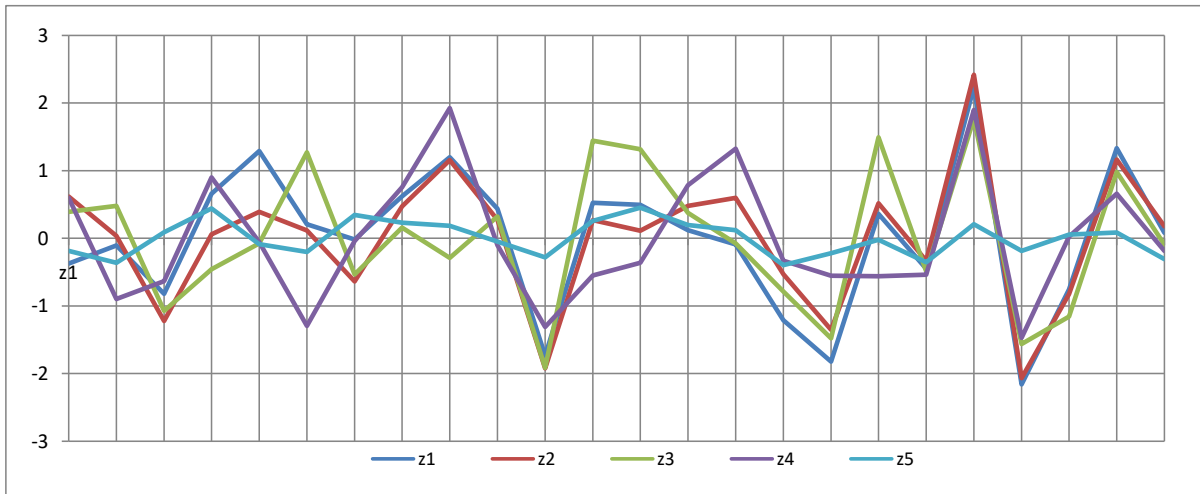


Рисунок 7.

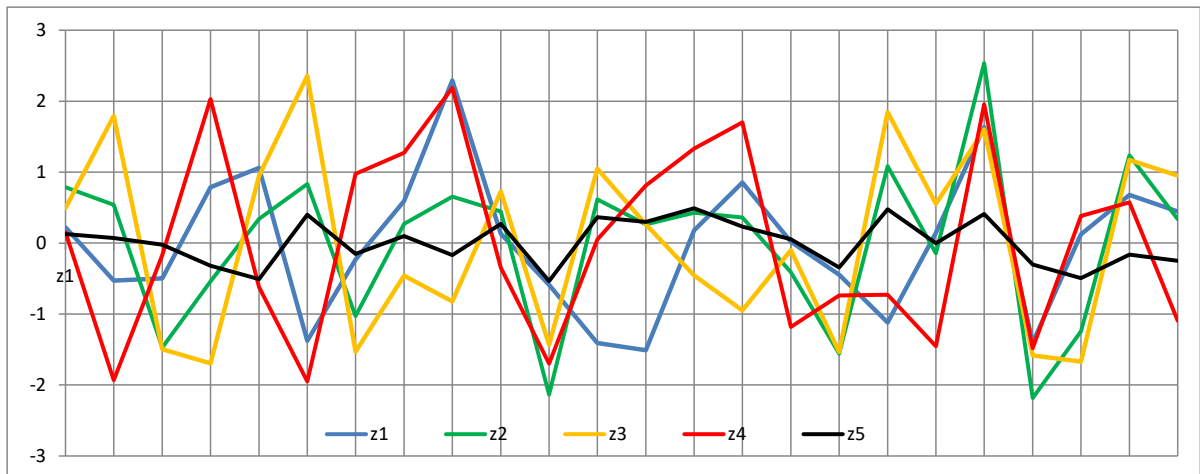


Рисунок 8.

Impact Factor:

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

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

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

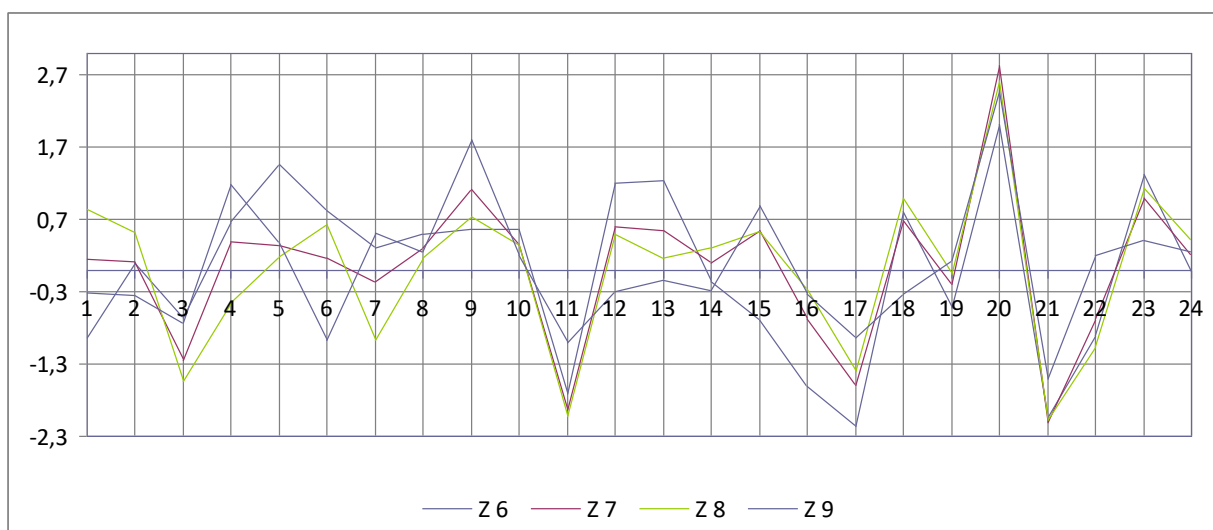


Рисунок 9.

Закключение

Извлечение цифровых знаний из числовых модельных данных по математически введенным индикаторам присутствия знаний только в матрицу A_{54} позволило нам существенно увеличить с 7 до 27. Использовалась исходная мозаика индикаторов, при допустимых значениях 7 индикаторов, далее были алгоритмически найдены еще 9+11 индикаторов при моделировании двух матриц (A_{qq}, B_{pp}) собственных векторов с общей матрицей собственных чисел $\Lambda^2_{pp} = \text{diag}(\lambda^2_1, \dots, \lambda^2_p) = \text{diag}(1.2975, 1.14463, 1.0179, 0.53997)$.

Матрица Λ_{pp} вычислена из матрицы собственных чисел $\Lambda^2_{pp} = \text{diag}(\lambda^2_1, \dots, \lambda^2_p)$. Диагональные элементы $\lambda_1, \dots, \lambda_p$ матрицы Λ_{pp} равны значениям дисперсий как u-переменных, так и v-переменных: $(1/m)U^T U = \Lambda_{pp} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$, $(1/m)V^T V = \Lambda_{pp} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$. При этом пары (u_j, v_j) u-переменной и v-переменной, $j=1, \dots, p$, би-ортогональны: $(1/m)U^T V = \Lambda_{pp} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$, значение $\lambda_1, \dots, \lambda_p$ дисперсий равны квадратному корню из значения собственного числа: $\sqrt{1.2975}$, $\sqrt{1.14463}$, $\sqrt{1.0179}$, $\sqrt{0.53997}$, $\Lambda^2_{pp} = \text{diag}(\lambda^2_1, \dots, \lambda^2_p) = \text{diag}(1.2975, 1.14463, 1.0179, 0.53997)$.

Би-ортогональность - свойство множества псевдослучайных векторов, у которых компоненты равны значениям u-изменчивости (или v-изменчивости), в котором каждый из векторов ортогонален ко всем остальным векторам. Смысл каждой u-изменчивости и смысл каждой v-изменчивости независимы, т.е. каждая используемая скрытая изменчивость показателя изменений климата или показателя последствий изменений климата независима от остальных изменчивостей. Такая би-

ортогональность точно отражает реальные процессы нашей предметной области, связей свойств процессов в ней.

Матрицу V_{mp} значений v-изменчивости мы моделируем, решая Оптимизационную Задачу 4. В ОЗ4 входными объектами являются матрицы значений u-изменчивости U_{mp} и их дисперсий Λ_{pp} . При этом матрица V_{mp} моделируется такой, что удовлетворяет равенствам $\Lambda_{pp} = (1/m)V^T V$, $(1/m)U^T V = \Lambda_{pp} = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$.

Цифровая модель изменчивости климата имеет 2 адекватные системы линейных уравнений для 5-и и 4-х z-изменчивостей. Первая - с правой частью, равной u-изменчивости (для 5 z-изменчивостей), вторая - v-изменчивости (для других 4 z-изменчивостей). Математическая многомерная модель корректно преобразуется в систему смысловых уравнений с неизвестными m z-изменчивостями, m u-изменчивостями, m v-изменчивостями, при наличии 16 индикаторов наличия знаний. Некоррелированность m u-изменчивостей с m v-изменчивостями точно соответствует независимости смысла каждой u-изменчивости от смысла каждой v-изменчивости. Трансформация одного многомерного линейного уравнения когнитивных смыслов изменчивостей Z_1, \dots, Z_5 z-переменных Z_1, Z_2, \dots, Z_5 и смысла одной u-переменной в m линейных уравнений 5 переменных, характеризующих изменчивости негативных последствий для хозяйственной деятельности человека, дает m значений 5 z-изменчивостей, m значений u-изменчивости. Трансформация одного многомерного линейного уравнения когнитивных смыслов изменчивостей Z_6, \dots, Z_9 z-переменных Z_6, \dots, Z_9 и одной v-переменной в m линейных уравнений с 4 переменными, характеризующих изменчивости

Impact Factor:

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

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJ (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

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

климата, дает m значений 4 z -изменчивостям, m значений каждой из 4-х v -изменчивостей.

Проведены расчеты при отсутствии теоремы существования решений применяемой Оптимизационной Задачи. Были найдены значения параметров и переменных (разнообразные по смыслу интерпретации) когнитивной модели изменчивости климата и изменчивости негативных последствий для хозяйственной деятельности человека. Пример моделирования значений изменчивостей показателей климата и негативных показателей деятельности человека численно и визуально отображают разнообразие и обширность видов зависимостей, взаимосвязей $9=4+5$ показателей (Рисунки 4-9). Управляющими параметрами являются приемлемые величины 7 индикаторов (компонент собственных векторов) из матрицы собственных векторов A_{54} .

Извлечение цифровых знаний из числовых реальных данных- превращение данных в значимую информацию за счет применения разработанной математической модели и многомерных уравнений когнитивных смыслов изменчивостей переменных, направлена на получение адекватности к требуемой ситуации. Нам удалось применить другой набор множеств переменных, сохранив в матрице собственных векторов A_{54} мозаику фигуры из 7 индикаторов наличия знания, отличающуюся от мозаики из статьи [1].

Разработана когнитивная модель изменчивости климата и изменчивости негативных последствий для хозяйственной деятельности человека. Исходные данные - фразы смыслов 4-х показателей изменений климата (колебания уровня осадков и т.д.) и 5 негативных показателей последствий (степень ущерба экологии и т.д.) для деятельности человека. Последствия выражены в виде негативных природных, экологических проявлений, негативно воздействующих на деятельность людей, объединенных в крупные компании. Получена система из 4-х смысловых многомерных уравнений смыслов (изменчивости z -переменных и изменчивости y -переменных), передающих смыслы вводимых (для когнитивной модели) валидных (вычисляемых) и измеряемых (моделируемых) z -переменных, образующих (при решении Оптимизационной Задачи) когнитивную модель, соответствующую своей математической модели.

Пример численного моделирования значений изменчивостей показателей климата и негативных показателей деятельности человека дал

адекватные реальным. Наглядные графические иллюстрации динамик значений $5+4=9$ модельных показателей (Рисунки 1-8) показывают их адекватность реальным связям в системе «изменение климата-природные и хозяйственные последствия». Визуализация динамик показала много признаков пригодности когнитивной модели для моделирования изменений климата и последствий для человека.

Наиболее информативным 3 валидным показателям v_1, v_2, v_3 (Рисунок 3) соответствуют проявления адекватности динамик модельных z -переменных $\{z_6, z_7, z_8, z_9\}$ (Рисунки 4-8) динамикам изменчивости реальных данных. Дисперсии v -переменных в матрице собственных чисел $\Delta_{44}=\text{diag}(1.1391, 1.0699, 1.0089, 0.7348)$

Наши выводы по конечной выборке объема $m=24$ (недель, месяцев, кварталов, лет) пригодны и для совокупности объема $k*24$, $k>1$, из которой она была случайно выбрана.

В нашем примере применение модели из [1] увеличило количество индикаторов до $7+5=12$. Применение излагаемой ниже модели добавило еще 4 индикатора в матрице A_{54} . Таким образом, к 7 выбранным нами индикаторам после решения ОЗ1 и ОЗ2 добавились еще 9 (Таблица 1, выделены зеленым цветом), стало $7+9=16$ индикаторов, а в матрице B_{44} появились 11 индикаторов, значения которым мы не могли сами назначить такими, чтобы удовлетворялось условие ортонормированности матриц B_{44} индикаторов. Оставшиеся $5*4-16=4$ индикатора ($b_{42}=\text{corr}(z_4, v_2)=0.1131, b_{13}=\text{corr}(z_1, v_3)=0.1898, b_{14}=\text{corr}(z_1, v_4)=0.0903, b_{34}=\text{corr}(z_3, v_4)=0.1645)$ с малыми значениями отражают некоррелированности 4-х пар переменных. Проверить соответствие этих значений реальным парным связям мы не можем, так как смыслы некоррелированных u -переменных нами не названы. Наличие адекватности этих малых значений реальным связям не можем. Если бы мы знали смыслы y -переменных и малые значения адекватно соответствовали реальным связям, то $b_{42}, b_{13}, b_{14}, b_{34}$ приобрели бы статус индикатора. В итоге применение модели [1] и новой модели позволило найти модельные значения еще 16 (из 20) индикаторов из матрицы A_{54} и 11 (из 16) индикаторов из матрицы B_{44} . Наша модель не связана с современной климатической моделью, предполагающую выбросы аэрозолей и оксида азота.

Impact Factor:

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

SIS (USA) = 0.912
ПИИИ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

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

References:

- Zhanatauov, S.U. (2021). Cognitive model of climate variability and of negative variability impacts for human activities. *ISJ «Theoretical&Applied Science»*, №9, vol.99, pp.501-516. www.t-science.org
- Van den Vollenberg, A.L. (1977). Redundancy analysis – an alternative for canonical correlation analysis.- *Psychometrika*, vol.42, № 26, pp. 207-219.
- Hotelling, H. (1936). Relations between two sets of variates. *Biometrika*, №28(3-4): pp.321-377.
- Zhanatauov, S.U. (2018). The Theorems of values of relationships between groups of variables. *ISJ “Theoretical &Applied Science”*, №3(59):249-256. www.t-science.org
- Zhanatauov, S.U. (2020). Modeling of redundancy-canonical variables with various dispersions. *ISJ Theoretical&Applied Science»*, №4,vol.84, 04 (84), 475-492. www.t-science.org
- 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
- 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 2015. pp. 55-58. Retrieved from <http://national-science.ru/>
- 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
- 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
- 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
- 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
- Stewart, D., & Love, W. (1968). A general canonical correlation index.- *Psychological Bulletin*, vol. 70, pp. 160-163.
- Zhanatauov, S.U. (2018). Inverse spectral problem with indicated values of components of the eigenvectors. *ISJ Theoretical &Applied Science*, №11(67), pp.358-370. www.t-science.org
- Zhanatauov, S.U. (2019). Mathematical model «lower classes do not want, upper circles cannot». *ISJ “Theoretical &Applied Science”*, № 11 (79): pp.565-583. www.t-science.org
- Zhanatauov, S.U. (2019). A matrix of values the coefficients of combinational proportionality. *Int. Scientific Journal Theoretical &Applied Science*, №3 (68), 401-419. www.t-science.org
- Zhanatauov, S.U. (2018). Modeling eigenvectors with given the values of their indicated components. *Int.Scienc. Jour. “Theoretical &Applied Science”*, № 11(67): pp. 107-119. www.t-science.org
- Zhanatauov, S.U. (2018). Inverse spectral problem. *ISJ Theoretical &Applied Science*, №12(68), pp.101-112. www.t-science.org
- Zhanatauov, S.U. (2019). A matrix of values the coefficients of combinational proportionality. *Int. Scientific Journal Theoretical &Applied Science*, №3 (68), 401-419. www.t-science.org
- 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
- Zhanatauov, S.U. (). Cognitive model of the structure of the municipal body on monitoring the moral environment for subsidies of human resources. *Int.Scienc.Jour. “Theoretical &Applied Science”*, № 7(75): pp.401-418. www.t-science.org
- 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
- (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
- Zhanatauov, S.U. (2021). Cognitive computing: models, calculations, applications, results. *ISJ «Theoretical&Applied Science»*, №5, vol.97, pp.594-610. www.t-science.org