

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
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: 03 Volume: 95

Published: 12.03.2021 <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),
Professor, Candidate of physics and mathematical sciences,
Department «Information technologies and automatization», Kazakhstan
sapagtu@mail.ru

A.K. Niyazbayev

Noncommercial joint-stock company "Kazakh national agrarian research university"
Senior lecturer
Department «Machine use», Kazakhstan
adil77@mail.ru

DIGITAL MODEL OF THE HYDRAULIC MOTOR OPERATION

Abstract: The article develops a digital model of the hydraulic motor operation. Real measurements in the technical system unit-hydraulic motor are considered. The fact is revealed: 3-dimensional real samples $Z^{(1)}_{mm}, Z^{(2)}_{mm}, Z^{(3)}_{mm}, Z^{(4)}_{mm}, m=45, n=3$, have the same "digital portraits", and when analyzing 4 tables of standardized data, hidden (unmeasurable, but calculated) performance indicators of the hydraulic motor are revealed. 2 significant indicators (y_1, y_2) were calculated with the values "power consumed by the hydraulic motor for rotation with a controlled speed of the hydraulic motor and maintaining the pressure level" (y_1) and "adjustable speed" of the mechanism X" (y_2). Digital portraits (Table 1, Table 2) and model formalizations were developed in the form of linear equations of variable variability (measured and calculated) and in the form of multidimensional equations of cognitive meanings of variable variability. The rated power of the hydraulic motor is distributed in the amount of 3 local capacities: 36.650916% of the rated power of the hydraulic motor plus 36.650916% of the power of the hydraulic motor spent on regulating the pressure drop in the hydraulic motor, plus 26.697889 % of the power of the hydraulic motor spent on providing the desired speed of the hydraulic motor."

Key words: digital model of the hydraulic motor operation.

Language: Russian

Citation: Zhanatauov, S. U., & Niyazbayev, A. K. (2021). Digital model of the hydraulic motor operation. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 03 (95), 101-109.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-03-95-15> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2021.03.95.15>

Scopus ASCC: 2604.

ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ ГИДРОМОТОРА

Аннотация: В статье разработана цифровая модель работы гидромотора. Рассмотрены реальные измерения в технической системе агрегат-гидромотор. Выявлен факт: 3-мерные реальные выборки $Z^{(1)}_{mm}, Z^{(2)}_{mm}, Z^{(3)}_{mm}, Z^{(4)}_{mm}, m=45, n=3$, имеют одинаковые «цифровые портреты», а при анализе 4-х таблиц стандартизованных данных, выявлены скрытые (неизмеряемые, но вычисляемые) показатели работы гидромотора. Вычислены 2 существенных показателя (y_1, y_2) с именами-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 (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,

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
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

затрачиваемой на регулирование перепада давления в гидромоторе, плюс 26.697889 % траты мощности гидромотора на обеспечение нужной частоты оборотов гидромотора».

Ключевые слова: цифровая модель работы гидромотора.

Введение

Цифровизация земледелия в целом, начинается на моменте изысканий, какими должны быть цифровые модели на первых этапах технологического процесса. Все эти процессы земледелия должны быть обеспечены качественными изысканиями. На этапах цифровизации земледелия важнейшую роль для формирования сложной цифровой модели сельского хозяйства начинают играть цифровые (а в последнее время еще и информационные) модели механизмов, агрегатов по очистке поля от пленки, ранее уложенной для влагоудержания. Нам хорошо известно, цена ошибки, допущенной на начальном этапе жизненного цикла агрегатов неизмеримо больше, чем на последующих. Какие же требования должны предъявляться к таким моделям, для того чтобы они дополняли остальные процессы земледелия, как полноценная информационная основа? Первый обязательный компонент - цифровая модель работы гидромотора.

Такая модель должна состоять из несколько основных частей и обладать воспроизводимостью при допустимых внешних воздействиях. Рассмотрим внешнее воздействие на гидромотор – скорость агрегата.

Ниже (смотрите Таблицы 1 и 2) будет выявлен факт: 3-мерные выборки $Z_{mn}^{(1)}$, $Z_{mn}^{(2)}$, $Z_{mn}^{(3)}$, $Z_{mn}^{(4)}$ имеют одинаковые «цифровые портреты», при анализе 4-х таблиц стандартизованных данных, $m=45, n=3$, выявлены скрытые (неизмеряемые, но вычисляемые) показатели работы гидромотора имеется сильно заметное проявление фактора «регулируемая частота оборотов «механизма X» (доля этой части мощности гидромотора равна $73.307844\% = 0.8572^2$, Таблица 1, строки 1,2,3,4, столбец 4). Это обусловлено жесткостью технической системы агрегат-гидромотор, где по трубопроводам под давлением происходит преток жидкости.

Применим метод (ПМ ГК), где в дополнение к реальным значениям 3-х имеющихся измеренных показателей вычисляются еще 3 вычисляемые показателя, к 3 коррелированным z-переменным добавляются 3 вычисляемые некоррелированные y-переменные. В ПМ ГК их значениям соответствуют вычисленные значения 3-х y-переменных, образуется новая матрица $Y_{mn} = Z_{mn} C_{nn}$, $m=45$, $n=3$, имеющая нулевые значения корреляций $\text{cov}(y_i, y_j) = 0$, $i=1,2,3$; $j=1,2,3$; $i \neq j$, ненулевые дисперсии y-переменных $\text{disp}(y_1) = \text{covar}(y_1, y_1) = \lambda_1$, $\text{disp}(y_2) = \text{covar}(y_2, y_2) = \lambda_2$, $\text{disp}(y_3) = \text{covar}(y_3, y_3) = \lambda_3$. Для процесса

вычислений значений элементов матрицы $Y_{mn} = Z_{mn} C_{nn}$ требуется вычислить и другие матрицы R_{nn} , C_{nn} , Λ_{nn} . Схема всех вычислений принимает вид: $Z_{mn} \Rightarrow (R_{nn}, C_{nn}, \Lambda_{nn}, Y_{mn})$. Этим мы показываем как, что $(R_{nn}, C_{nn}, \Lambda_{nn}, Y_{mn})$, сколько величин $(n^2 + n^2 + n + m \cdot n)$ мы вычисляем для того, чтобы сформировать Таблицы 1 и 2.

Исходные данные и изменчивости технических показателей

Рассмотрим многомерную выборку значений $X_{mn}^0 = \{x_{i,j}^0\}$ $m=45$ значений 3 показателей: мощность гидромотора (z_1 , кВт), перепад давления в гидромоторе (z_2 , мПа), частота оборотов гидромотора (z_3 , обороты/мин). Измерения этих характеристик проводились при средней скорости агрегата $V_{ср} = 0,52$ м/с. Числовые значения с этими единицами измерения физических величин кВт, мПа, обороты/мин должны подвергаться арифметическим операциям умножения, деления, сложения, вычитания, получаемые результаты не имеют единиц измерения. Единицы измерения физических величин кВт, мПа, обороты/мин при статистическом анализе взаимосвязей должны заменяться безразмерными числами. Какими? Ниже будем использовать в качестве безразмерных чисел изменчивости показателей – 3-х измеренных, 3-х вы. Рассмотрение изменчивости переменной как индикатора присутствия некоторого знания о переменной обосновано в статьях [1-3]. Предпочтительность использования коэффициентов корреляций из матрицы S_{nn} собственных векторов, а не из корреляционной матрицы $R_{nn} = C_{nn}^T \Lambda_{nn} C_{nn}$, где $\Lambda_{nn} = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ – диагональная матрица собственных чисел, вычисляемая специальным методом одновременно с матрицей собственных векторов C_{nn} .

Таблица измеренных значений размещены в первых 3 столбцах матрицы X_{mn}^0 , $m=45$, $n=3$. Данную реальную выборку значений 3-х измеренных показателей рассматриваем как многомерную выборку из неизвестной теоретической совокупности с неизвестным законом распределения. Для ее анализа используем Прямую Модель Главных Компонент (ПМ ГК [1,2]), успешно применяемую во многих предметных областях техники [3], экономики [5-9], финансов [10-11], сельского хозяйства [12], телекоммуникации [13], педагогики [14]. ПМ ГК применяется к безразмерным (стандартизованным) значениям z-переменных. В технике измерения проводятся приборами,

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
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

результаты, которых отображаются на шкале прибора после преобразований от датчиков, воспринимающих проявления механических воздействий. Регистрируемые числовые значения имеют размерности, зависящие от семи основных единиц измерения (основных физических величин СИ). Эти величины из системы СИ здесь подвергаются арифметическим преобразованиям сложение, вычитание, умножение, действующих в вычислительных алгоритмах решаемых задач матричной алгебры [1]. Покажем, что все арифметические операции сводятся к двум: сложению и вычитанию. Мы этим показываем: значения величин, измеренных в кВт (мПа, обороты/мин) при преобразованиях сложение\вычитание не теряют своих единиц измерения кВт, мПа, обороты/ мин, а только увеличивают\уменьшают свои значения. Изменчивость значений измеряемых технических величин не противоречит законам физики.

Если число a умножается на число $1+e$, то к значению числа a прибавляется число ae . Если число a делится на число $1+a$, то от числа a вычитается число e , уменьшенное в $1+e$ раз. Таким образом при арифметических операциях с числом a , имеющим размерность (например, кВт), его значение либо увеличивается, либо уменьшается. Экспериментатор может эти изменения значения числа a воспринимать как изменчивость величины a в тех же единице измерения (например, в кВт). Об изменчивости мощности любого механизма он хорошо осведомлен. А мы, специалисты по анализу данных, можем подвергать преобразованиям реальные значения экспериментальных данных, не опасаясь негативного отношения со стороны экспериментатора к применяемым методам углубленного анализа данных. Инновационные методы интеллектуального анализа данных не всегда воспринимаются технарями, химиками, биологами, проводящих сложные эксперименты в своей области.

Математическое обоснование вышеозвученных эквивалентности умножения сложению, деления – вычитанию следующее. Если величина a , имеющее размерность, умножается на число $1+e$: $a(1+e)$, то произведение $a(1+e)$ равно сумме чисел $a+ae$, если величина a , имеющее размерность, делится на число $1+e$: $a/(1+e)$, то частное от деления равно разности чисел a и $a/(1+e)$. Для частного $e/(1+e)$ применяем аналогичное рассуждение к очередной разности, где присутствует свое частное от деления. Такое вычитание продолжается до тех пор, пока позволяет измерительная точность прибора-измерителя.

Обосновывание применимости термина «длина одного собственного отклонения (шага) для измеряемых значений z -изменчивости

измеряемого показателя» к нашей задаче следующее [15]. Пусть имеем в j -ом столбце значения изменчивостей $(z_{1j}, \dots, z_{mj})^T$. Если среднеквадратическое значение s_j^2 этих элементов равно 1, то ряд $(z_{1j}, \dots, z_{mj})^T$ называется рядом значений j -ой z -переменной (стандартизированной). Если $s_j^2 \neq 1$, то ряд значений называется рядом значений z -изменчивостей для j -ой z -переменной. Для значения s_j^2 вычисляется одно значение $+s_j = \sqrt{s_j^2}$, определяющее длину (положительную) отклонения, присущей ряду $(x_{1j}, \dots, x_{mj})^T$. Величина $z_{ij} = (x_{ij}^0 - x_{ij}^{me})/s_j$ определяет сколько штук s_j содержит в себе отклонение $(x_{ij}^0 - x_{ij}^{me})$. Иначе говоря, величина z_{ij} равна количеству собственных отклонений s_j j -ой x -переменной в отклонении x_{ij}^0 от среднего значения x_{ij}^{me} : $(x_{ij}^0 - x_{ij}^{me})$. Ряд значений z -изменчивостей соответствует j -ой централизованной (нестандартизированной) x -переменной с показателем s_j : $(z_{1j}, \dots, z_{mj})^T = (x_{1j}, \dots, x_{mj})^T / s_j$. Показатель s_j – единичный шаг собственных отклонений, величина z_{ij} равна количеству собственных отклонений s_j влево или вправо от числа 0, равного средней арифметической для m значений z_{1j}, \dots, z_{mj} : $(1/m)(z_{1j} + \dots + z_{mj}) = 0$. Отклонение числа z_{ij} от числа 0, (равное отклонению измеренного значения x_{ij}^0 от средней x_{ij}^{me} , деленному на собственное отклонение s_j : $(z_{ij} - 0) = (x_{ij}^0 - x_{ij}^{me})/s_j$ называется z -изменчивостью измеряемого j -ого показателя. Изменчивость равна частному от деления двух отклонений $(x_{ij}^0 - x_{ij}^{me})$ и s_j , имеющих единицы измерения одинакового смысла. Единицы измерения могут быть метрическими или другими, измеряемыми в шкале отношений [2].

Вычислим стандартизованную матрицу $Z_{4,5,3} = z_{ij} = x_{ij}/s_j$. Формула $x^0 = x^{cp} + zs$ показывает структуру разложения измеренного значения x^0 на слагаемые. Первое слагаемое (x^{cp}) называется ожидаемым значением, его значение является главной частью значения x^0 реального показателя и имеет единицу измерения. Второе слагаемое (zs) показывает число $z = (x^0 - x^{cp})/s$ отклонений (стандартных) в отклонении исходного значения x_{ij}^0 от значения выборочного среднего: $x_{ij} = (x_{ij}^0 - x_{ij}^{cp})$, $z_{ij} = x_{ij}/s_j$, где $x_{ij} = (x_{ij}^0 - x_{ij}^{cp}) = z_{ij}s_j$. Средние, вычисленные по реальным данным, не влияют на наши результаты. Выборочные средние: 1.5613, 1.6409, 150.2222. Собственные стандартные отклонения равны 0.0096, 0.0098, 2.8897. Здесь мы видим существенное отличие изменчивости переменной №3. В реальных измерениях показателей наибольшая изменчивость (2.8897) присуща показателю «частота оборотов гидромотора» (переменная z_3). Поэтому изменчивость этой переменной является существенной в цифровой модели работы гидромотора. Существует независимый от мотора

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
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

механизм влияния на частоту оборотов: «механизм X». Независимость «механизма X» от гидромотора следует из некоррелированности у-переменных y_1 и y_2 : $\text{covar}(y_1, y_2) = 0$. Изменчивость у-переменной y_1 и изменчивость у-переменной y_2 не коррелируют друг с другом, тогда и измеряемые изменчивости относятся к разным z-переменным: в у-переменную y_1 входят (в качестве членов линейной комбинации) одни z-переменные, в у-переменную y_2 входят другие z-переменные. Эти z-переменные должны измеряться разными устройствами-измерителями. Поэтому мы утверждаем, что существует «механизм X», независимый от мотора. И он влияет на частоту оборотов в гидромоторе.

Рассмотрим матрицу значений изменчивостей Z_{mn} . Из этой матрицы мы извлечем нужные нам цифровые значения и специальные знания (в терминах применяемой модели) о наших 3-х измеренных технических показателях работы гидромотора. Каждому нашему измеряемому показателю, имеющему 45 значений, присуща изменчивость, обусловленная кроме прочего парной зависимостью 3 z-переменных. Кроме 3-х измеряемых показателей имеются измеряемые в нашем эксперименте показатели, а также должны существовать при наличии достаточно высоких парных корреляций другие показатели, равные линейным комбинациям наших 3-х наших измеряемых показателей.

Цифровые портреты экспериментов

Одним из методов факторного анализа данных является ПМ ГК. В ПМ ГК схематично изображается так: $Z_{mn} \Rightarrow (R_{nn}, C_{nn}, \Lambda_{nn}, Y_{mn})$. Слева – реальные данные, справа – вычисленные данные, они дополняют наши реальные данные. Данные из матриц C_{nn}, Λ_{nn} имеют интерпретации и помогают выявить скрытые знания о наших 4 экспериментах по проявлениям механических свойств работы гидромотора.

В Таблице 2 приведены 4 «цифровые портреты» для 4-х средних скоростей агрегата (от $V_{ср} = 0,52$ м/с до $V_{ср} = 1,8$ м/с). Если 2 «цифровые портреты» при этих значениях скорости агрегата будут различаться по существенным признакам, то мы выявим соответствующие скрытые знания.

Ниже (смотрите Таблицы 1 и 2) будет выявлен факт: 4 «цифровые портреты» не различаются при анализе 4-х таблиц данных $Z_{mn}^{(1)}, Z_{mn}^{(2)}, Z_{mn}^{(3)}, Z_{mn}^{(4)}$, $m=45$, $n=3$. Это обусловлено жесткостью технической системы агрегат-гидромотор, где не происходит больших потерь мощности агрегата.

Применим метод, где в дополнение к реальным значениям 3-х имеющихся измеренных показателей вычисляются еще 3 вычисляемые показателя. Точнее: к 3 коррелированным z-

переменным добавляются значения 3-х некоррелированных у-переменных. В ПМ ГК их значениям соответствуют вычисленные значения 3-х у-переменных, образуется новая матрица $Y_{mn} = Z_{mn} C_{nn}$, $m=45, n=3$, имеющая нулевые значения корреляций $\text{cov}(y_i, y_j) = 0$, $i=1, 2, 3$; $j=1, 2, 3$; $i \neq j$, ненулевые дисперсии у-переменных $\text{disp}(y_1) = \text{covar}(y_1, y_1) = \lambda_1$, $\text{disp}(y_2) = \text{covar}(y_2, y_2) = \lambda_2$, $\text{disp}(y_3) = \text{covar}(y_3, y_3) = \lambda_3$. Для процесса вычислений значений $Y_{mn} = Z_{mn} C_{nn}$ требуется вычислить и другие матрицы $R_{nn}, C_{nn}, \Lambda_{nn}$.

Схема всех вычислений принимает вид: $Z_{mn} \Rightarrow (R_{nn}, C_{nn}, \Lambda_{nn}, Y_{mn})$. Этим мы показываем как, что вычисляемые матрицы $(R_{nn}, C_{nn}, \Lambda_{nn}, Y_{mn})$ состоят из $(n^2 + n^2 + n + m * n)$ величин и они нужны для построения цифровой модели работы гидромотора, схематично и кратко сформированной в виде Таблиц 1 и 2. Будем учитывать значения весов $\ell=2$ факторов и его измерителя изменчивости – доминирующие значения дисперсии λ_1, λ_2 (значение λ_1 равно наибольшей из n дисперсий у-переменных). Это дает одно многомерное уравнение (без свободного члена) для n z-переменных z_1, \dots, z_n и одно 1-мерное уравнение. Смысловое многомерное уравнение когнитивных смыслов 3 z-переменных $\text{смысл}(z_1) + \text{смысл}(z_2) + \text{смысл}(z_3) = \text{смысл}(y_1)$ образуется в точном соответствии с полученными m линейными алгебраическими уравнениями [16-17] значениями изменчивостей $n=3$ z-переменных ($m=45$ раз записанное для $i=1, \dots, m$) с 3 параметрами при $3 * m$ неизвестных:

$$\text{смысл}(z_{i1}) + \text{смысл}(z_{i2}) + \text{смысл}(z_{i3}) = \text{смысл}(y_i), \quad i=1, \dots, m.$$

Аналогично имеем второе (для $\lambda_2 = 0.4498$) одномерное смысловое уравнение вида $\text{смысл}(z_3) = \text{смысл}(y_{i2})$.

Так как смыслы изменчивостей $\text{смысл}(z_{i1}), \text{смысл}(z_{i2}), \text{смысл}(z_{i3})$ совпадают со смыслами z-переменных z_1, z_2, z_3 , то имеем одно многомерное уравнение

$$\text{смысл}(z_1) + \text{смысл}(z_2) + \text{смысл}(z_3) = \text{смысл}(y_1).$$

Из новых вычисленных у-переменных для осмысления применяем только 2 из 3-х: $y_{i1} = c_{11} * z_{i1} + c_{21} * z_{i2} + c_{31} * z_{i3}$, $y_{i2} = c_{12} * z_{i2} + c_{22} * z_{i2} + c_{32} * z_{i3}$. Они содержат $73.307844\% + 14.2433333\% = 88\%$ информации (Рисунок 1). Значение c_{11} называется «весом» z-переменной номер 1, значение z_{i1} – значение изменчивости z-переменной номер 1, имеющей «вес» $c_{11} = 0.6054$. Аналогично интерпретируются остальные «веса» и значения изменчивостей z-переменных номер 1 и 2. В первой линейной комбинации для у-переменной с номером 1 вида $y_1 = 0.6054 * z_1 + 0.6054 * z_2 + 0.5167 * z_3$, где $c_{11} = 0.6054 = \text{corr}(z_1, y_1)$, $c_{21} = 0.6054 = \text{corr}(z_2, y_1)$, $c_{31} = 0.5167 = \text{corr}(z_3, y_1)$, весовыми «веса» обладают z-переменные z_1, z_2, z_3 . Значения «весов» при значениях этих z-переменных по абсолютной

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
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

величине превышают 0.6. По шкале Чэддока пороговое значение 0.6 относится к интервалу «умеренных» корреляций. Поэтому мы должны использовать смыслы z-переменных z_1, z_2, z_3 для когнитивного конструирования фразы-смысла вычисленных (по реальным данным) значений y-переменной с номером 1. Так как формула для y_1 имеет вид линейной комбинации, то ее смысл равен сумме смыслов $\text{смысл}(y_1) = 0.6054 * \text{смысл}(z_1) + 0.6054 * \text{смысл}(z_2) + 0.5167 * \text{смысл}(z_3)$. Это многомерное уравнение когнитивных смыслов переменных имеет решение, равное неизвестному $\text{смысл}(y_1)$. Известными в этом уравнении являются 3 смысла 3-х переменных z_1, z_2, z_3 и все значения изменчивостей z_{ij} , $j=1,2,3$; $i=1, \dots, m$.

Сумму смыслов из правой части нашего многомерного смыслового уравнения формулируем так: ««мощность, затрачиваемая гидромотором при движении агрегата по полю со средней скоростью $V_{cp} = 0,52$ м/с».

Краткий когнитивный смысл «мощность, затрачиваемая гидромотором», при скорости агрегата $V_{cp} = 0,52$ м/с» проявление этой мощности использовалась $c^2_{11} = 0.6054^2 \% = 0,36650916\%$ изменчивости мощности агрегата (переменная z_1 мощность (z1), кВт), $c^2_{21} = 0.6054^2 \% = 0,36650916\%$ изменчивости перепад давления в гидромоторе (z2, мПа), $c^2_{31} = 0.5167^2 \%$ частоты оборотов гидромотора (z3), обор\мин, Мы использовали 100% информации, содержащейся в изменчивостях наших 3-х показателей: $0,366509 + 0,366509 + 0,26697889 = 1$. Здесь доли изменчивостей показателей «мощность гидромотора (z1, кВт)», «перепад давления в гидромоторе (z2, мПа)»,

Если есть изменчивость, то присутствует знание в данных [16-19]. Индикаторами присутствия знаний [18] служат компоненты собственных векторов (коэффициенты комбинационных связей [19]) из Таблицы 1. Мы дополнили изменчивости 3-х измеряемых показателей еще тремя вычисляемыми изменчивостями переменных y_1, y_2, y_3 (мы анализируем только, опираясь на их суммарную $\approx 100\%$ долю, Рисунок 1), которым соответствуют вычисляемые оказатели, используемые в цифровой модели работы гидромотора. Из этих переменных y_1, y_2, y_3 нам легче извлечь знания о том, какие технические свойства гидромотора измерялись. Зная то, что проявлялось для измерения, можно назвать и механизм, позволяющий измерять это свойство (а). Знание только корреляционной матрицы нам не помогло, потребовался глубинный анализ его собственных чисел $\lambda_1 = 2.57272$, $\lambda_2 = 0,4273$, $\lambda_3 = 0$ и собственных векторов из матрицы C_{33} (Таблица 1), Расчеты проведены с применением ППП «Спектр» [19].

Этот вычисляемый показатель за счет своих 45 значений (с дисперсией $= 2.57272$) вбирает в себя (содержит) $\lambda_1/3 = 0,857573333 = 85,76\%$ информации, содержащейся в многомерных данных Z_{mn} , $m=45, n=3$. Полученное нами когнитивное знание в виде фразы: «мощность, потребляемая гидромотором на вращение с управляемой частотой оборотов гидромотора и поддержание уровня давления». Она равна сумме 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». Иначе говоря: «суммарное полезное потребление мощности агрегата расходуется во-первых, на обеспечение работы гидромотора; во-вторых, на обеспечение работы узла регулирования перепада давления в гидромоторе (доля этих 2-х потребителей является доминирующим: $36.6509 + 36.6509 \approx 73\%$), в третьих, на обеспечение требуемой частоты оборотов гидромотора. Доля этой потребляемой мощности равна 26.697889% номинальной мощности гидромотора».

Во всех экспериментах для их реальных данных смысл y-переменной y_1 не изменяется. В 4-х экспериментах смысл y-переменной y_2 постоянен. В эксперименте №4 (при скорости агрегата 1.8 м\сек), а также в других экспериментах, в формуле y-переменной y_2 аддитивно появляется еще один «вес» с средне заметным значением $c_{22} = \text{сог}(y_2, z_2) = 0.3472$ (Таблица 1, строка 4, 1, 2, 3,, столбец 4). Формула y-переменной y_2 теперь зависит от двух переменных z_1, z_2 с «весами» $c_{21} = 0.7140$, $c_{32} = 0.8572$. Формула y-переменной y_2 имеет вид $y_2 = 0.6054 * z_1 + 0.3472 * z_2$. Двумерное смысловое уравнение когнитивных смыслов переменных y_2, z_1, z_2 имеет вид $\text{смысл}(y_2) = 0.6054 * \text{смысл}(z_1) + 0.3472 * \text{смысл}(z_2)$. Одним из когнитивных решений этого смыслового уравнения является фраза «регулируемая частота оборотов механизма X». Осуществлении механизма X, независимого от мотора, мы высказались выше, когда мы отмечали наибольшую изменчивость (2.8897) показателя «частота оборотов гидромотора». По цифровым данным видна важность исполнительного «механизма X». На это показывает смысл когнитивной (познавательной) фразы «регулируемая частота оборотов механизма X».

Скрытыми неизмеряемыми показателями работы гидромотора при скорости агрегата $V_{cp} = 1,8$ м/сек являются:

- «мощность, потребляемая гидромотором на регулирование давления»;
- «регулируемая частота оборотов «механизма X».

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
 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

Кроме этих выявленных когнитивных знаний цифровая модель работы гидромотора включает в себя числовые значения изменчивостей реальных коррелированных Z_{mn} и вычисляемых некоррелированных переменных $Y_{mn}=Z_{mn}C_{nn}$, матрицы R_{nn} , C_{nn} парных корреляций и дисперсий вычисляемых некоррелированных переменных, дисперсии $\Lambda_{33}=\text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ вычисляемых некоррелированных переменных: $\text{disp}(y_1)=\text{covar}(y_1, y_1)=\lambda_1$, $\text{disp}(y_2)=\text{covar}(y_2, y_2)=\lambda_2$, $\text{disp}(y_3)=\text{covar}(y_3, y_3)=\lambda_3$.

Цифровая модель работы гидромотора отражает распределение мощности гидромотора, если агрегат движется по полю со средней скоростью $V_{cp} = 0,52$ м/с. Этот вывод получен нами после расчетов методом главных компонент, примененного для анализа реальных данных – таблицы 3-х мерных данных. Схема изображения начальной реальной (стандартизованной) матрицы Z_{mn} и вычисленных матриц R_{nn} , C_{nn} , Λ_{nn} , Y_{mn} такова: $Z_{mn} \Rightarrow (R_{nn}, C_{nn}, \Lambda_{nn}, Y_{mn})$. Здесь вычисляются матрица $R_{nn}=(1/m)Z_{mn}^T Z_{mn}$, для матрицы R_{nn} с применением других методов вычисляется одновременно пара матриц (C_{nn}, Λ_{nn}) , зависящие от $R_{nn}=(1/m)Z_{mn}^T Z_{mn}$, $R_{nn}C_{nn}=C_{nn}\Lambda_{nn}$. Матрица $Y_{mn}=Z_{mn}C_{nn}$, полученная ортонормированным преобразованием матрицы Z_{mn} реальных данных, является конечным решением метода главных компонент (вычисляются изменчивости y -переменных). Никакого моделирования новых данных, не зависящих от исходных реальных данных, здесь нет. Так как к настоящему времени разработано много решений задач, алгоритмов, методов для этой пятерки матриц $Z_{mn} \Rightarrow (R_{nn}, C_{nn}, \Lambda_{nn}, Y_{mn})$, то метод главных компонент превратился в Прямую Модель Главных Компонент[3-4].

Мы озвучили интерпретацию вычисленных значений для 1-го ($\lambda_1=2.57272$) из 2-х дисперсий $\lambda_1=2.57272$, $\lambda_1=0,4273$, 3-я дисперсия оказалась равной нулю: $\lambda_3=0$. Доля информации по «мощности, затрачиваемой на полезную работу гидромотора (имея работу агрегата со скоростью V_{cp}) равна $\lambda_1/3 = 2.57272/3=0,857573333$ (85.76%). Информацию, соответствующую 1-ой наибольшей дисперсии мы «вытянули» выше. Информация, соответствующая 2-ой по величине дисперсии мала ($\approx 14\%$). Веса c^2_{12} , c^2_{22} , c^2_{32} при значениях изменчивости z -переменных z_{i1}, z_{i2}, z_{i3} равны силам влияния показателей номер 1,2,3 на показатель y_2 , смысл которого мы пока не знаем. Этот смысл зависит от суммы учитываемых z -переменных. Будем учитывать смысл только одной z -переменных в с весомым весом $(+0.8562)^2$. Тогда смысл 2-ой y -переменной y_2 будет «частота оборотов гидромотора». Так как для 3-х весов выполняется равенство (присущее

ПМ ГК) $c^2_{12} + c^2_{22} + c^2_{32} = (-0.3653)^2 + (-0.3653)^2 + (+0.8562)^2 = 1$, наш учет одного веса (вместо 3-х) привносит погрешность, но она мала, ибо входит в 14% дисперсии y -переменной y_2 . Количество информации в нашей вычисленной y -переменной y_2 равно $0.8562^2 = 73.307844\%$ от 100% информации, содержащейся в y -переменной y_2 . Итак, второй независимый фактор, его вес равен $\lambda_2/3 = 0.4273/3 = 14\%$, на $c^2_{32} = 0.8562^2 = 73.307844\%$ характеризует роль показателя «частота оборотов гидромотора (об/мин)», обусловленная $0,4273/3 = 14\%$ ($\lambda_2=0,4273$) информации.

Влияние в 73.307844% является частью второго независимого вычисляемого показателя (фактора) y_2 , имеющего вес $0.4273/3 = 14.2433333\%$. здесь мы использовали вычисленные для корреляционной матрицы $R_{33}=(1/45)Z^T_{mn}Z_{mn}$ собственные числа $\lambda_1=2.57272$, $\lambda_1=0,4273$, $\lambda_3=0$ и собственные векторы C_{33} (Таблица 1), вычисленные при решении Прямой Спектральной Задачи [2] $RC=CA$, $\Lambda_{33}=\text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$, $\lambda_1=2.57272$, $\lambda_2=0,4273$, $\lambda_3=0$.

Введем эти значения в Таблицы 1 и 2. В Таблице 2 приведены рассчитанные нами 4 «цифровые портреты» для 4-х средних скоростей агрегата (от $V_{cp} = 0,52$ м/с до $V_{cp} = 1,8$ м/с). Доля информации (изменчивости значений переменной) в скрытом факторе (y -переменной из ПМ ГК) и доли информации в 3-х измеренных показателях (z -переменных) приведены в строках Таблицы 2 для каждой таблицы данных $Z^{(1)}_{mn}$, $Z^{(2)}_{mn}$, $Z^{(3)}_{mn}$, $Z^{(4)}_{mn}$, $m=45, n=3$. Если есть изменчивость значений переменной, то есть и знание (скрытое или уже извлеченное) об этой переменной. Поэтому в заголовке столбца Таблицы 2 присутствует слово «знание».

Две 1-ая и 4-ая «цифровые портреты» при этих значениях скорости агрегата не различаются по существенным параметрам применяемого метода анализа. 2-ая и 3-я «цифровые портреты» имеют некоторые различия. Средняя скорость агрегата V_{cp} не влияет на параметры ротора – исполнительного механизма агрегата. Эффективность процесса максимальна максимальной скорости агрегата $V_{cp}=1.8$ м/с., применявшегося в наших полевых условиях.

Средние, вычисленные по реальным данным, не влияют на наши результаты. Например, выборочные средние: 1.5613, 1.6409, 150.2222. Собственные стандартные отклонения -0.0096 , 0.0098 , 2.8897 . В реальных изменениях показателей наибольшая изменчивость (2.8897) присуща показателю «частота оборотов гидромотора» (переменная z_3). поэтому изменчивость этой переменной является частью изменчивостей двух вычисленных y -переменных y_1 , y_2 . доля изменчивости z_3 (исполнительного механизма) в

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
 ISI (Dubai, UAE) = 1.582
 GIF (Australia) = 0.564
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
 ПИНЦ (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

y_1 –переменной y_1 , равна $0.5146^2=26.64624\%$ и в y_2 –переменной y_2 - $0.8572^2 =73.479\%$. Значения суммарной эффективности работы этого механизма мало отличаются в 4-х цифровых картинах.

Заключение

Техническая система агрегат-гидромотор жестко пуправляют давлением, частотой оборотов в трубопроводах гидромотора. Скоростной эффективности агрегата соответствует своя эффективность работы гидромотора. Экономически выгодна работа агрегата на наибольшей допустимой скорости. Допустимые скорости – их 4, экспериментально апробированы в полевых условиях. Расход горючго, потребляемого агргатом, при скорости $V_{cp}=1.8$ м/сек. предпочтителен, ибо за меньшее время обрабатывается большее расстояние в поле. В этом заключается один из выводов анализа наших данных. Количественное распределение «полезно используемой мощности гидромотора (в %), об процентах на регулирование перепада давления в гидромоторе, об процентах на обеспечение нужной частоты оборотов гидромотора приведены в 4-х строках Таблицы 1. выявлены скрытые неизмеряемые показатели работы гидромотора при 4-х скоростях агрегата «мощность, потребляемая гидромотором на регулирование давления» и «регулируемая частота оборотов «механизма X». Кроме этих выявленных когнитивных знаний цифровая

модель работы гидромотора включает в себя числовые значения изменчивостей реальных коррелированных Z_{mn} и вычисляемых некоррелированных переменных $Y_{mn}=Z_{mn}C_{nn}$, матрицы R_{nn} , C_{nn} парных корреляций и дисперсий вычисляемых некоррелированных переменных, дисперсии $\Lambda_{33}=\text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ вычисляемых некоррелированных переменных: $\text{disp}(y_1)=\text{covar}(y_1, y_1)=\lambda_1$, $\text{disp}(y_2)=\text{covar}(y_2, y_2)=\lambda_2$, $\text{disp}(y_3)=\text{covar}(y_3, y_3)=\lambda_3$.

Цифровая модель работы гидромотора отражает распределение мощности гидромотора, если агрегат движется по полю со средней скоростью $V_{cp}=0,52$ м/с.

Выводы получены после расчетов методом главных компонент, примененного для анализа реальных данных – таблицы 3-х мерных данных. Полученное нами когнитивное знание в виде фразы: «мощность, потребляемая гидромотором на вращение с управляемой частотой оборотов гидромотора и поддержание уровня давления». Она равна сумме 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».

Выражаем признательность М.Ж. Хазимову за поддержку в работе.

Таблица 1

№	Средняя скорость агрегата V_{cp}	$\Lambda_{33}=\text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$	Матрица C_{33} индикаторов наличия знаний
1	2	3	4
1	0,52 м/с	2.57272, 0.4273, 0.0000 Доля информации: $\lambda_1/3=0.8576=85.76\%$	0.6054, -0.3653, 0.7071 0.6054, -0.3653, -0.7071 0.5167, 0.8562, 0.0000
2	$V_{cp} = 0,96$ м/с	2.3775, 0.6009, 0.0216 Доля информации: $\lambda_1/3=0.7925=79.25\%$	0.6252, -0.3153, 0.7140 0.6199, -0.3553, -0.6997 0.4742, 0.8800, -0.0267
3	$V_{cp} = 1,58$ м/с	2.5275, 0.4452, 0.0273 Доля информации: $\lambda_1/3=0.8425=84.25\%$	0.6061, -0.3605, 0.7090 .6052, -0.3694, -0.7052 0.5162, 0.8565, -0.0057
4	$V_{cp} = 1,8$ м/с	2,5283, 0.4498, 0.0219 Доля информации: $\lambda_1/3=0.842766667=84.27\%$	0.6046, -0.3803, 0.6998 0.6080, 0.3472, 0.7140 0.5146, 0.8572, 0.0213

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	РИИЦ (Russia) = 0.126	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 2

№	Анализируемая таблица Z_{mn}	V_{cp} метр/сек	Доли информации в 2-х скрытых факторах		Доли информации в 3-х измеренных показателях		
	Безразмерная		y_1	y_2	% используемой мощности от номинальной мощности гидромотора (z_1)	% регулирования перепада давления в гидромоторе (z_2)	% обеспечения нужной частоты оборотов гидромотора (z_3)
1	$Z_{mn}^{(1)}$	0,52 м/с	85.76%	14.24%	36.650916%	36.650916%	26.697889
2	$Z_{mn}^{(2)}$	0,96 м/с	79.25%	20%	39.0875%	38.4276%	22.486564%
3	$Z_{mn}^{(3)}$	1,58 м/с	84.25%	14.84%	36.735721%	36.626704%	26.646244%
4	$Z_{mn}^{(4)}$	1,8 м/с	84.27%	14.99%	36.554116%	36.9664%	26.64624%

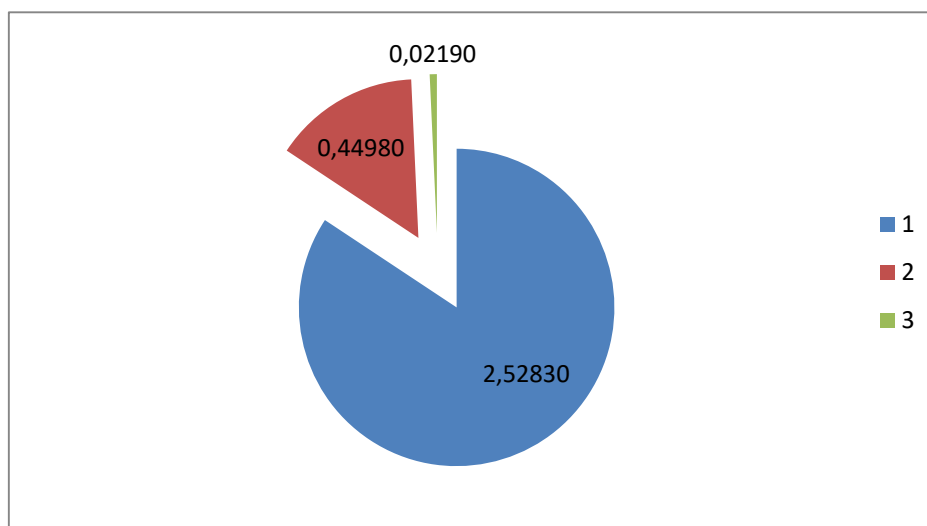


Рисунок 1.

References:

- Hotelling, H. (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *J. Educ. Psychol.*, vol.24, pp. 417-441, pp. 498-520.
- Zhanatauov, S.U. (2013). *Obratnaja model' glavnyh komponent.* (p.201). Almaty: Kazstatinform.
- Branton, S. L., & Kuc, Dzh. N. (2021). *B87 Analiz dannyh v nauke i tehnike / per. s angl.* A. A. Slinkina, (p.542). Moscow: DMK Press. Retrieved from <https://dmkpress.com/files/PDF/978-5-97060-910-1.pdf>
- Zhanatauov, S.U. (2014). Analiz budushhijh debitorskoj i kreditorskoj zadolzhennostej municipalitetov gorodov. *Jekonomicheskij analiz: teorija i praktika.* Moscow: №2(353), pp.54-62. www.fin-izdat.ru/journal/analiz/
- Zhanatauov, S.U. (2020). Cognitive simulation of price changes and money costs of the population of the Republic of Kazakhstan. *ISJ*

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

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

- «Theoretical & Applied Science», № 1, vol.81, pp.135-143. www.t-science.org
6. 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
 7. 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
 8. Zhanatauov, S.U. (2020). Formula of the key indicator "power of a profitable enterprise" статья. *ISJ «Theoretical & Applied Science»*, №2, vol.82, pp.222-236. www.t-science.org
 9. 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. indexed in Thomsons Reuters. www.t-science.org
 10. 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
 11. Zhanatauov, S.U., & Akhmetov, K.A. (2018). Simulation of multidimensional sample with the assigned values of the coefficients of linear regression. *Int.Scienc.Jour. "Theoretical & Applied Science"*, № 9(65): pp.301-314. www.t-science.org
 12. Zhanatauov, S.U. (n.d.). *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 g., pp.55-58. Retrieved from <http://national-science.ru/>
 13. Zhanatauov, S.U. (2013). Kognitivnaja karta i model` social`no-jekonomicheskikh faktorov kar`ernoj us-peshnosti shkol`nikov municipal`nyh shkol` SShA. *Sibirskij pedagogicheskij zhurnal*, №6, pp.28-33 Retrieved from <http://sp-journal.ru/archive>
 14. 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
 15. 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
 16. Zhanatauov, S.U. (2021). Modeling the variability of variables in the multidimensional equation of the cognitive meanings of the variables. *ISJ «Theoretical & Applied Science»*, №1, vol.93, pp.316-328. www.t-science.org
 17. 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
 18. Zhanatauov, S.U. (2019). A matrix of values the coefficients of combinational proportionality. *Int. Scientific Journal Theoretical & Applied Science*, №3(68), pp.401-419. www.t-science.org
 19. Zhanatauov, S.U. (1988). *Funkcional`noe napolnenie PGP «Spektr». «Modelirovanie v informatike i vychislitel`noj tehnike»*. (pp.3-11). Novosibirsk: VC SO AN SSSR.