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: 2018 **Issue:** 10 **Volume:** 66

Published: 30.10.2018 http://T-Science.org

QR – Issue QR – Article

S. U. Zhanatauov

candidate of physics and mathematical sciences,

Department «Information technologies and automation»,

Professor, Noncommercial joint-stock company

"Kazakh national agrarian university", Kazakhstan

sapagtu@mail.ru

SECTION 2. Applied mathematics.
Mathematical modeling.

COEFFICIENTS OF REGRESSION TO HELP PROGRESS OF BANKS

***Abstract**: The article describes the stages of calculating the model values of the matrix elements $Z_{mn} = [Z_1/Z_2]$ of centered and normalized values n = 4 z-variables, which have assigned values of the regression coefficients, $\beta_1,\beta_2,\ldots,\beta_{n-1}$ exactly equal to the calculated by real matrix values. The partition of the matrix $[Z_1/Z_2]$ corresponds to a regression model of the form $z_n=\beta_1 z_1+\beta_2 z_2+\ldots+\beta_{n-1}z_{n-1}$, where $z_1,z_2,\ldots,z_{n-1}$ is a set of explanatory (independent) variables ("regressors"), z_n - response variable (dependent variable), $\beta_1,\ldots,\beta_{n-1}$-regression coefficients. The values of 4 valid performance indicators of 17 branches of the bank $Z_{17,4}=[Z_1|Z_2]$ are considered. The MLRA-samples $Z^{(t,\ell)}{}_{17,4}=[Z^{(t,\ell)}{}_1|Z^{(t,\ell)}{}_2]$ are modeled for assigned values of the regression coefficients. The features of the application of IM MLRA [1] at n=4 are found. Model MLRA samples (for m=17,n=4) $Z^{(t,\ell,)}{}_{mn}=[Z^{(t,\ell,)}{}_1/Z^{(t,\ell)}{}_2]$ satisfy both DM MLRA and IM ILRA:$(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(t)}{}_1=R^{(\ell)}{}_{11}$, $(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(\ell,t)}{}_2= R^{(\ell)}{}_{12}$, $R^{(\ell)}{}_{12}=R^{(\ell)}{}_{11}\beta$, $\beta=(\beta_1, \beta_2,\beta_3)^T$, adequacy to the future, not the past, real multidimensional sample $X^0{}_{17,4}$.*

***Key words**: assigned values of regression coefficients, model of multidimensional linear regression analysis of valid indicators.*

***Language**: Russian*

***Citation**:* Zhanatauov, S.U. (2018). Coefficients of regression to help progress of banks. *ISJ Theoretical & Applied Science, 10 (66),* 501-514.

***Soi**:* http://s-o-i.org/1.1/TAS-10-66-59 ***Doi**:* crossref https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2018.10.66.59

КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ ПОМОГУТ ПРОГРЕССУ БАНКОВ

***Аннотация**: В статье дано описание этапов вычислений модельных значений элементов матрицы $Z_{mn}=[Z_1//Z_2]$ центрированных и нормированных значений n=4 z-переменных, имеющей назначенные значения коэффициентов регрессии, $\beta_1,\beta_2,\ldots, \beta_{n-1}$ в точности равные вычисленным по реальной матрице значениям. Разбиение матрицы $[Z_1/Z_2]$ соответствует регрессионной модели вида $z_n=\beta_1 z_1+\beta_2 z_2+\ldots+\beta_{n-1}z_{n-1}$, где $z_1,z_2,\ldots,z_{n-1}$-набор объясняющих (независимых) переменных («регрессоров»), z_n-переменная отклика (зависимая переменная), $\beta_1,\ldots,\beta_{n-1}$-регрессионные коэффициен ты. Рассмотрены значения 4-х валидных показателей работы 17 филиалов банка $Z_{17,4}=[Z_1|Z_2]$.Моделируются МЛРА-выборки $Z^{(t,\ell)}{}_{17,4}=[Z^{(t,\ell)}{}_1|Z^{(t,\ell)}{}_2]$, для назначенных значений коэффициентов регрессии. Обнаружены особенности применения ОМ МЛРА [1] при n=4. Модельные МЛРА-выборки (при m=17,n=4)$Z^{(t,\ell,)}{}_{mn}=[Z^{(t,\ell,)}{}_1/Z^{(t,\ell)}{}_2]$ удовлетворяют уравнениям как ПМ МЛРА, так и ОМ ИЛРА:$(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(t)}{}_1=R^{(\ell)}{}_{11}$, $(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(\ell,t)}{}_2=R^{(\ell)}{}_{12}$,$R^{(\ell)}{}_{12}=R^{(\ell)}{}_{11}\beta$,$\beta=(\beta_1, \beta_2,\beta_3)^T$, они адекватносты будущей, а не прошлой реальной многомерной выборке $X^0{}_{17,4}$.*

***Ключевые слова**: назначенные значения коэффициентов регрессии, модель многомерного линейного регрессионного анализа валидных показателей.*

Введение

Представляет интерес последовательность назначений значениям компонент вектора коэффициентов регрессии, начиная с «нехороших» кончая желаемыми. Значения компонент вектора коэффициентов регрессии $\beta_1,\beta_2,\ldots,\beta_{n-1}$ будут вычислены, если имеются числовые данные. Мы рассматриваем в качестве данных матрицу центрированных и нормированных значений $Z_{mn}=[Z_1 | Z_2]$. Рассмотрим регрессионную модель вида $z_n=\beta_1 z_1+\beta_2 z_2+\ldots+\beta_{n-1}z_{n-1}+\alpha$, где $z_1,z_2,\ldots,z_{n-1}$-набор объясняющих (независимых) переменных («регресссоров»), z_n-переменная отклика (зависимая переменная), $ß_1,\ldots,ß_{n-1}$-регресссионные коэффициенты, α-свободный член. Эта модель моделирует взаимосвязь между двумя или более *объясняющими* переменными и одной переменной *отклика* путем подгонки вышеприведенного линейного уравнения к стандартизованным значениям z-переменных $z_{ij}=(x^0_{ij}-x^{cp}_j)/s_j$. Здесь x^0_{ij} - i-ое значение j-го признака реального объекта, $x^{cp}_j=(x^0_{1j}+\ldots+x^0_{mj})/m$-среднее арифметическое, $s^2_j=(x^2_{1j}+\ldots+ x^2_{mj})/m$-стандартное отклонение, $x_{ij}=x^0_{ij}-x^{cp}_j$ - отклонение от среднего значения x^{cp}_j. Стандартизованные значения z_n изменяются относительно значений $z_1,z_2,\ldots,z_{n-1}$ с одинаковыми стандартными отклонениями, равными 1. В соответствии с этим разбиением z-переменных m значений всех n z-переменных образует 2 подматрицы Z_1,Z_2 матрицы $Z_{mn}=[Z_1 \rfloor Z_2]$ для m-на-n матрицы Z_{mn}. Элементы столбцов (с номерами j=1,…,n) матрицы Z_{mn} центрированы выборочными средними и нормированы стандартными отклонениями:$z_{ij}=(x^0_{ij}-x^{cp}_j)/s_j$. Элементы $z_{ij}=(x^0_{ij}-x^{cp}_j)/s_j$ матрицы стандартизованных отклонений не имеют размерности, и все ее столбцы имеют одинаковые дисперсии, равные единице. Это – одно из удобств для наших задач.

Однако, в связи с с кризисными событиями актуальны задачи управления новыми назначенными значениями ранее вычисленных значений коэффициентов регрессии $ß_1,\ldots,ß_{n-1}$. Изменяя значения $ß^{(t)}_1,\ldots,ß^{(t)}_{n-1}$ в момент времени t на заданные экспертом значения. Изменения проводятся от отрицательных значений (от убыточных приращений в уравнении регрессии) к положительным значениям (к прибыли). Величина приращения к j-ому значению $ß_j$ назначается экспертом отдельно и требует соответствующей работы. В примере, описываемом ниже, приведены результаты только начальных значений и конечных значений коэффициентов регрессии $ß_1,\ldots,ß_{n-1}$.

Мы рассматриваем в качестве исходных значения $ß_1,\ldots,ß_{n-1}$ и моделируем для них матрицу $Z_{mn}=[Z_1 \rfloor Z_2]$ значений n=4 z-переменных, такую, что она имеет назначенные значения $ß_1,\ldots,ß_{n-1}$. Таких мтриц моделируются бесконечно много, каждая преобразуется в псевдореальную выборку данных с применением своих средних и стандартных отклонений (Рисунок 4).

Например, прибыль (зависимая переменная или отклик) в зависимости от прироста ресурсов, вложений (независимых переменных) в прибыльные активные операции. Предварительная фиксация значений коэффициентов регрессии $ß_1,\ldots,ß_{n-1}$ и моделирование значений независимых и зависимой переменных позволит иметь ряды матриц $Z_{mn}=[Z_1 \rfloor Z_2]$, достигающих по построению такой матрицы $Z_{mn}=[Z_1 \rfloor Z_2]$, которая будет иметь заданные целевые значения коэффициентов регрессии $ß_1,\ldots,ß_{n-1}$. Тогда возможно проектирование рядов векторов значений коэффициентов регрессии $\mathbf{ß}=(ß_1,\ldots,ß_{n-1})^T$ и соответствующих им рядов матриц $Z_{mn}=[Z_1 \rfloor Z_2]$ с заданными свойствами. Предыдущий и последующий члены ряда векторов значений коэффициентов регрессии нужно подбирать вручную и в соответствии с реальными производственными, маркетинговыми, административными мероприятиями, обеспечивающих достижение планируемых финансовых приростов значений ресурсов, вложений. Если нет реального менеджмента по достижению планируемых значений $ß_1,\ldots,ß_{n-1}$, то нет пользы от модельных значений элементов матрицы $Z_{mn}=[Z_1 \rfloor Z_2]$. Матрица $Z_{mn}=[Z_1 \rfloor Z_2]$ при известных значениях средних и стандартных отклонений преобразуются в «реальные» значения с единицами измерения показателей с номерами j=1,…,n. Каждая цифра в «реальной» матрице адекватна реальному значению, если значения n z–переменных удовлетворяют системе уравнений (*). При этом практические решения по принятию предыдущего значения и последующего значения должны быть подвергнуты всестороннему анализу.

Современные тенденции в теории и практике финансового анализа связаны с проблемой модификации системы финансовых коэффициентов, с приведением этой системы к форме, удобной для принятия адекватных управленческих решений в области финансового менеджмента. В этом направлении существует несколько подходов. Предпочтителен подход, когда выбирают из всех существующих финансовых показателей и коэффициентов незначительное количество тех, которые наиболее полно и всесторонне характеризуют финансовое состояние банка.

Здесь мы остановимся на статистическом подходе к коэффициентному методу финансового анализа. Суть нашего подхода может быть сведена к анализу выборочных коэффициентов корреляции и коэффициентов регрессии. Последние имеют практически важные смысл и интерпретацию: «если банк увеличит на 1 тысячу тенге свои кредитные вложения, то банк потерпит убыток в 347,87 тенге, а если банк увеличит на 1 тысячу тенге свои вложения в ценные бумаги, то банк потерпит убыток в 225,42 тенге. т. е. банку в это время нельзя заниматься традиционными операциями» [1].

Продолжим наши исследования при n=4. Ранее мы рассмотрели случаи n=2, n=3. Для иллюстрации статистического подхода к финансовому экспресс-анализу нужны модельные данные, адекватные по значениям статистик многомерной выборки. Перечень этих статистик (векторы, матрицы) будет выявлен по мере изложения текста. Закон распределения значений 1-мерных переменных для финансовых показателей бывает неопределенным, что достигается применением обратной модели главных компонент (ОМ ГК) [5-7], для 1-мерных z-переменных из R-, Λ-выборок не определены законы распределений.

Модели и задачи

Исходной гипотезой для рассматриваемой ниже обратной задачи множественной линейной регрессии (ОЗ МЛРА) является существование у уравнения регрессии вида $z_n=\beta_1 z_1+\beta_2 z_2+\ldots+\beta_{n-1}z_{n-1}$, где в отличие от прямой задачи множественной линейной регрессии (ПЗ МЛРА) известны значения компонент $ß_1,\ldots,ß_{n-1}$ вектора $ß=(ß_1,\ldots,ß_{n-1})^T$ регрессионных коэффициентов, значение свободного члена α. Модель множественной линейной регрессии, где вычисляется единственный вектор $ß=(ß_1,\ldots,ß_{n-1})^T$ регрессионных коэффициентов, назовем (при $\alpha=0$) прямой моделью множественной линейной регрессии (ПМ МЛРА) и обозначим так: $Z_{mn}=[Z_1 \rfloor Z_2]=>(R_{11},R_{12},\beta)$. В ПМ МЛРА решена ПЗ МЛРА, ее решение β единственно и равно $\beta_R=R^{-1}{}_{11}R_{12}$. Для каждого значения выделенной переменной z_n из «реальной» выборки и значения переменной z_n из ПМ МЛА разность величины остатка случайно и не равно нулю. В нашей ОМ МЛРА аналогичная разность равна нулю. В ОМ МЛРА модельные значения n z–переменных точно удовлетворяют уравнению $z_n=\beta_1 z_1+\beta_2 z_2+\ldots+\beta_{n-1}z_{n-1}$. Аддитивное случайное приращение α_i, $i=1,\ldots,m$, к значениям z_{in} придает вектору-решению $(z_{i1},z_{i2},\ldots,z_{i(n-1)},z_{in})^T$ нашей модельной выборки соответствует ошибке предсказанного значения в ПМ МЛРА. Следовательно теоретическое решение ПМ МЛРА является одним из бесконечного множества теоретических решений ОМ МЛРА. Ниже рассматривается проблема существования решения ОЗ МЛРА, применяется эмпирический поход для случая n=4. Моделируются при назначенных положительных коэффициентах регрессии многомерные МЛРА-выборки z–переменных, с теми же назначенными значениями коэффициентов регрессии. Основным и решающим этапом при моделировании является способность процедуры Solver находить с достаточно высокой точностью многомерное (17-мерное) решение Оптимизационной задачи №5.

Моделируемые данные соответствуют данным из баланов предприятия [3]. Обоснование соответствия наших модельных данных данным из конвертированных балансов проведены в разделе «» статьи [2]. Эта переоценка похожа на прогнозирование будущего (именно для этого чаще всего служит моделирование). И не есть восстановление прошлого, т. е. «обратное моделирование». Анализ ПЗ МЛРА и ОЗ МЛРА проведен в работе [2,3]. В ОЗ МЛРА мы избавились от трудного места ПЗ МЛРА[1]- вычисление обратной матрицы для симметрической корреляционной матрицы «регрессоров» R_{11}, которая может быть неполного ранга. Тогда не существует для нее обратной матрицы. Число обусловленности матрицы для нас не помеха. В работах [12-16] число обусловленности корреляционной матрицы измеряется набором ее f-параметров $f_1(\Lambda_{nn})=\lambda_1+\ldots+\lambda_n)=n$, $f_2(\Lambda_{nn})=(\lambda^2{}_1+\ldots+\lambda^2{}_n)$, $f_3(\Lambda_{nn})=\lambda_1/\lambda_n$, $f_4(\Lambda_{nn})=(\lambda_1+\ldots+\lambda_\ell)/n<1$, $f_5(\Lambda_{nn})=\lambda_1\times\lambda_2\times\lambda_3\times\ldots\times\lambda_n$, $f_6(\Lambda_{nn})=\lambda_1/\lambda_2+\ldots+\lambda_{n-1}/\lambda_n)$. Здесь f-параметр $f_3(\Lambda_{nn})=\lambda_1/\lambda_n$ измеряет значение числа обусловленности, а остальные – близость (удаленность) от вырожденности корреляционной матрицы R_{nn}. Но при этом решается прямая спектральная задача (ПСЗ):$R_{nn}=>(C_{nn},\Lambda_{nn})$, где квадратная ортонормированная матрица C_{nn} - матрица собственных векторов $\mathbf{c_j}=(c_{1j},c_{2j}\ldots c_{nj})^T$, $j=1,\ldots,n$, образующих ортогональную матрицу $C_{nn}=[\mathbf{c_1}|\mathbf{c_2}|\ldots|\mathbf{c_n}]$, согласованную с матрицей собственных чисел (спектром) $\Lambda_{nn}=diag(\lambda_1,\lambda_2,\ldots,\lambda_n)$, $\lambda_1>\ldots>\lambda_n>0$, таким образом, что выполняются равенства $R_{nn}C_{nn}=C_{nn}\Lambda_{nn},C^T{}_{nn}C_{nn}=C_{nn}C^T{}_{nn}=I_{nn}$, где$diag(R_{nn})=(1,\ldots,1)$, $tr(R_{nn})=1+\ldots+1=tr(\Lambda_{nn})=\lambda_1+\ldots+\lambda_n=n$ [12-16]. Матрицы C_{nn} и Λ_{nn} вычислятся одновременно по известной корреляционной матрице R_{nn}. МатрицаR_{nn} вычисляется по стандартизованной выборке Z_{mn}: $R_{nn}=(1/m)Z^T{}_{mn}Z_{mn}$. Элементы спектра $\Lambda_{nn}=diag(\lambda_1,\ldots,\lambda_n)$, $n>2$, являются вышеприведенными измерителями.

Решаемая в [2] ОЗ МЛРА, как показано в «Теореме о z–переменных в ОМ МЛРА» [2], имеет бесконечное множество решений $(R^{(\ell)}{}_{11},R^{(\ell)}{}_{12}, Z^{(t)}{}_1,Z^{(\ell,t)}{}_2)$, где матрицы корреляционные матрицы $R^{(\ell)}{}_{11}$ моделируются в модели вида: $(n,\varphi_{11})=>(R^{(\ell)}{}_{11})$, подматрицы $R^{(\ell)}{}_{12}$ вычисляются: $R^{(\ell)}{}_{12}=R^{(\ell)}{}_{11}ß$, подматрицы $Z^{(\ell,t)}{}_1$ являются решением ОЗ АГК: $R^{(\ell)}{}_{11}=>(C^{(\ell)}{}_{11},\Lambda^{(\ell)}{}_{11},Y^{(t)}{}_{m(n-1)},Z^{(\ell,t)}{}_{m(n-1)})$, подматрица $Z^{(\ell,t)}{}_2$ -решением Оптимизационной задачи №5, $t=1,\ldots\kappa_t<\infty$, $\ell=1,\ldots,k_\ell<\infty$. Выборки $Z^{(t)}{}_1,Z^{(\ell,t)}{}_2$ ОМ ГК удовлетворяют соотношениям: $(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(t)}{}_1=R^{(\ell)}{}_{11}$, $(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(\ell,t)}{}_2=R^{(\ell)}{}_{12}$, $(1\backslash m)Z^{(\ell,t)T}{}_2Z^{(\ell,t)}{}_2=R_{22}=1$. Матрицы $C^{(\ell)}{}_{11}$, $\Lambda^{(\ell)}{}_{11},Y^{(t)}{}_{m(n-1)},Z^{(\ell,t)}{}_{m(n-1)})$ из решаемых задач используются для достижения требуемых равенств, удовлетворяют соотношениям ОМ ГК, доказанным в Теореме о Λ–выборках [5,7,9].

Обратная модель множественной линейной регрессии

ОМ МЛРА разработана в работе [1]. Она необходима для моделирования данных, демонстрирующих всевозможные динамики в моменты времени t рассматриваемых нами агрегированных коэффициентов $\beta^{(t)}_R=(\beta^{(t)}_1,\dots,\beta^{(t)}_{n-1})$. Здесь t означает момент времени даты бухгалтерского баланса, данные из которого (или первичные данные, трансформированные к моменту времени t) используются в нашей модели. Для коэффициентов $\beta^{(t)}_R=(\beta^{(t)}_1,\dots,\beta^{(t)}_{n-1})^T$ существуют соответствующие подматрицы $R^{(\ell)}_{11},R^{(\ell)}_{12}$, корреляционных матриц, подматрицы z-переменны $z_1,\dots,z_{n-1}$: $(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(t)}{}_1=R^{(\ell)}_{11}$, $(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(\ell,t)}{}_2=R^{(\ell)}_{12}$, на независимые-$z_1,\dots,z_2$ и зависимую- $z_n=\beta_1z_1+,\dots,\beta_{n-1}z_{n-1}$, $R^{(\ell)}_{12}=R^{(\ell)}_{11}\beta$, показателей. Динамики этих показателей показывают оптимистические или неблагоприятные тенденции в периоды времени t, наличие которых мы будем определять по коэффициентам корреляции, по коэффициентам эластичности прибыли по объясняющему фактору с номером j, где j может принимать одно из значений 1,2 …, n-1.

Для значений коэффициентов регрессии (входных параметров нашей модели) в статье [1] решены задача 1, подзадача 1, подзадача 2, подзадача 3, оптими зационная задача №5, доказана Теорема.

ОМ МЛРА [1]: $\boldsymbol{\beta\Rightarrow[Z^{(\ell,t)}{}_1 \mid Z^{(\ell,t)}{}_2]}$ существует, имеет бесконечное множество решений с номерами $t=1,\dots,\kappa_t<\infty,\ell=1,\dots,\kappa_\ell<\infty$. Выходным объектом ОЗ МЛРА является многомерная выборка $Z_{mn}=[Z_1|Z_2]=\{(z_{i1},\dots,z_{i,n-1}|z_{in})\}$, Входным объектом обратной задачи множественной линейной регрессии (ОЗ МЛРА) является вектор $\beta_R=(\beta_1,\dots, \beta_{n-1})$. Выходным объектом ОЗ МЛРА является многомерная выборка $Z_{mn}=[Z_1|Z_2]=\{(z_{i1},\dots,z_{i,n-1}|z_{in})\}$.

На шаге 1 подзадачи 1 моделируются матрицы $R^{(\ell)}_{11}$ в модели вида: $(n,\varphi_{11})\Rightarrow(R^{(\ell)}_{11})$, подматрицы $R^{(\ell)}_{12}$ вычисляются: $R^{(\ell)}_{12}=R^{(\ell)}_{11}\beta$, подматрицы $Z^{(\ell,t)}{}_1$ являются решением ОЗ АГК: $R^{(\ell)}_{11}\Rightarrow(C^{(\ell)}_{11},\Lambda^{(\ell)}_{11}, Y^{(t)}_{m(n-1)},Z^{(\ell,t)}_{m(n-1)})$, подматрица $Z^{(\ell,t)}{}_2$ -решением Оптимизационной задачи №5, $t=1,\dots,\kappa_t<\infty,\ell=1,\dots,k_\ell<\infty$. Выборки $Z^{(t)}{}_1,Z^{(\ell,t)}{}_2$ ОМ ГК удовлетворяют соотношенииям $(1\backslash m)Z^{(\ell,t)T}{}_1Z^{(\ell,t)}{}_1=R^{(\ell)}_{11}$, $(1\backslash m)Z^{(\ell,t)T}{}_1Z^{(\ell,t)}{}_2=R^{(\ell)}_{12}$, $(1\backslash m)Z^{(\ell,t)T}{}_2Z^{(\ell,t)}{}_2=R_{22}=1$. При этом матрицы $C^{(\ell)}_{11}$, $\Lambda^{(\ell)}_{11},Y^{(t)}_{m(n-1)},Z^{(\ell,t)}_{m(n-1)}$ из решаемых задач используются для достижения требуемых равенств, удовлетворяют соотношеням ОМ ГК, доказанным в Теореме о Λ–выборках [9].

Конкретные значения полученного решения $z_{1j},z_{2j},\dots,z_{mj}$ системы уравнениц (*) зависят от начальных значений, назначаемых пользователем процедуры «Поиск решения» и вводимых в соответствующее поле окна этой процедуры.

Ниже в примере мы выбрали любой нормированный вектор $(z_{1j},z_{2j},\dots,z_{mj})$ такой, что $1=(z_{1j}{}^2+\dots+z_{m,j}{}^2)/m$, где n=3, m=20. Этот вектор в паре с другими векторами из столбцов матрицы Z_{mn} не дает желаемых значений коэффициентов корреляции, но процедура «Поиск решения» легко преобразует этот нормированный вектор $(z_{1j},z_{2j},\dots,z_{mj})$ в вектор, являющийся решением системы (*). Размерность n=3 в нашем примере позволяет сравнивать результаты расчетов с данными, полученных в результате анализа данных из работ [5-14].

Задача существования решения ОЗ МЛРА.

В работе приведены данные, показывающие ситуацию «банк находился в предбанкротном состоянии». Это отразилось в знаках и величине коэффициентов регрессии, вычисленных в [1]: прибыль= -0,34787 × кредиты -0,22542 × вложения + 0,63790 × ресурсы + 1181,61200. Отрицательные коэффициентов регрессии **β_1=-0,34787; β_2=-0,22542; β_3=0,63790** [1] не удовлетворяют нас. Зададим новые значения для коэффициентов регрессии и смоделируем для них новую выборку той же размерности. При решении ОЗ МЛРА появляется проблема существования решений для нее. Ниже сформулируем ее. Решения задачи нет, воспользуемся эмпирическим подходом для рассматриваемого частного случая.

Чтобы проверить существование решения ОЗ МЛРА необходимо для значений коэффициентов регрессии β_1=-0,34787; β_2=-0,22542; β_3=0,63790, вычислить значения коэффициентов корреляций r_{14}=0.07480, r_{24}=0.04146, r_{34}=0.12341 и при заданных значениях элементов подматриц R_{11}, R_{12} решить Оптимизационную задачу №5. Значения ячеек Программы-таблицы для надстройки «Поиск решения» Solver) при начальных данных (справа) и после нажатия кнопки «Выполнить» (слева) приведены на Рисунке 1. Этим мы эмпирически показали существование решения у ОЗ МЛРА. Решение ПЗ МЛРА – вектор $\boldsymbol{\beta}=(\beta_1,\beta_2,\beta_3)^T$ с компонентами β_1=-0,34787; β_2= -0,22542; β_3=0,63790, получено в работе [1]. Существование решения у ОЗ МЛРА при других значениях β_1,β_2, β_3, если они не являются решениями ПЗ МЛРА, требует доказательства. Например, при назначенных значениях β_1=0.147870, β_2=0.225420, β_3=0.637900 вычисляем значения параметров правой части системы уравнений (*) r_{14}=0.0748, r_{24}=0.93661, r_{34}=0.95653. Тогда у системы (*) не существует решения. Это один из примеров отсутствия решения системы уравнений (*). Ниже мы эмпирическим путем назначаем тройки значений $\{(\beta_1,\beta_2, \beta_3)\}$. Соблюдаем выполнение условий $|r_{14}|\le1$, $|r_{24}|\le1$, $|r_{34}|\le1$. Если Программа-таблица для надстройки «Поиск решения» (Solver не вычисляет с высокой точностью решение Оптимизационной задачи №5, то это – признак отсутствия решения ОЗ МЛРА при известных значениях $\mathbf{ß=(ß_1,ß_2,ß_3)^T}$, $R^{(\ell)}_{11}$,$R^{(\ell)}_{12}$,. В общем виде Задача существования решения $Z_{mn}=[Z^{(t,\ell,)}_1 | Z^{(t,\ell)}_2]$ ОЗ МЛРА не решена. Сформулируем ее.

Задача.

При каких заданных значениях коэффициентов регрессии $\beta_1,\dots,\beta_{n-1}$, где значения его элементов удовлетворяют равенствам с значениями элементов 2-х подматриц коэффициентов корреляции $R^{(\ell)}_{11}$, (размерности (n-1)-на-(n-1)) $R^{(\ell)}_{12}$ (размерности (n-1)-на-1) видов $(1\backslash m)Z^{(t)T}_1Z^{(t)}_1=R^{(\ell)}_{11}$, $(1\backslash m)Z^{(t)T}_1Z^{(\ell,t)}_2=R^{(\ell)}_{12}$, $R^{(\ell)}_{12}=R^{(\ell)}_{11}\mathbf{ß}$, $ß=(\beta_1,\dots,\beta_{n-1})^T$, существует решение $Z_{mn}=[Z^{(t,\ell,)}_1 | Z^{(t,\ell)}_2]$ такое, что выполняются условия: $(1\backslash m)Z^{(t)T}_1Z^{(t)}_1=R^{(\ell)}_{11}$, $(1\backslash m)Z^{(t)T}_1Z^{(\ell,t)}_2=R^{(\ell)}_{12}$, $t=1,\dots,k_t<\infty$; $\ell = 1,\dots,k_\ell<\infty$.

Задача не решена. Решение ее существует если в ОЗ МЛРА в качестве входного параметра $ß=(\beta_1,\dots,\beta_{n-1})^T$, используется вектор, полученный как решение ПЗ МЛРА. В ПЗ МЛРА и в ОЗ МЛРА их параметры и переменные подчинены одним и тем же равенствам. Существование решения у ОЗ МЛРА при других значениях β_1,β_2, β_3 требует эмпирического подхода – подбора допустимого набора значений $ß=(\beta_1,\dots,\beta_{n-1})^T$, влияющих на модельные значения элементов подматриц коэффициентов корреляции $R^{(\ell)}_{11}$, $R^{(\ell)}_{12}$, которые должны удовлетворять ограничениям $|r_{1n}|\le1$, $|r_{2n}|\le1$, …, $|r_{nn}|\le1$ на модельные значения коэффициентов корреляции.

Многомерные МЛРА-выборки z–переменных, с назначенными значениями коэффициентов регрессии

Приведем три многомерные МЛРА-выборки z–переменных, моделируемых с применением ОМ МЛРА. Этот пример анализирует случай n=3, удобен для восприятия особенностей ОМ МЛРА. Случай n=4 сложен в этом аспекте. Реальными являются величины $\mathbf{\beta_1=-0,34787}$; $\mathbf{\beta_2=-0,22542}$; $\mathbf{\beta_3=0,63790}$, значения выборочных средних приведены в [1].

Каждое значение каждого показателя из матрицы $X^0_{17,4}$ образована суммированием значений из разных видов активов. При учете рисков каждое слагаемое имеет «вес» - его значение меньше 1. Для безрисковых активов соответствующее значение имеет «вес», равный 1. Рассматриваемые 4 показателя как линейные комбинации измеряемых показателей по терминологии статьи [17] являются валидными. В отличие от валидных показателей, рассматриваемых в [17] , наши банковские показатели являются измеряемыми, у них есть как названия, так и значения. Мы пользуемся заданными реальными значеними валидных показателей, нас не интересует структура каждого значения элемента матрицы $X^0_{17,4}$.Мы проводим многомерный регрессионный анализ валидных показателей.

В МЛРА-выборке $Z_{mn}=[Z^{(t,\ell,)}_1 | Z^{(t,\ell)}_2]$, $t=1,\dots k_t<\infty$, $\ell=1,\dots,k_\ell<\infty$, моделируются преобразованные многомерные случайности [2,3,12-14] преобразуемые случайными преобразованиями от одномерных случайностей, генерируемых датчиком случайных чисел, равномерно распределенных в интервале [0,1]. Заметим, что реализовать наше случайное число из интервала [0,1], имеющую вид бесконечной дроби в компьютере невозможно, так как разрядная сетка компьютера ограничена. В компьютере можно формировать дискретные последовательности случайных чисел, которые не могут отличаться друг от друга только на величину меньше 2^{-n} (n-число разрядов в ячейке компьютера, n=64). То есть непрерывного, "теоретического" распределения на компьютерах получить нельзя. Если эти числа равновероятны, то такое распределение случайных чисел называют квазиравномерным.

Этапы применения программ из ППП «Спектр» [11] для получения многомерной Λ-выборки z–переменных, точно удовлетворяющих соотношениям, уравнениям ОМ МЛРА. Решаемую при этом ОЗ МЛРА изобразим так: $\mathbf{(m=20,n=3,\ R_{11},ß=(ß_1,ß_2,ß_3)^T)=>(Z_1,Z_2)}$. Если эта задача будет решена с применением надстройки Solver с надлежащей точностью, то получим реальное подтверждение разрешимости системы уравнений вида (*). Теоретическое обоснование существования решения ОЗ МЛРА имеется, ибо используемый вектор $\mathbf{ß=(ß_1,ß_2,ß_3)^T)}$ является решением ПЗ МЛРА: $\mathbf{(Z_1,Z_2)\ =>(R^{-1}_{11},\ R_{12},\ ß=(ß_1,ß_2,ß_3)^T)}$. В ПЗ МЛРА и в ОЗ МЛРА их параметры и переменные подчинены одним и тем же равенствам. Решение ОЗ МЛРА состоят из следующих шагов.

На Шаге 0 при n=3 мы либо используем известную подматрицу $\mathbf{R_{11}}$, либо вычисляем ее спектр $\Lambda_{11}=diag(\lambda_1, \lambda_2,\lambda_3)$ размерности 3 и моделируем подвыборку $Z^{(t)}_1,t=1,\dots,k_t$. Используем известную подматрицу $\mathbf{R_{11}}$.

Для моделирования m-на-3-матрицы (3-мерной выборки) Z_1, являющейся частью нашей будущей выборки $Z_{m3}=[Z_1|Z_2]$, необходимо моделировать 3-мерные выборки U_{m3} и Y_{m3}.

Способы получения 3-мерной случайной стандартизированной выборки U_{m3}, и матрицы Y_{m3} изложены в [5,7,9,16,17] и апробированы в [7-9] при многих значениях m>n>2.

На Шаге 1 формулируем Оптимизационную задачу №5 и рарабатываем для нее программу-таблицу (Рисунок 1). Здесь вектор коэффициентов регрессии **$ß=(ß_1,ß_2,ß_3)^T$** задан нами ([1], стр. 42) и его компоненты равны **$β_1$=-0,34787;$β_2$= -0,22542;$β_3$=0,63790**. Их значения (компонент вектора ß) приведены в таблице 1, там же приведены элементы и подматрицы $R^{(\ell)}{}_{12}$). Нажав кнопку «» получаем решение, что показывает вычислительную разрешимость нашей ОЗ МЛРА. Приведем все данные, использованные при решении Оптимизационной задачи №5 (Рисунок 1, Таблица 1). Решение Оптимизационной задачи №5 схематично обозначим так: $(Z_1=Z^{(t,\ell)}{}_{m3},\ R^{(\ell)}{}_{12}) \Rightarrow Z_2=Z^{(\ell,t)}{}_2$. И тогда будет смоделирована полная выборка $Z^{(t,\ell)}{}_{mn}=[Z^{(t,\ell)}{}_1|Z^{(t,\ell)}{}_2]$, $t=1,\dots\kappa_t<\infty$, $\ell=1,\dots,k_\ell<\infty$. являющаяся решением нашей ОЗ МЛРА [1].

Решение Оптимизационной задачи №5

Пусть в модели многомерного линейного регрессионного анализа (МЛРА) задано разбиение множества 4 z-переменных на независимые - z_1,z_2,z_3 и зависимую - z_4. По условию задачи существует уравнение регрессии вида $z_4=β_1z_1+β_2z_2+β_3z_3$ где известны значения $ß_1,ß_2,ß_3$ вектора $ß=(ß_1,ß_2,ß_3)^T$ коэффициентов регрессии. В Шаге 1 решения подзадачи 2 задачи 1 [1] были получены значения элементов подматрицы $Z^{(t,\ell)}{}_1$ размерности m-на-3. Эти значения будем использовать в качестве постоянных параметров уравнений в нижеприведенной системе (*).

Если известны значения 3 z-переменных, расположенных в 3 столбцах подматрицы $Z^{(t,\ell)T}{}_1$ размерности m×3 и известны значения **r_{14}, r_{24}, r_{34}, r_{44}.** 3-х коэффициентов корреляции (между 3 независимыми z_1,z_2,z_3 (из подматрицы) и одной зависимой (z_4) z-переменными) из подматрицы $Z^{(t,\ell)}{}_2$, то из матричного уравнения $R^{(\ell)}{}_{12}=(1/m)Z^{(t,\ell)T}{}_1\ Z^{(t,\ell)}{}_2$ имеем систему из 3 линейных уравнений и 1 нелинейного уравнения:

$$(1/m)\times(z_{11}\times z_{14}+z_{21}\times z_{24}+\dots+z_{\kappa1}\times z_{\kappa4}+\dots+z_{m1}\times z_{m4})= \mathbf{r_{14}}$$
$$(1/m)\times(z_{12}\times z_{14}+z_{22}\times z_{24}+\dots+z_{\kappa2}\times z_{\kappa4}+\dots+z_{m2}\times z_{m4})= \mathbf{r_{24}}$$
$$(1/m)\times(z_{13}\times z_{14}+z_{23}\times z_{24}+\dots+z_{\kappa3}\times z_{\kappa4}+\dots+z_{m3}\times z_{m4})= \mathbf{r_{34}}$$
$$(1/m)\times(z_{14}\times z_{14}+z_{24}\times z_{24}+\dots+z_{\kappa4}\times z_{\kappa4}+\dots+z_{m4}\times z_{m4})=\mathbf{r_{44}}\ (*)$$

Требуется найти m-мерное решение–вектор $Z^{(t,\ell)}{}_2=(z_{14},z_{24},\dots,z_{m4})^T$ из матрицы $Z^{(t,\ell)}{}_{20,4}=[Z^{(t,\ell)}{}_1 \rfloor Z^{(t,\ell)}{}_2]$, удовлетворяющее системе уравнений вида $(1/m)Z^{(t,\ell)}{}_1{}^TZ^{(t,\ell)}{}_2=R^{(\ell)}{}_{12}$ (*).

Описание примера расчетов при n=4 моделирования 4-мерной Λ-выборки z–переменных в ОМ МЛРА следующее. Вычислем элементы матрицы $^{(\ell)}{}_{12}{}^{(\ell)}{}_{12}$, используя равенство $R^{(\ell)}{}_{12}=R^{(\ell)}{}_{11}\boldsymbol{β}$, где вектор **β** имеет заданные значения. Имеем значения величин из правой части системы уравнений (*): r_{14}= 0.397941, r_{24}= -0.06427, r_{34}= -0.06427, r_{44}=1 (Таблица 1). Значения 20*3=60 коэффициентов $z_{11},z_{21},\dots,z_{\kappa1},\dots,\ z_{20,1}$, $z_{12},z_{22},\dots,z_{\kappa,2},\dots,z_{20,2}$, $z_{13},z_{23},\dots,z_{\kappa,3},\dots,z_{20,3}$ в 3-х уравнениях с 20 неизвестными $z_{14},z_{24},\dots,z_{20,4}$ из левой части системы уравнений (*) представлены в первых трех столбцах Таблицы 2. Решением системы уравнений (*) является вектор-столбец $Z_2=(z_{14},z_{24},\dots,\ z_{20,4})^T$, его элементы расположены в столбце №4 Таблицы 2.

Для решения данной системы из 4-х уравнений разработана программа-таблица в ЭТ Excel-2003 с применением процедуры Solver (надстройка «Поиск решения»). В окне (Рисунок 2) надстройки «Поиск решения» в парах ячеек трех столбцов на листе ЭТ Excel поместим 4 формулы (Рисунок 2) левых частей уравнений из системы (*). В правом столбце от этого столбца в его ячейках введем значения (числа) коэффициентов r_{14}=-0,338993, r_{24}= -0,100844, r_{34}= -0,240408, 17×r_{44}=17. Первую ячейку с формулами (2-ая из 3-х ячеек в 1-ой строке (1 **17** 7,00) на Рисунке 1) назначим целевой. В строках №2,№3 и №4 ниже целевой ячейки с формулами разместим формулы 3-х функций ограничений для r_{14} ,…,r_{34}. Значения их равны: r_{14}=0.7471, r_{24}= 0.6797, r_{34}=0.8447. Три формулы на Рисунке 1 присутствуют дважды: в комментарии («Начальные данные») и в тексте программы («Полученное решение»).

Выше мы описали ячейки разработанной программы-таблицы (Рисунок 1). В ячейки вводим формулы и значения параметров и переменных системы линейных и одного нелинейного уравнений вида (*).

Решаем эту систему методом Ньютона, применяя надстройку «Поиск решения» в ЭТ Excel (Рисунок 5). Параметры имеют вид, приведенный на Рисунке 6. Нажав на кнопку «Выполнить» найдем элементы подматрицы Z_2, зависящую от выборки Z_1 и от матрицы R_{12} (столбец №3, Таблица 1). Элементы подматрицы Z_2 являются значениями z–переменной №3 (Таблица 2, столбец 3; Таблица 4, столбец 1).

Многомерная МЛРА-выборка $Z^{(t,\ell)}{}_{17,4}=[Z^{(t,\ell)}{}_1|Z^{(t,\ell)}{}_2]$ 4-х z–переменных, полученная нами (при t=1,ℓ=1), имеет вид, приведенный в Таблице 2. Стандартные отклонения имеют имя размерности «тысяча тенге», совпадающее с именем размерности средних Они вычислены по 17 значениям центрированных x-переменных x_1,x_2,x_3, где их значения удовлетворяют формуле $x_{ij}=x^0{}_{ij}-x^{cp}{}_j$ i=1,…,17,j=1,2,3,4. На рисунке 4 приведены динамики изменений значений 4-х z-переменных из МЛРА-выборки $Z^{(t,\ell,)}{}_{mn}=[Z^{(t,\ell,)}{}_1 \,|\, Z^{(t,\ell)}{}_2]$. МЛРА-выборка $Z^{(t,\ell,)}{}_{mn}$, m=17 удовлетворяет всем равенствам $(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(t)}{}_1=R^{(\ell)}{}_{11}$, $(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(\ell,t)}{}_2=R^{(\ell)}{}_{12}$, $t=1,\ldots\kappa_t<\infty$, $\ell=1,\ldots,k_\ell<\infty$, ОМ МЛРА.

Мы привели описание шагов вычислений МЛРА-выборки при β_1=-0,34787 (кредиты); β_2=-0,22542(вложения); β_3=0,63790 (ресурсы). Отрицательные значения β_1=-0,34787(кредиты); β_2=-0,22542 (вложения) обусловлены отсутствием возврата ранее выданных клиентам банка сумм денег и отсутствием в портфеле ценных бумаг купленных ранее банком облигаций. Показатель №4 «прибыль» отражает своим значением недавнее время своего воздействия как на показатели №1, №2, №3. С течением времени показатели №1,№2 должны дать положительные приращения соответствующее значение показателя №4 («прибыль»). Но они дают отрицательные приращения:

$z_4(z_1,z_2+1,z_3)=\beta_1z_1+\beta_2(z_2+1)+\beta_3z_3=$ $-0,34787z_1+(0,22542)z_2=z_4(z_2)+(-0,22542)<z_4(z_2)$. Здесь $z_4(z_1,z_2,z_3)$ означает функцию $Y(z_1,z_2,z_3)=z_4(z_1,z_2,z_3)$ от аргументов z_1,z_2,z_3. Аналогично убыток в -0,34787 дает приращение z_1+1.

Необходимо модельно (перейти от «убыточных» данных к данным (Рисунок 4), моделирующим посредством уравнения регрессии положительная прибыль) увеличить значение коэффициента регрессии β_1,β_2 до желаемого положительного значения.

Описание расчетов по моделированию многомерных МЛРА-выборок с назначенными значениями коэффициентов регрессии.

Описание расчетов (при разных назначенных значениях коэффициентов регрессии $ß=(ß_1,ß_2,ß_3)^T$,$R^{(\ell)}{}_{11}$,$R^{(\ell)}{}_{12}$, удовлетворяющих ограничению $R^{(\ell)}{}_{12}=R^{(\ell)}{}_{11}\beta$. Наше моделирование при n=4 новой многомерной МЛРА-выборки 4-х z–переменных аналогично приведенным [2,3] описаниям при n=2,n=3.

Приведем только результаты.

На Рисунках 1,2,3 приведены программы-таблицы для надстройки «Поиск решения» (Solver) решений системы уравнений для надстройки «Поиск решения» (Solver) при (β_1=-0.34787;β_2=-0.22542; β_3=0.63790), $(R^{(\ell=1)}{}_{11}$, $R^{(\ell=1)}12$, ß=(0.1479, 0.2254, 0.5379)), $(R^{(\ell=2)}{}_{11}$, $R^{(\ell=2)}{}_{12}$,ß=(0.1479, 0.2254, 0.5379). На Рисунках 2,3 отображены окно процедуры Solver с использованными парамрами (Рисунок 3) при всех применениях для решения системы уравнений (*).

В Таблицах 1,3,5 приведены входные и значения параметров решаемой Оптимизационной задачи №5. Они соответствуют данным из Рисунков 1,2,3. В Таблицах 2,4,6 приведены результаты решений наших ОЗ МЛРА.

В Таблице 2 приведены выходные значения 4-х z–переменных – решения наших ОЗ МЛРА, МЛРА-выборки $(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(t)}{}_1=R^{(\ell=0)}{}_{11}$, $(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(\ell,t)}{}_2= R^{(\ell=0)}{}_{12}$, $t\neq 0$, при $R^{(\ell=0)}{}_{12}=R^{(\ell=0)}{}_{11}ß$, $ß=(-0,34787, -0,22542, 0.63790)^T$.

В Таблице 4 приведена МЛРА-выборка $Z_{mn}=[Z^{(t,\ell=1,)}{}_1 \,|\, Z^{(t,\ell=1)}{}_2]$, удовлетворяющие равенствам $(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(t)}{}_1=R^{(\ell=1)}{}_{11}$, $(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(\ell,t)}{}_2=R^{(\ell=1)}{}_{12}$, $R^{(\ell)}{}_{12}=R^{(\ell)}{}_{11}ß$, $ß=(0.147870, 0.22542, 0,5379)^T$. В Таблице 6 приведена МЛРА-выборка $Z_{mn}=[Z^{(t,\ell=2)}{}_1 \,|\, Z^{(t,\ell=2)}{}_2]$, удовлетворяющие равенствам $(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(t)}{}_1=R^{(\ell=2)}{}_{11}$, $(1\backslash m)Z^{(t)T}{}_1Z^{(t,\ell=2)}{}_2=R^{(\ell=2)}{}_{12}$, $R^{(\ell)}{}_{12}=R^{(\ell)}{}_{11}ß$, $ß=(0,147870, 0,22542, 0,5379)^T$.

На Рисунке 4 изображены динамики значений 4-х x^0-переменных, для которых моделировалась МЛРА-выборка $Z_{mn}=[Z^{(t,\ell=2)}{}_1 \,|\, Z^{(t,\ell=2)}{}_2]$ с заданными значениями выборочных средних, стандартных отклонений из работы [1]. Значение свободного члена в уравнении регрессии [1] нами не использовалось. Его можно назначить независимо от ОМ МЛРА. Эта МЛРА-выборка, хотя является решением другой ОЗ МЛРА из ОМ МЛРА, неадекватна прошлой реальной выборке $X^0{}_{17,4}$ [1], но адекватна будущей . реальной выборке $X^0{}_{17,4}$. Эта адекватность подтверждена в работах [4-7], потому что наша МЛРА-выборка по построению является R-выборкой. Но данная R-выборка образована отличными от способов из работ [8-10]. Особенностью ее метода моделирования является применение Оптимизационной задачи №5 [10] для моделирования подматрицы $Z^{(t,\ell)}{}_2$ для матрицы $Z^{(t,\ell)}{}_{mn}=[Z^{(t,\ell)}{}_1|Z^{(t,\ell)}{}_2]$ ($R^{(\ell)}$-выборки). Она после преобразований ее элементов посредством средних и стандартиых отклонений выглядит для банка лучшей по своим значениям. И банку нужно стремиться достичь этих значений. (Рисунок 4) Она имеет положительные коэффициенты регрессии вида **ß=(0.147870, 0.22542, 0.5379)^T.** Этот вектор положительных коэффициентов регрессии отличаются от отрицательных коэффициентов регрессии **β_1=-0,34787; β_2=-0,22542; β_3=0,63790** из работы [1].

Положительные коэффициенты регрессии дают положительные приращения при единичном независимом приращении любой z-переменной. Независимое приращение одной переменной на практике не возможно, ибо оно влечет приращение и других z-переменных: коэффициенты корреляции между ними ненулевые. Но в уравнении регрессии при приращении z_3 на единицу (+1) стандартизованное значение z_3–переменной дает увеличение прибыли банка на 0.5379 условных тысях тенге:

$Y(z_1,z_2,z_3+1)=z_4(z_1,z_2,z_3+1)=0.147870z_1+0.22542z_2+(0.5379+1)z_3+0.5379=Y(z_1,z_2,z_3)+0.5379$. Аналогичное приращение прибыли в 0.147870, 0.22542 тысях тенге наступают при независимых единичных приращениях в 1 тысяча тенге кредитов, вложений в филиалах банка. По прежнему наибольшее влияние на прибыль оказываю ресурсы.

Отрицательные значения **β_1=-0,34787 (кредиты); β_2=-0,22542** (вложения) обусловлены отсутствием возврата ранее выданных клиентам банка сумм денег и отсутствием в портфеле ценных бумаг купленных ранее банком облигаций. Показатель №4 «прибыль» отражает своим значением недавнее время своего воздействия как на показатели №1, №2,№3. С течением времени показатели №1,№2 должны дать положительные приращения соответствующее значение показателя №4 («прибыль»). Но они дают пока отрицательные приращения: $z_4(z_2+1)=\beta_1z_1+\beta_2(z_2+1)=-0{,}34787z_1+(-0{,}22542)z_2=z_4(z_2)+(-0{,}22542)<z_4(z_2)$. Здесь $z_4(z_1,z_2,z_3)$ означает функцию $Y(z_1,z_2,z_3)=z_4(z_1,z_2,z_3)$ от аргументов z_1,z_2,z_3.

1	17	17,00	r_{44}
2	0,7471	0,7471	r_{14}
3	0,6797	0,6797	r_{24}
4	0,8447	0,8447	r_{34}
5			
6			

1	17	17,00
2	-0,338993	0,7471
3	-0,100844	0,6797
4	-0,240408	0,8447

Рисунок 1. Программа-таблица для надстройки «Поиск решения» (Solver) (β_1= -0.34787; β_2= -0.22542; β_3=0.63790)

Таблица 1. Модельные значения элементов подматриц коэффициентов корреляции $R^{(\ell=0)}_{11}$, $R^{(\ell=0)}_{12}$, реальные значения коэффициентов регрессии ß=(ß$_1$, ß$_2$,ß$_3$)^T

R_{11}			R_{12}	ß
1	0.8963	0.9793	0. 7471	-0.34787
0.8963	1	0. 9071	0. 6797	-0.22542
0.9793	0. 9071	1	0. 8447	0.63790
0. 7471	0. 6797	0. 8447	1	

Таблица 2. МЛРА-выборка $Z_{mn}=[Z^{(t,\ell,)}_1 \mid Z^{(t,\ell)}_2]$, удовлетворяющие равенствам $(1\backslash m)Z^{(t)T}_1Z^{(t)}_1=R^{(\ell=0)}_{11}$,$(1\backslash m)Z^{(t)T}_1Z^{(t,\ell)}_2=R^{(\ell=0)}_{12}$,$t\neq 0$, $R^{(\ell=0)}_{12}=R^{(\ell=0)}_{11}$ß, ß=(-0,34787, -0,22542, 0.63790)^T

	Values of the z-variables: $Z_{mn}=[Z^{(t,1)}_1 \mid Z^{(t,1)}_2]$, $(1\backslash m)Z^{(t)T}_1Z^{(t)}_1=R^{(1)}_{11}$			
	1	**2**	**3**	**4**
1	1,9598	2,0208	1,7528	0,927132

2	-0,29379	0,096936	-0,3376	-0,458465
3	-0,40037	0,38937	-0,54976	-1,336198
4	-0,65211	-1,4501	-0,71972	-0,230302
5	-0,64671	-1,0217	-0,51098	0,122551
6	1,3036	0,84259	1,3326	1,461035
7	-1,0899	-1,0071	-1,2979	-1,294291
8	-0,88204	-0,78261	-0,83879	-0,74408
9	0,24858	-0,34632	0,060205	-0,616815
10	1,0356	0,57115	0,69991	0,348862
11	-0,30202	-0,64114	-0,16505	-0,052205
12	1,7105	1,7337	1,8675	1,551277
13	-0,48268	0,12876	-0,41704	-0,898906
14	1,2168	1,2964	1,4419	1,53414
15	-0,92571	-0,16611	-0,52544	0,960654
16	-1,0771	-1,2188	-1,3572	-1,640648
17	-0,72245	-0,44577	-0,43526	-0,160414
	1,000002	1,00000	1,000022	1,000000

1	17	17,00	r44
2	0,87668	0,87668	r14
3	0,8459	0,8459	r24
4	0,85653	0,85653	r34
5			
6			

1	17	17,00
2	-0,338993	0,87668
3	-0,100844	0,8459
4	-0,240408	0,85653

Рисунок 2. Программа-таблица для надстройки «Поиск решения» (Solver) ($R^{(t=1)}_{11}$, $R^{(t=1)}12$, ß=(0.1479, 0.2254, 0.5379))

Таблица 3. Модельные значения элементов подматриц коэффициентов корреляции $R^{(t=1)}_{11}$, $R^{(t=1)}_{12}$, назначенные значения коэффициентов регрессии ß=($ß_1$,$ß_2$)^T

$R^{(t=1)}_{11}$			$R^{(t=1)}_{12}$	ß
1,0000	**0,8063**	**0,6793**	0,69341	**0,14787**
0,8063	**1,0000**	**0,7071**	0,79428	**0,22542**
0,6793	**0,7011**	**1,0000**	0,62996	**0,5379**
0,69341	0,79428	0,629962	1	

Таблица 4. МЛРА-выборка $Z_{mn}=[Z^{(t,\ell=1,)}_1 \mid Z^{(t,\ell=1)}_2]$, удовлетворяющие равенствам $(1\backslash m)Z^{(t)T}_1 Z^{(t)}_1=R^{(\ell=1)}_{11},(1\backslash m)Z^{(t)T}_1 Z^{(\ell,t)}_2=R^{(\ell=1)}_{12}$, $R^{(\ell)}_{12}=R^{(\ell)}_{11}ß$, $ß=(0.147870, 0.22542, 0,5379)^T$

	Values of the z-variables: $Z_{mn}=[Z^{(t,1)}_1 \mid Z^{(t,1)}_2]$, $(1\backslash m)Z^{(t)T}_1 Z^{(t)}_1=R^{(\ell=1)}_{11}$			
	1	**2**	**3**	**4**
1	-1,9596	-0,5394	-0,57524	-1,535952
2	-0,83614	-1,127	-1,7437	-1,353937
3	-1,235	-1,001	-1,7277	-1,778244
4	-0,23351	-0,72593	0,66756	-0,189945
5	-0,49029	-1,1671	-1,2219	-1,302011
6	-1,6611	-1,742	-0,88872	-0,923152
7	-0,1033	-0,44206	0,73964	0,247103
8	0,25552	1,1469	0,74627	0,14886
9	0,69461	0,10038	1,0903	0,374288
10	0,69543	1,5988	1,2174	1,355161
11	0,10024	-0,23253	0,24005	-0,366433
12	0,48104	0,93849	1,3323	1,089022
13	0,73184	0,59931	0,37797	0,356178
14	-0,098803	0,51696	-1,0083	-0,266762
15	0,33481	-0,42172	-0,40063	0,029001
16	2,1179	1,7863	0,97795	1,82077
17	1,2062	0,71156	0,17679	0,409815
	0,999996	1,00000	1,00000	1,000000

1	17	17,00	r44
2	0,69341	0,69341	r14
3	0,79428	0,79428	r24
4	0,62996	0,62996	r34
5			
6			

1	17	17,00
2	- 0,338993	0,69341
3	- 0,100844	0,79428
4	- 0,240408	0,62996

Рисунок 3. Программа-таблица для надстройки «Поиск решения» (Solver) $(R^{(\ell=2)}_{11}, R^{(\ell=2)}_{12}, ß=(0.1479, 0.2254, 0.5379)$

Таблица 5. Модельные значения элементов подматриц коэффициентов корреляции $R^{(\ell=2)}_{11}$, $R^{(\ell=2)}_{12}$, назначенные значения коэффициентов регрессии $ß=(ß_1,ß_2,ß_3)^T$

$R^{(\ell=2)}_{11}$			$R^{(\ell=2)}_{12}$	ß
1,0000	0,8063	0,6793	0,69341	0,14787
0,8063	1,0000	0,7071	0,79428	0,22542
0,6793	0,7011	1,0000	0,62996	0,5379
0,69341	0,79428	0,629962	1	

Таблица 6. МЛРА-выборка $Z_{mn}=[Z^{(t,\ell=2)}_1 \mid Z^{(t,\ell=2)}_2]$, удовлетворяющие равенствам $(1\backslash m)Z^{(t)T}_1Z^{(t)}_1=R^{(\ell=2)}_{11}$,$(1\backslash m)Z^{(t)T}_1Z^{(t,\ell=2)}_2=R^{(\ell=2)}_{12}$, $R^{(\ell)}_{12}=R^{(\ell)}_{11}ß$, $ß=(0{,}147870,\ 0{,}22542,\ 0{,}5379)^T$

	Values of the z-variables: $Z_{mn}=[Z^{(t,\ \ell=2,)}_1 \mid Z^{(t,\ \ell=2)}_2]$, $(1\backslash m)Z^{(t)T}_1Z^{(t)}_1=R^{(\ell=2)}_{11}$			
	1	**2**	**3**	**4**
1	-1,9596	-0,5394	-0,57524	-0,521479
2	-0,83614	-1,127	-1,7437	-0,823742
3	-1,235	-1,001	-1,7277	-0,788421
4	-0,23351	-0,72593	0,66756	-0,59893
5	-0,49029	-1,1671	-1,2219	-1,210198
6	-1,6611	-1,742	-0,88872	-1,658204
7	-0,1033	-0,44206	0,73964	0,476957
8	0,25552	1,1469	0,74627	0,875838
9	0,69461	0,10038	1,0903	-0,315263
10	0,69543	1,5988	1,2174	1,443466
11	0,10024	-0,23253	0,24005	-0,96606
12	0,48104	0,93849	1,3323	1,434674
13	0,73184	0,59931	0,37797	0,247137
14	- 0,098803	0,51696	-1,0083	-0,098191
15	0,33481	-0,42172	-0,40063	1,609696
16	2,1179	1,7863	0,97795	1,3822
17	1,2062	0,71156	0,17679	0,336936
	0,999996	1,00000	1,00000	1,000000

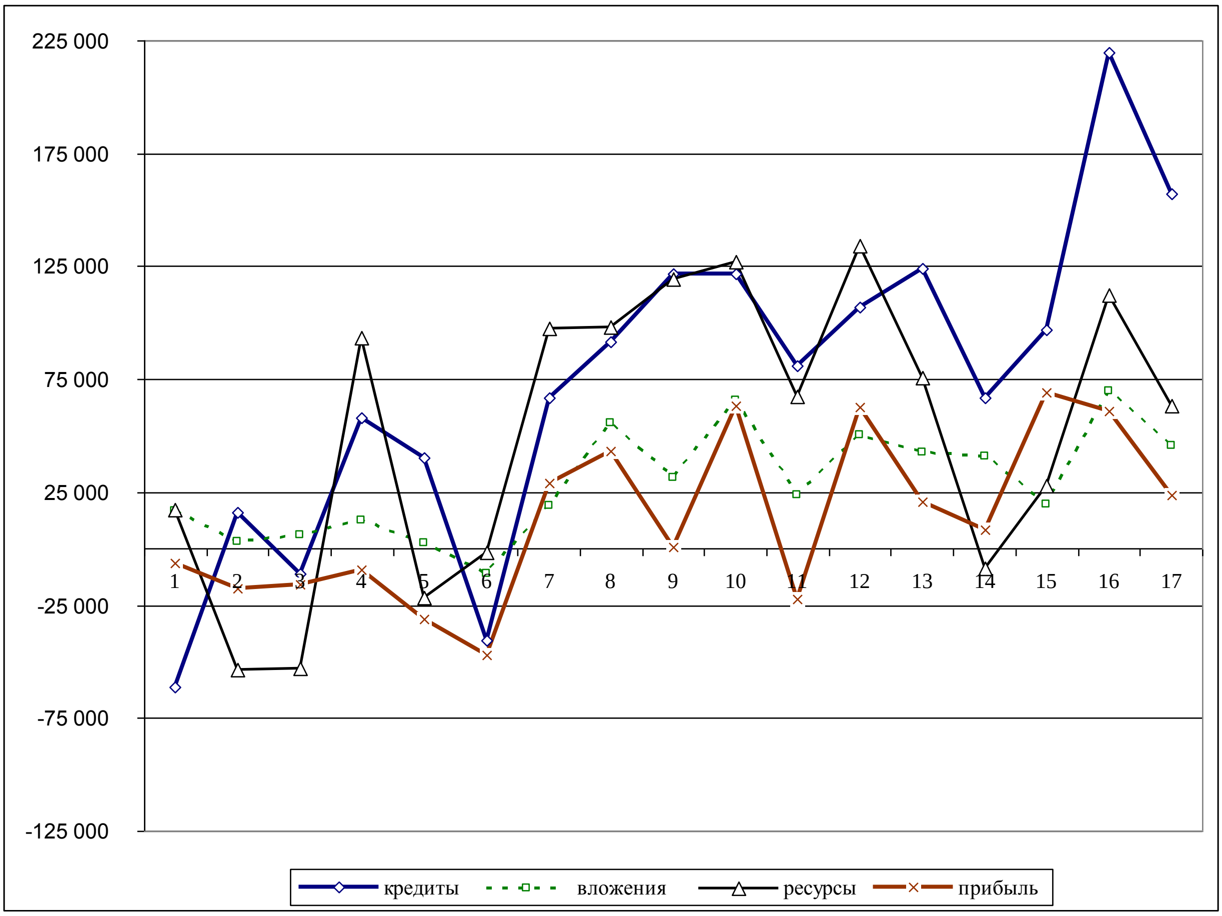

Рисунок 4. Динамики значений 4-х x^0-переменных, моделируемых в ОМ МЛРА, адекватных прошлой реальной выборке $X^0{}_{17,4}$ [1] ß=(0,147870, 0,22542, 0,5379)^T

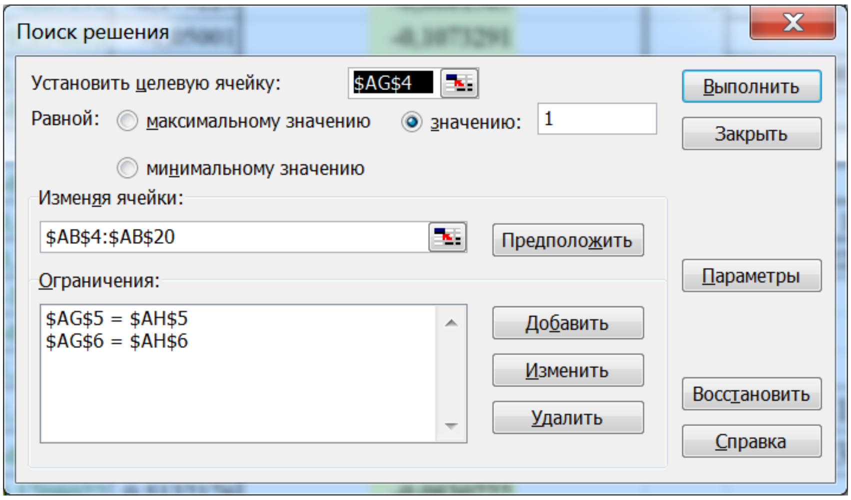

Рисунок 5. Окно процедуры «Поиск решений» в ЭТ Excel с введенными формулами целевой функции оптимизационной задачи №5 (n=3) и 2-х функций ограничений.

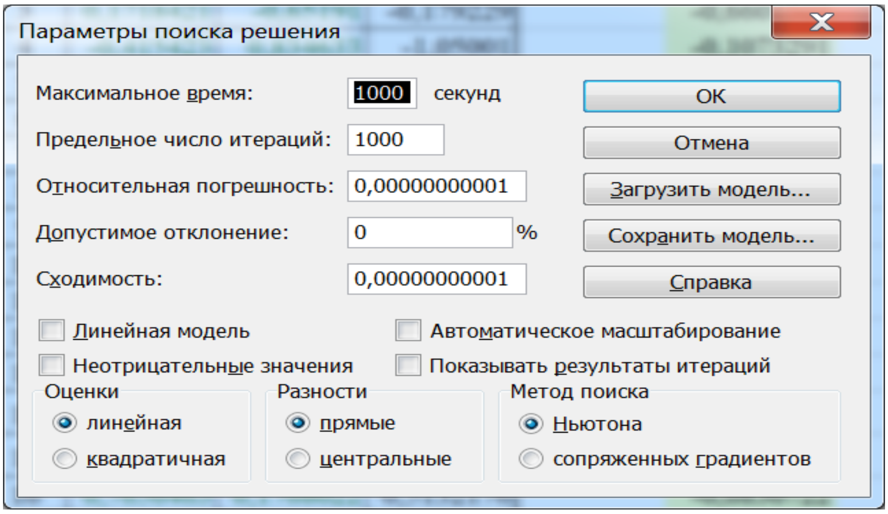

Рисунок 6 Окно «Параметры поиска решений» процедуры «Поиск решений» в ЭТ Excel с введенными значениями параметров целевой функции оптимизационной задачи №5 (n=3) и 3 функций ограничений

Заключение

Выше приведен пример моделирования неадекватных многомерных выборок для реальной многомерной выборки. Для выделенного показателя нам не понравились знаки коэффициентов регрессии при 3-х независимых показателях, совместно влияющих на прибыль банка. Сперва мы имели коэффициенты регрессии, вычисленные по данным активов банка. Банк находился в предбанкротном состоянии. Это отразилось в знаках и величине коэффициентов регрессии, вычисленных в [1]: прибыль= -0,34787 × кредиты -0,22542 × вложения + 0,63790 × ресурсы + 1181,61200. Отрицательные коэффициентов регрессии **β_1=-0,34787; β_2= -0,22542; β_3=0,63790** [1] не способствовали прогрессу – к движению вперёд, по направления развития от низшего качества его портфелей к высшему качеству. Для поступательного движения вперед нужны были привлеченные ресурсы и повышение уровня менеджмента, увеличением внутрибанковских и внешних финансовых связей. Этих экономических факторов не удалось задействовать. Развивался обратный процесс-регресс. Требовались организационные мероприятия, замедляющие начавшийся регресс деятельности отделов банка. Требовались комплекс мероприятий, акций, маркетинговых приемов для привлечения вкладов физических и юрических лиц.

Одним из ключевых на тот период работы банка может помочь наши модельные коэффициентов регрессии с положительными коэффициентами регрессии вида **ß=(0.147870, 0.22542, 0.5379)^T** и полученные с их применением модельные значения 4-х x^0-переменных. Динамики значений этих x^0-переменных достаточно правильно отражает состояние активов 17 филиалов банка. Имеются филиали с отрицательными значениями прибыли, кредитов, ресурсов. Модельные значения имеют натуральные значения (в тысячах тенге), понятны и удобны для специалистов соответствующих отделов, в чьих ведениях достижение прогресса по достижению плановых значений по кредитным операциям, по вложениям в ценные бумаги, по ресурсам банка разных видов, по прибылям 17 филиалов. При правильном проведении требуемых мероприятий в банке по достижению плановых значений в тысячах тенге через 6 месяцев, через 12 месяцев при по-месячном мониторинге (контроле) можно достичь заметного прогресса по приведенным 4 показателям.

Мы не рассматривали другие факторы, банковские риски, кредитные, финансовые, страховые риски. Их учет – отдельная тема. Мы учиты вем реальные коэффициенты корреляции между финансовыми показателями, реальные значения средних и дисперсий, и впервые – назначенные (для модельной МЛРА-выборки, адекватной будущей реальной выборке) коэффициенты регрессии вида **ß=(0.147870, 0.22542, 0.5379)^T**, дающие прогресс в работе отделов банка. Практическая ценность нашего нового подхода была бы доказана, если бы в тот момент банк, который позднее был судом признан банкротом, быстро им воспользовался. Но он искал внешнего инвестора – привычное дело. Наша методика полезна и для функционирующих банков для стратегического планирования, улучшения своих показателей. Предыдущий и последующий члены ряда векторов значений коэффициентов регрессии, подобранные обоснованно и в соответствии с реальными производственными, маркетинговыми, административными мероприятиями, обеспечивают достижение лучших планируемых финансовых приростов значений ресурсов, вложений. Коэффициенты регресси помогут прогрессу банков.

Наш подход является инновационным, его компьютерная реализация может служить одним из приложений к ИС, применяемых в информационных технологиях цифровой экономики.

References:

1. Zhanatauov, S.U. (2012). Primenenie metoda linejnoj regressii dlja samoocenki riska bankrotstva banka. *Finansovaja anali-tika: problemy i reshenija, № 15*, 40-43.
2. Zhanatauov, S.U. (2018). Inverse model of multiple linear regression analysis. *International scientific journal Theoretical & Applied Science, №4(60)*, 201-212. Retrieved 2018, from www.T-Science.org
3. Zhanatauov, S.U., & Akhmetov, K.A. (2018). Simulation of multidimensional sample with the assigned values of the coefficients of linear regression. *Int.Scien. Jour. "Theoretical & Applied Science", № 9(65)*, 301-314. Retrieved 2018, from www.t-science.org
4. Zhanatauov, S.U. (2018). Model of digitalization of the validity indicators and of the measurable indicatojrs of the enterprise. *International scientific journal Theoretical & Applied Science, №9(65)*. Retrieved 2018, from www.T-Science.org
5. Zhanatauov, S.U. (1987). *Obratnaja model' glavnyh komponent i ee primenenie.* Diss. na soiskanie uch. step.. kand. fiz.-mat. nauk: 05.13.11: zashhishhena 8.12.1987: utv.1.06.1988, Vychis litel'nyj centr Sibirskogo otdelenija AN SSSR, Novosibirsk, pp.1-302.
6. Zhanatauov, S.U. (1989). Modelirovanie odnoj zamechatel' noj jekstremal'noj sovokupnosti. *Sistemnoe modelirovanie-14*, Novosibirsk, 27-33.
7. Zhanatauov, S.U. (2013). *Obratnaja model'glavnyh komponent.* Monografija, Almaty:Kazstatinform, pp.1-201.
8. Zhanatauov, S.U. (2016). Model and histogram to adequacy of variables (C,Λ)-samples and real multidimensional sample. *International Scientific Journal Theoretical &Applied Science, № 11, vol.43*, 53-61. Retrieved 2018, from www.T-Science.org
9. Zhanatauov, S.U. (2014, April 25). The (C,Λ,Y)-sample is adequate to real multidimensional sample. *Proced. Int. conf.. "Leadership in Education, Business and Culture". Almaty-Seatle, ICET USA. Leadership Iternational Conference "Leadership on Education, Business and Culture»*, pp.151-155.
10. Zhanatauov, S.U. (2017, May 29-31). Modelirovanie mnogomernyh vyborok znachenij priznakov zernovoj kul'tury. *"II mezhdun. nauchno-prakt.konf. «Evropa i tjurkskij mir: nauka, tehnika i tehnologii".Izmir (Turcija).* Retrieved 2018, from www.regionacadem.org
11. Zhanatauov, S.U. (1988). O funkcional'nom napolnenii PPP"Spektr". *Sistemnoe modelirovanie-13*, Novosibirsk, pp.3-11.
12. Zhanatauov, S.U. (2017). Theorem on the Λ-samples. *International scientific journal Theoretical&Applied Science. 2017,№ 9,vol.53,* 177-192. Retrieved 2018, from www.T-Science.org
13. Zhanatauov, S.U. (2017). Block-diagonal correlation matrices of λ-samples. *International scien-tific journal Theoretical &Applied Science, №12,vol.56*, 101-111. Retrieved 2018, from www.T-Science.org
14. Zhanatauov, S.U. (2017). The optimization problem with linearized equations f-parameters (f1,f2,f3,f4,f5,f6)-spectrum. *International scientific journal Theoretical &Applied Science,№11,vol.55*, 251-267. Retrieved 2018, from www.T-Science.org
15. Zhanatauov, S.U. (1987). The inverse problem of the principal component analysis. *Proc.of the 1-st World Congress of Soc. Math. Statist. and Probabillity Theory of Bernoulli.* Utrecht, pp. 116-119.
16. Zhanatauov, S.U. (1980). Metod poluchenija vyborki s zadannymi sobstvennymi chislami ee korreljacion noj matricy. *V kn. Matematicheskie voprosy analiza dannyh.* Novosibirsk, pp.62-76.
17. Zhanatauov, S.U. (2018). Model of digitalization of the validity indicators and of the measurable indicators of the enterprise. *Int.Scien.Jour."Theoretical &Applied Science". 2018, № 9(65)*, 315-334. Retrieved 2018, from www.t-science.org