ISSN 2521-635X

BAKI MÜHƏNDİSLİK UNİVERSİTETİ

Journal of Baku Engineering University

Volume 1
Number 1
2017

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Journal is published twice a year
Number - 1. June, Number - 2. December

An International Journal

http://journal.beu.edu.az

Contact address

Journal of Baku Engineering University
AZ0101, Khirdalan city, Hasan Aliyev str. 120, Absheron, Baku, Azerbaijan
Tel: 00 994 12 - 349 99 95 Fax: 00 994 12 349-99-90/91

e-mail: *journal@beu.edu.az*
web: *http://journal.qu.edu.az*
facebook: *Journal Of Baku Engineering University*

ISSN 2521-635X

ISSN 2521-635X

BAKU ENGINEERING UNIVERSITY

Journal of Baku Engineering University

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Baku - AZERBAIJAN

Journal of Baku Engineering University

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

2017. Volume 1, Number 1

CONTENTS

JOURNAL OF BAKU ENGINEERING UNIVERSITY- MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE
2017. Volume 1, Number 1 *Pages 3-13*

УДК 004.056.5

КОНТРОЛЬ ЦЕЛОСТНОСТИ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ФАКТОРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ

Э.В. ФАУРЕ, В.В. ШВЫДКИЙ, А.И. ЩЕРБА

Черкасский государственный технологический университет

Черкассы / УКРАИНА

faureemil@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В работе предложен метод контроля целостности информации, обеспечивающий защиту от навязывания ложных данных, обнаружение ошибок в канале связи и защиту информации от несанкционированного чтения. В соответствии с этим методом проверочная часть блока данных представляется в виде перестановки, формируемой по секретному ключу из символов сообщения, преобразованных в последовательность взаимосвязанных чисел в факториальной системе счисления. Для предложенного метода оценен энергетический выигрыш при передаче сообщения по каналу связи, выполнено его сравнение с соответствующей оценкой циклического избыточного кода.

Ключевые слова: обнаружение модификации, повышение достоверности, помехоустойчивых код, избыточность, перестановка, факториальное число.

INFORMATION INTEGRITY CONTROL BASED ON THE FACTORIAL NUMBER SYSTEM

ABSTRACT

It is proposed a method for information integrity control that provides protection against intentional alteration of data, communication channel error detection, and data protection from unauthorized access. In accordance with this method, a data block check sum is a permutation formed by a secret key from a sequence of message symbols converted into a sequence of interrelated numbers in factorial notation. An estimation of coding gain of the proposed method for information integrity control is made and compared with the corresponding estimation of cyclic redundancy codes.

Keywords: detection of modifications, increasing of reliability, error-detecting code, redundancy, permutation, factorial number.

1. Введение

Рост объемов передачи конфиденциальной информации в сферах обороны, дистанционного управления финансовыми операциями и электронного документооборота приводит к необходимости повышения эффективности контроля целостности информации (КЦИ), который предусматривает защиту от навязывания ложных данных и обнаружение ошибок, вносимых каналом связи в процессе передачи сообщения.

Известны способы криптографической защиты информации от несанкционированного чтения и модификации [1, 2] и способы обнаружения ошибок в канале связи [3-5], каждый из которых решает одну из перечисленных задач КЦИ. Вместе с тем известны способы КЦИ, обеспечивающие обнаружение модификации данных как в результате действий злоумышленника, так и помех в канале связи [6-8]. Эти способы требуют повышенной избыточности, что приводит к потерям пропускной способности. Поэтому представляет значительный интерес исследование новых методов КЦИ, в частности, на основе факториальной системы счисления (ФСС) [9, 10].

В соответствии с [10], контрольная сумма представляется в виде перестановки (упорядоченного набора) чисел $\{0;1;...;M-1\}$, где M-порядок перестановки. При этом контрольной сумме соответствует точка отрезка $[0;M!-1]$, определяющая номер перестановки, который в ФСС имеет вид: $B=\sum_{i=0}^{M-1} b_{M-1-i}\cdot(M-1-i)!$, где $0\le b_{M-1-i}\le M-1-i$.

Формирование перестановки π производится в соответствии с базовой перестановкой $\pi(0)$ и синдромом перестановки $S_F = \{b_{M-1}; b_{M-2}; ...; b_0\}$, полученным из факториальной записи числа B. Базовая перестановка может быть открытой, в частности, тривиальной: $\pi(0) = \{0; 1; ...; M-1\}$, или скрытой – нетривиальной и хранящейся в тайне.

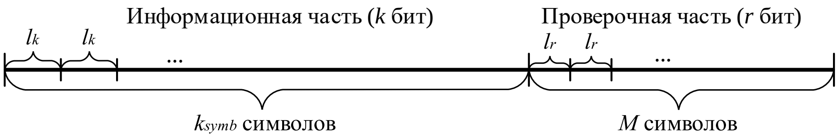
Целью работы является разработка метода КЦИ на основе факториальной системы счисления и оценка эффективности его способности обнаруживать ошибки в канале связи.

2. Структура блока данных

Настоящее исследование широко использует основные положения теории передачи дискретных сообщений [11] и направлено на ее дальнейшее развитие.

Примем, что КЦИ используется в простейшей системе передачи данных с решающей обратной связью (РОС), где прямой канал – двоичный симметричный, обратный канал – идеальный (ошибки в нем отсутствуют), а символы, составляющие сообщение, являются элементами поля $F_2 = \{0; 1\}$. Пусть k и r – число двоичных символов в информационной и проверочной частях блока соответственно, $n = k + r$ – полная длина блока. Структура блока данных системы КЦИ на основе ФСС показана на рис. 1.

Рис. 1. Структура блока данных



Информационная часть содержит k_{symb} укрупненных символов, каждый из которых образуется группой из l_k бит и соответствует элементу поля $F_{2^{l_k}}$. Длина информационной части $k = l_k \cdot k_{symb}$ бит. Примем, что символы перестановки кодируются равномерным двоичным кодом с длиной кодовой комбинации $l_r = \mathrm{entier}(\log_2 M) + 1$ бит, где $\mathrm{entier}(a)$ определяет наибольшее целое, меньшее, чем *a*. Поэтому проверочная часть содержит $r = l_r \cdot M$ бит. Значение M выбирается исходя из требований по степени повышения достоверности. Его влияние на энергетический выигрыш в результате применения системы КЦИ приводится ниже.

3. Оценка достоверности передачи данных

3.1. Оценка достоверности передачи при использовании КЦИ на основе ФСС

Далее используем широко принятый [5, с. 232; 12, с. 601] подход к рассмотрению наборов (векторов) над полем F_2 в виде элементов алгебры многочленов с коэффициентами из F_2. Так, блок данных $C(x)$, состоящий из информационной $A(x)$ и проверочной $R(x)$ частей, выводится в канал в виде $C(x) = A(x) \mathrm{C}\, R(x)$, где С -символ конкатенации (присоединения), т.е. $C(x) = x^r \cdot A(x) + R(x)$. При передаче по каналу на блок данных воздействует вектор ошибки $\varepsilon_n(x) = \varepsilon_k(x) \mathrm{C}\, \varepsilon_r(x)$ с мощностью множества векторов $\mu\{\varepsilon_n(x)\} = 2^n$, где $\varepsilon_k(x)$ и $\varepsilon_r(x)$-вектора ошибки, воздействующие на информационную и проверочную части блока. Тогда принятый из канала связи вектор $D(x) = C(x) \oplus \varepsilon_n(x) = (A(x) \oplus \varepsilon_k(x)) \mathrm{C}\, (R(x) \oplus \varepsilon_r(x))$.

В приемнике по последовательности $A(x)\oplus\varepsilon_k(x)$ вычисляется контрольная сумма, которую можно представить в виде $R(x)\oplus\varepsilon_r^{\wedge}(x)$, где $\varepsilon_r^{\wedge}(x)$ – ошибка, возникающая на выходе блока формирования перестановки. Вектор разности $\varepsilon_r^{\wedge}(x)$ преобразует перестановку $R(x)$ в перестановку и статистически не связан с $\varepsilon_r(x)$. Синдром ошибки $S(x)=\left(R(x)\oplus\varepsilon_r^{\wedge}(x)\right)\oplus\left(R(x)\oplus\varepsilon_r(x)\right)=\varepsilon_r^{\wedge}(x)\oplus\varepsilon_r(x)$. Если $\varepsilon_n(x)=0$, то $S(x)=0$, что является признаком немодифицированных данных. Если $\varepsilon_n(x)\neq 0$ и $S(x)=0$, то ошибка $\varepsilon_n(x)$ не обнаруживается декодером, что при $\varepsilon_k(x)\neq 0$ и $\varepsilon_r(x)=0$ является следствием коллизий.

Вероятность необнаруженной ошибки в результате применения КЦИ на основе ФСС (факториального кода – *FC*) $P_{ud}(FC,p_0)=P\left\{\varepsilon_r^{\wedge}(x)=\varepsilon_r(x)\right\}$ зависит от способа формирования контрольной суммы. Согласно [10], контрольная сумма вычисляется с помощью процедуры $S_F(j)=f\left(S_F(j-1)\right)\ast s(j)$, где $S_F(j)$ – синдром перестановки после обработки *j*-го укрупненного символа информационной части $s(j)\in F_2^{l_k}$, $j\leq k_{symb}$; $S_F(0)$ – вектор начальной загрузки; $f\left(S_F(j-1)\right)$ – функция модификации синдрома; символ $\ast$ обозначает сложение чисел различных систем счисления по [9]. Выбор функции $f\left(S_F(j-1)\right)$ представляет собой важный этап проектирования системы КЦИ, однако выходит за рамки рассмотрения этой работы. Далее примем, что данные на входе и выходе блока формирования перестановки статистически независимы, а закон распределения ошибок $\varepsilon_r^{\wedge}(x)$ при $\varepsilon_k(x)\neq 0$ – равномерный.

Оценим вероятность необнаруженной ошибки $P_{ud}(FC,p_0)$ для двух случаев: $M!<2^k$ – отображение $f:\left\{A(x)\right\}\to\left\{R(x)\right\}$ сюръективно, что приводит к коллизиям; $M!\geq 2^k$ – отображение $f:\left\{A(x)\right\}\to\left\{R(x)\right\}$ инъективно или биективно, что исключает коллизии.

3.1.1. Оценка вероятности необнаруженной ошибки для факториального кода при $M!<2^k$

При $\varepsilon_k(x)\neq 0$ вероятность появления каждого из *M*! векторов $\varepsilon_r^{\wedge}(x)$, включая нулевой,

$$p_r^{\wedge}=\left(1-q_0^k\right)/M!. \tag{1}$$

Пусть p_r – вероятность появления ошибки $\varepsilon_r(x)$ (включая нулевую), способной преобразовать перестановку $R(x)$ в какую-либо из *M*! перестановок (т.е. разрешенную комбинацию проверочной части в разрешенную). Тогда по теореме умножения вероятностей для вероятности необнаруженной ошибки факториальным кодом имеем:

$$P_{ud}(FC,p_0)=p_r^{\wedge}\cdot p_r. \tag{2}$$

Ошибка $\varepsilon_r(x)$ распределена по биномиальному закону: вероятность появления вектора с весом Хэмминга $i\in[0;r]$ равна

$$p_r(i)=C_r^i p_0^i q_0^{r-i}. \tag{3}$$

Пусть случайное событие A={ошибка $\varepsilon_r(x)$ преобразует перестановку $R(x)$ в перестановку}, $P(A)=p_r$; случайное событие B_i={появление ошибки $\varepsilon_r(x)$ веса i}, $P(B_i)=p_r(i)$; $f_{per}(i)$ – количество ошибок веса $i\in[0;r]$, порождающих событие A. Тогда $P(A|B_i)=f_{per}(i)/C_r^i$ указывает вероятность преобразования перестановки в перестановку при появлении ошибки веса i. Из формулы полной вероятности и (3),

$$p_r=P(A)=\sum_{i=0}^{r}p_r(i)\cdot f_{per}(i)/C_r^i=\sum_{i=0}^{r}f_{per}(i)p_0^iq_0^{r-i}. \qquad (4)$$

Теорема 1. Вероятность p_r появления ошибки $\varepsilon_r(x)$, способной преобразовать разрешенную комбинацию проверочной части факториального кода в разрешенную комбинацию (включая саму в себя), определяется выражением

$$p_r=\sum_{i=0}^{\mathrm{entier}(r/2)}f_{per}(2i)p_0^{2i}q_0^{r-2i}, \qquad (5)$$

где $\sum_{i=0}^{\mathrm{entier}(r/2)}f_{per}(2i)=M!$ и

$$f_{per}(0)=1;\ f_{per}(2)\le l_r\cdot M/2;\ f_{per}(4)\le l_r\cdot M\cdot\left(l_r\cdot(M+8)-10\right)/8. \qquad (6)$$

Доказательство. Вначале покажем, что вес ошибок $\varepsilon_r(x)$, переводящих перестановку в перестановку, четен. Не ограничивая общности рассмотрения, примем перестановку $\pi(0)=\{0;1;...;M-1\}$ в качестве исходной. Представим символы перестановки в двоичном коде и запишем их последовательно, как показано на рис. 2.

Рис. 2. Символы проверочной части

$\pi(0)=\{0$	; 1	; 2	; 3	; …	; M-1}	$\sum$(mod 2)
0	1	0	1	…	1	$= w_0$
0	0	1	1	…	1	$= w_1$
0	0	0	0	…	1	$= w_2$
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
0	0	0	0	…	1	$= w_{l_r-1}$

Значение $w_j\in\{0;1\}$, равное сумме по mod 2 бит j-ой строки, $j\in[0,l_r-1]$, инвариантно по отношению к перестановке символов. Это означает, что помеха в каждой строке и, следовательно, $\varepsilon_r(x)$ имеют четный вес. Поэтому $f_{per}(2i+1)=0$, а $p_r=\sum_{i=0}^{\mathrm{entier}(r/2)}f_{per}(2i)p_0^{2i}q_0^{r-2i}$.

При $M!<2^k$ мощность множества разрешенных комбинаций проверочной части $\mu(R(x))=M!$, поэтому $\sum_{i=0}^{\mathrm{entier}(r/2)}f_{per}(2i)=M!$. Ошибка нулевого веса переводит перестановку саму в себя: $f_{per}(0)=1$. Ошибка веса 2 преобразует перестановку в перестановку, если она порождает транспозицию. При $M=2^{l_r}$ количество таких ошибок $f_{per}(2)=l_r\cdot M/2$. При $2^{l_r-1}<M<2^{l_r}$ имеем: $f_{per}(2)<l_r\cdot M/2$. Ошибка веса 4 может преобразовать перес-

тановку в перестановку, если она поражает 2, 3 или 4 укрупненных символа. Поочередно определяя вероятности этих событий, несложно видеть, что $f_{per}(4) \le l_r \cdot M \cdot \left(l_r \cdot (M+8) - 10\right)/8$.

Пример. *Для* $M = 8$ $f_{per}(2)/C_{24}^{2} \approx 0{,}043$ и $f_{per}(4)/C_{24}^{4} \approx 0{,}011$, что подтверждает эффективность применения оценок (6).

Замечание 1. При $\log_2 M \in \mathbb{Z}$ справедливо равенство $f_{per}(i) = f_{per}(r-i)$.

Выполним оценку сверху вероятности p_r. Для этого введем следующее определение.

Определение 1. Вероятность появления ошибки $\varepsilon_r(x)$, преобразующей перестановку чисел $\{0;1;2;\ldots;M-1\}$ в другую перестановку или саму в себя, равна сумме:

$$p_r = \sum_{i=0}^{m_1} f_{per}(2i)\, p_0^{2i} q_0^{r-2i} + \Delta_{per}(m_1), \tag{7}$$

$$\Delta_{per}(m_1) = \sum_{i=m_1+1}^{\mathrm{entier}(r/2)} f_{per}(2i)\, p_0^{2i} q_0^{r-2i}, \quad 0 \le m_1 \le \mathrm{entier}(r/2) - 1. \tag{8}$$

Теорема 2. *Для* вероятности $\Delta_{per}(m_1)$ имеет место следующая оценка:

$$\Delta_{per}(m_1) \le \sum_{i=m_1+1}^{m_2} p_r(2i) + \left(z/C_r^{2(m_2+1)}\right) p_r\left(2(m_2+1)\right), \tag{9}$$

где $z = M! - \sum_{i=0}^{m_1} f_{per}(2i) - \sum_{i=m_1+1}^{m_2} C_r^{2i}$, число $m_2 \in \mathbb{N}$: $\sum_{i=m_1+1}^{m_2} C_r^{2i} \le M! - \sum_{i=0}^{m_1} f_{per}(2i) < \sum_{i=m_1+1}^{m_2+1} C_r^{2i}$, а $p_r(i)$ вычисляется по (3).

Доказательство. В правой части (8) проведем последовательно группировку слагаемых вида $p_0^j q_0^{r-j}$ по C_r^i штук $\left(i = 2(m_1+1), 2(m_1+2), \ldots\right)$. Учитывая, что $\sum f_{per}(2i) = M!$, $f_{per}(i) \le C_r^i$ и $p_0^i q_0^{r-i} > p_0^j q_0^{r-j}$ при $i < j$, получим:

$$\Delta_{per}(m_1) \le \underbrace{p_0^{2(m_1+1)} q_0^{r-2(m_1+1)} + \ldots + p_0^{2(m_1+1)} q_0^{r-2(m_1+1)}}_{C_r^{2(m_1+1)}\ \textit{слагаемых}} + \underbrace{p_0^{2(m_1+2)} q_0^{r-2(m_1+2)} + \ldots + p_0^{2(m_1+2)} q_0^{r-2(m_1+2)}}_{C_r^{2(m_1+2)}\ \textit{слагаемых}} + \ldots +$$

$$+ \underbrace{p_0^{2m_2} q_0^{r-2m_2} + \ldots + p_0^{2m_2} q_0^{r-2m_2}}_{C_r^{2m_2}\ \textit{слагаемых}} + \underbrace{p_0^{2(m_2+1)} q_0^{r-2(m_2+1)} + \ldots + p_0^{2(m_2+1)} q_0^{r-2(m_2+1)}}_{z\ \textit{слагаемых}},$$ откуда следует (9).

Замечание 2. Так как $z < C_r^{2(m_2+1)}$, то $\Delta_{per}(m_1) \le \sum_{i=m_1+1}^{m_2+1} p_r(2i) \le \sum_{i=m_1+1}^{\mathrm{entier}(r/2)} p_r(2i) \le \sum_{i=m_1+1}^{\infty} p_r(2i)$.

Следствие 1. В условиях применимости аппроксимационной формулы Пуассона для биномиального распределения при $\lambda = r \cdot p_0$ и $m_1 > (\lambda - 3)/2$ имеет место оценка:

$$\Delta_{per}(m_1) \le e^{-\lambda} \cdot \left(\lambda^{2(m_1+1)} / \left(2(m_1+1)\right)!\right) \cdot \left((2m_1+3)^2 / \left((2m_1+3)^2 - \lambda^2\right)\right). \tag{10}$$

Доказательство. Согласно замечанию 2 и аппроксимационной формулы Пуассона $p_r(i) \approx (\lambda^i/i!)e^{-\lambda}$, $\lambda = r \cdot p_0$, имеем: $\Delta_{per}(m_1) \le \sum_{i=m_1+1}^{\infty} p_r(2i) \approx e^{-\lambda} \cdot \left(\lambda^{2(m_1+1)} / \left(2(m_1+1)\right)!\right) \times$

$\times\left(1+\lambda^2/(2m_1+3)^2+\lambda^4/(2m_1+3)^4+\mathrm{K}\right)$. При $m_1>(\lambda-3)/2$ выполняется $\lambda^2/(2m_1+3)^2<1$. Вычисляя сумму бесконечной геометрической прогрессии, приходим к (10).

Замечание 3. Значение p_r вычисляется по (7), где $\Delta_{per}(m_1)$ оценивается по (9) или (10) и не превышает максимальной абсолютной погрешности вычислений ε.

Следствие 2. Ниже в табл. 1 для каждой пары значений $(m_1;p_0)$ и заданной точности ε указано максимальное значение M_0, для которого $\Delta_{per}(m_1)\le\varepsilon$ при всех $M\le M_0$.

Таблица 1. Диапазоны значений *M* в зависимости от $(m_1;p_0)$, при которых $\Delta_{per}(m_1)\le\varepsilon=10^{-3}$

m_1 \ p_0	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
0	$M\le 11$	$M\le 65$	$M\le 508$
1	$M\le 64$	$M\le 487$	$M\le 3652$
2	$M\le 142$	$M\le 1036$	$M\le 8192$

Как следует из табл. 1, для оценки p_r по (7) при $\varepsilon=10^{-3}$ достаточно $m_1\le 2$.

3.1.2. Оценка вероятности необнаруженной ошибки для факториального кода при $M!\ge 2^k$

При $\varepsilon_k(x)\ne 0$ и отсутствии коллизий вероятность появления каждого из (2^k-1) ненулевых векторов ошибок $\varepsilon_r^{\wedge}(x)$ равна

$$p_r^{\wedge}=\left(1-q_0^k\right)/\left(2^k-1\right). \tag{11}$$

По аналогии с подходом при получении оценки (7) можно показать, что при $M!\ge 2^k$ вероятность p_r появления ошибки $\varepsilon_r(x)$ (не включая нулевую), способной преобразовать перестановку $R(x)$ в какую-либо из (2^k-1) других перестановок, ограничена сверху:

$$p_r\le\sum_{i=1}^{m_1}f_{per}(2i)p_0^{2i}q_0^{r-2i}+\Delta_{per}(m_1), \tag{12}$$

где $\Delta_{per}(m_1)$ оценивается по (9) или (10).

Выбор m_1 в (12) при вычислении p_r определяется относительной погрешностью $\delta_{per}(m_1)=\Delta_{per}(m_1)\Big/\sum_{i=1}^{m_1}f_{per}(2i)p_0^{2i}q_0^{r-2i}$, которая не должна превышать значения δ_{per}.

Следствие 3. Ниже в табл. 2 для каждой пары значений $(m_1;p_0)$ и заданной точности δ_{per} указано максимальное значение M_0, для которого $\delta'_{per}(m_1)\le\delta_{per}$ $\left(\delta'_{per}(m_1)=\Delta_{per}(m_1)/(l_r\cdot M/2)p_0^2q_0^{r-2}\right)$ при всех $M\le M_0$.

Таблица 2. Диапазоны значений *M* в зависимости от $(m_1;p_0)$, при которых $\delta'_{per}(m_1)\le\delta_{per}=10^{-2}$

m_1 \ p_0	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
1	$M\le 12$	$M\le 38$	$M\le 132$
2	$M\le 54$	$M\le 255$	$M\le 1174$

3.2. Оценка вероятности необнаруженной ошибки для циклического избыточного кода

Ошибка $\varepsilon_n(x) \neq 0$ не обнаруживается кодом, если $\left|\varepsilon_n(x)\right|_{G_{r+1}(x)} = 0$, где $G_{r+1}(x)$ – кодовый полином степени *r*. Это условие выполняется, если $\varepsilon_n(x) = Q_{n-r}(x)G_{r+1}(x)$, где $Q_{n-r}(x) \neq 0$ – произвольный ненулевой полином степени, не большей *k*-1. Поэтому число не обнаруживаемых циклическим избыточным кодом (CRC) векторов ошибки $\mu\{Q_{n-r}(x) \neq 0\} = 2^{n-r} - 1$, а $\sum_{i=d_0}^{n} f_{CRC}(i) = 2^{n-r} - 1$, где $f_{CRC}(i)$ – число ошибок веса $i \in [0;n]$, не обнаруживаемых кодом (наиболее полно $f_{CRC}(i)$ представлены в [13]), d_0 – минимальное кодовое расстояние. Вероятность не обнаруженной CRC-кодом ошибки

$$P_{ud}(CRC, p_0) = \sum_{i=d_0}^{n} f_{CRC}(i) p_0^i q_0^{n-i} . \tag{13}$$

Используя тот же подход, что и при выводе оценки $P_{ud}(FC, p_0)$, с учетом оценки $f_{CRC}(i) \leq C_n^{i-t} / C_i^t$ [11, с. 681], $t = \text{entier}((d_0 - 1)/2)$, можно показать, что

$$P_{ud}(CRC, p_0) = \sum_{i=d_0}^{d_1} f_{CRC}(i) p_0^i q_0^{n-i} + \Delta_{CRC}(d_1), \tag{14}$$

$$\Delta_{CRC}(d_1) \leq \sum_{i=d_1+1}^{n} p_n(i) / C_{n-i+t}^t . \tag{15}$$

В условиях применимости аппроксимационной формулы Пуассона для биномиального распределения и $d_1 > \lambda(t+1) - 2$, где $\lambda = n \cdot p_0$, имеет место оценка

$$\Delta_{CRC}(d_1) \leq \left(1 / C_{n+t-d_1-1}^t\right) \cdot e^{-\lambda} \cdot \left(\lambda^{d_1+1} / (d_1+1)!\right) \cdot \left((d_1+2) / (d_1+2-\lambda(t+1))\right). \tag{16}$$

Выбор d_1 в (14) при вычислении $P_{ud}(CRC, p_0)$ определяется относительной погрешностью $\delta_{CRC}(d_1) = \Delta_{CRC}(d_1) \Big/ \sum_{i=d_0}^{d_1} f_{CRC}(i) p_0^i q_0^{n-i}$, которая не должна превышать δ_{CRC}.

3.3. Характеристики системы передачи данных с РОС при использовании помехоустойчивого кодирования

3.3.1. Относительная скорость передачи

Согласно [11, с. 676], под относительной скоростью передачи v_0 системы с РОС понимается отношение математического ожидания числа поступивших к получателю информационных символов к общему числу кодовых символов, поступивших в прямой канал. Поэтому $v_0 = B / C$, где *C* – пропускная способность канала данных (скорость передачи в канале без ошибок); *B* – фактическая скорость (скорость передачи в канале с ошибками). Представим v_0 в виде $v_0 = v_1 v_2$, где $v_1 = k / n$ – скорость кода (статическая составляющая потери скорости); v_2 – динамическая составляющая потери скорости вследствие переспросов.

В системах с РОС исправление ошибок достигается переспросом блоков. При превышении числа переспросов некоторого порога канал переводится в аварийное состояние.

Утверждение 1. Пусть $\nu_{2\,\min}$ – порог между состояниями нормы и аварии канала связи. Тогда при заданных p_0 и $\nu_{2\,\min}$ существует максимальное значение длины блока

$$n_{\max} \approx -\ln \nu_{2\,\min} / p_0 , \tag{17}$$

такое, что для $\forall n \le n_{\max}$ справедливо $\nu_2 \ge \nu_{2\,\min}$.

Доказательство. Согласно [11, с. 676], для простейшей системы с РОС $\nu_2 = Q + P_{ud}$, где $Q = \left(1 - p_0\right)^n$ – вероятность приема блока данных без ошибок, P_{ud} – вероятность необнаруженной ошибки. Учтем, что выполнение неравенства $P_{ud} = Q$ является условием целесообразности применения помехоустойчивого кода. Тогда $\nu_2 \approx Q$. Поскольку $Q\left(p_0, n\right) = \left(1 - p_0\right)^n$ монотонно убывает по *n*, при заданном p_0 $\exists n_{\max}$: $\nu_2 \ge \nu_{2\,\min}$ для $\forall n \le n_{\max}$. Решая неравенство $Q \ge \nu_{2\,\min}$, легко видеть, что $n_{\max} = \ln \nu_{2\,\min} / \ln\left(1 - p_0\right)$. С учетом $p_0 = 1$, что имеет место в большинстве реальных каналов связи, $\ln\left(1 - p_0\right) \approx -p_0$, откуда следует (17). ■

Следствие 4. Для каналов телефонной сети общего пользования с $p_0 = 10^{-3}$ при $\nu_{2\,\min} = 0.2 \div 0.3$ значение $n_{\max} \approx 1609 \div 1203$. Для каналов худшего качества (к примеру, радио-каналов ДВ, СВ, КВ) $n_{\max}$ уменьшается, а при уменьшении ν_1 уменьшается ν_0. Для каналов лучшего качества (микроволновых, спутниковых, оптических) $n_{\max}$ увеличивается, а $\nu_0 \to 1$.

3.3.2. Энергетический выигрыш

Вероятность битовой ошибки для некогерентного приемника определяется выражением $p = 0.5 \cdot e^{-0.5h^2}$ [14, с. 45], где h^2-соотношение сигнал/шум. Тогда энергетический выигрыш при применении помехоустойчивого кодирования

$$\Delta P = 10 \lg\left(\ln\left(2 p_{0eq}\right) / \ln\left(2 p_0\right)\right), \tag{18}$$

где $p_{0eq} \approx P_{ud} / \left(k\left(Q + P_{ud}\right)\right)$ – эквивалентная вероятность битовой ошибки, определенная в [11, с. 677] как вероятность ошибки в гипотетическом симметричном постоянном двоичном канале, при которой вероятность безошибочного приема достаточно длинного сообщения такая же, как и в рассматриваемой системе. Далее энергетический выигрыш ΔP будем оценивать снизу, используя при вычислении формулы (18) оценку сверху для P_{ud}.

3.4. Оценка эффективности КЦИ на основе ФСС

1. Ниже в табл. 3 представлены примеры факториальных кодов для $n = 1400$ и их характеристики при $p_0 = 10^{-3}$ (где $k = n - r$ и $r = l_r \cdot M = \left(\mathrm{entier}\left(\log_2 M\right) + 1\right) \cdot M$).

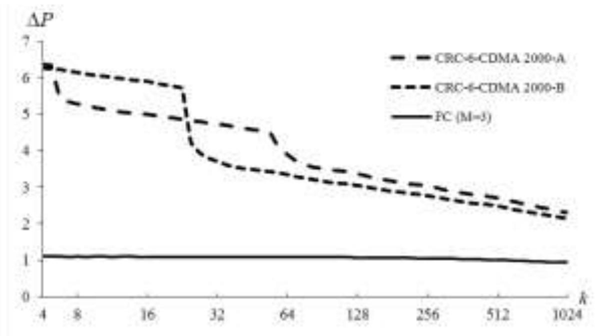
Таблица 3. Примеры факториальных кодов для $n = 1400$

n	k	M	ν_0	$P_{ud}\left(FC, p_0\right)$	ΔP
1400	1392	4	0,276	0,031	1,478
1400	1376	8	0,242	$1,811 \cdot 10^{-5}$	4,121
1400	1336	16	0,235	$3,305 \cdot 10^{-14}$	7,646

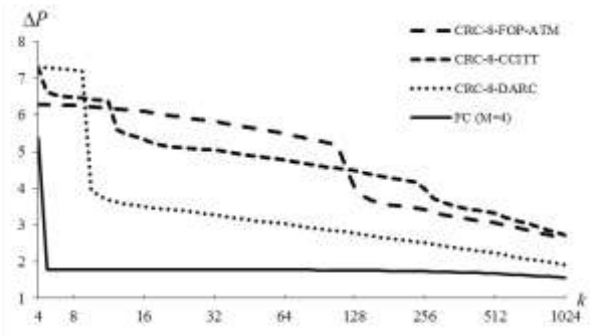
1400	1240	32	0,218	$2,302\cdot10^{-36}$	11,465
1400	1016	64	0,179	$3,429\cdot10^{-90}$	15,305
1400	504	128	0,089	$3,641\cdot10^{-156}$	17,653

2. Факториальный код обладает свойством криптостойкости и решает комплексную задачу выявления модификации данных вследствие действий злоумышленника и ошибок канала связи. Выполним все же его сравнение с систематическим двоичным CRC-кодом по критерию эффективности обнаружения ошибок канала связи. Графики зависимостей оценок ΔP от *k* в результате применения кодов при $p_0 = 10^{-3}$ представлены на рис. 3.

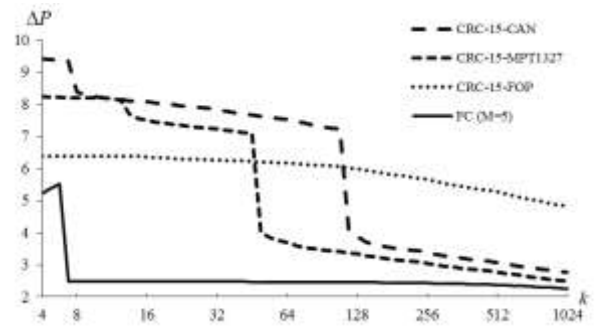
Рис. 3. Графики зависимостей оценок энергетического выигрыша от длины информационной части при $p_0 = 10^{-3}$ а) $r = 6$; б) $r = 8$; в) $r = 15$; г) $r = 24$



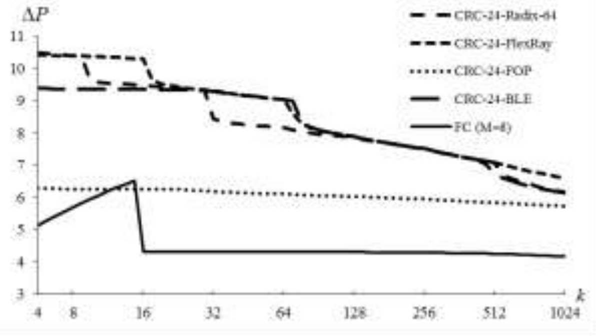
а)



б)



в)



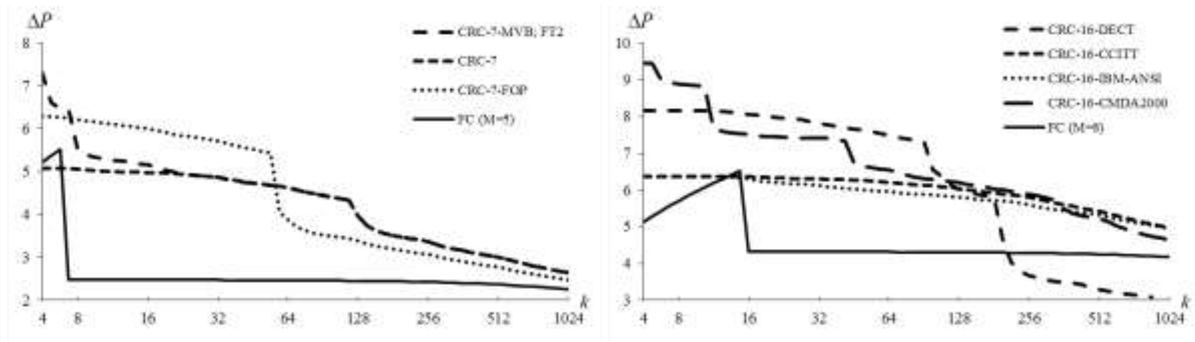
г)

Рис. 3 показывает, что факториальный код уступает CRC-коду. Вместе с тем разность оценок их энергетических выигрышей $\Delta P_{отн} = \Delta P_{CRC} - \Delta P_{FC}$ уменьшается по мере увеличения длины информационной части *k*. Так, при $k = 1024$ и $p_0 = 10^{-3}$ $\Delta P_{отн} \le 1.336\,\partial Б$ для $r = 6$, $\Delta P_{отн} \le 1.121\,\partial Б$ для $r = 8$, $\Delta P_{отн} \le 1.889\,\partial Б$ для $r = 15$, $\Delta P_{отн} \le 1.920\,\partial Б$ для $r = 24$. Заметим, что оценку ΔP_{FC} можно выполнить более точно, если для $k > \log_2 M!$ определить значения $f_{per}(i)$, приводящие к коллизиям, а для $k \le \log_2 M!$ – значения $f_{per}(i)$, переводящие разрешенную комбинацию проверочной части в разрешенную (или хотя бы минимальное расстояние Хэмминга между ними). Улучшение оценки ΔP_{FC}, а также повышение эффективности обнаружения ошибок в канале связи факториальным кодом являются направлением дальнейших исследований.

3. Факториальный код самосинхронизирующийся и не требует наличия флага для цикловой синхронизации. Это свойство обусловлено тем, что символы $\{0;1;\ldots;M-1\}$ встре-

чаются в перестановке ровно по одному разу, а их сумма равна $\sigma = 0{,}5M\left(M-1\right)$. Поэтому длину проверочной части факториального кода r_{FC} можно увеличивать на длину флага, сохраняя неизменными длину информационной части и общую длину кадра (с учетом флага). Для этого случая на рис. 4 представлены примеры зависимостей оценок ΔP от k в результате применения факториального кода и CRC-кода при $p_0 = 10^{-3}$ и размере флага в 8 бит.

Рис. 4. Графики зависимостей оценок энергетического выигрыша от длины информационной части при $p_0 = 10^{-3}$ и а) $r_{CRC} = 7$, $r_{FC} = 15$; б) $r_{CRC} = 16$, $r_{FC} = 24$



а) **б)**

Рис. 4 показывает, что увеличение длины проверочной части факториального кода за счет флага цикловой синхронизации позволяет повысить эффективность обнаружения ошибок и еще более приблизиться к энергетическому выигрышу CRC-кода (при $k = 1024$ и $p_0 = 10^{-3}$ $\Delta P_{отн} \le 0.384\,дБ$ *для* $r_{CRC} = 7$, $r_{FC} = 15$; $\Delta P_{отн} \le 0.811\,дБ$ *для* $r_{CRC} = 16$, $r_{FC} = 24$), а в некоторых случаях и превысить его (см., к примеру, CRC-16-DECT и FC (M=8), где $\Delta P_{отн} = -1.089\,дБ$).

4. Использование свойства самосинхронизации факториального кода исключает возможность совместной работы абонентов, у которых организация кадра соответствует изложенному выше способу, с абонентами, имеющими стандартную структуру и организацию кадра (содержащего маркер начала блока). Это обстоятельство создает возможность на предложенной основе организовать замкнутую группу (подсеть) абонентов в открытой сети.

4. Заключение

Построение системы КЦИ на основе факториальной системы счисления и использования в качестве контрольной суммы перестановки позволяет обеспечить комплексную защиту информации: защиту от навязывания ложных данных, обнаружение ошибок в канале связи и защиту информации от несанкционированного чтения. При этом полученный код самосинхронизирующийся, а его длина и скорость регулируются исходя из требований к стойкости системы и степени повышения достоверности передачи данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Молдовян А.А., Молдовян Н.А., Советов Б.Я. Криптография. – СПб: Лань, 2001. – 224 с.
2. Schneier B. Applied cryptography: protocols, algorithms, and source code in C. – Wiley, 1996. – 758 p.
3. Morelos-Zaragoza R.H. The Art of Error Correcting Coding. – Wiley, 2006. – 278 p.

4. Berlekamp E.R. Algebraic coding theory. – McGraw-Hill, 1968. – 466 p.
5. Peterson W.W., Weldon E.J.. Error-correcting Codes. – MIT Press, 1972. – 560 p.
6. Пат. 75935 Україна, МПК H03M13/31 (2006.01). Спосіб забезпечення цілісності інформації на базі коду умовних лишків / Василенко В.С, Чунарьова А.В., Василенко М.Ю, Чунарьов А.В.; заявник та патентовласник Національний авіаційний університет. – №u2012103515; заявл. 26.03.2012; опубл. 25.12.2012, Бюл. №24. – 4 с.
7. Пат. 75938 Україна, МПК H03M13/31 (2006.01). Спосіб забезпечення цілісності інформації на базі лишково-хеммінгового коду / Василенко В.С, Чунарьова А.В., Василенко М.Ю, Чунарьов А.В.; заявник та патентовласник Національний авіаційний університет. – №u2012103518; заявл. 26.03.2012; опубл. 25.12. 2012, Бюл. №24. – 4 с.
8. Пат. 67988 Україна, МПК H03M13/31 (2006.01). Спосіб забезпечення цілісності інформації на базі завадостійкого коду умовних лишків / Василенко М.Ю, Василенко В.С, Чунарьов А.В.; заявник та патентовласник Національний авіаційний університет. – №u201110207; заявл. 19.08.2011; опубл. 12.03.2012, Бюл. №5. – 5 с.
9. Фауре Э.В., Швыдкий В.В., Щерба А.И. Метод формирования воспроизводимой непредсказуемой последовательности перестановок // Безпека інформації. – 2014. – №3. – Т.20. – С. 253-258.
10. Фауре Э.В., Швыдкий В.В., Щерба В.А. Метод формирования имитовставки на основе перестановок // Захист інформації. – 2014. – №4. – Т. 16. – С. 334-340.
11. Финк Л.М. Теория передачи дискретных сообщений. – Изд. 2-е. – М.: Советское радио, 1970. – 728 с.
12. Lidl R., Niederreiter H. Finite fields. – Cambridge: Cambridge University Press, 1985. – 407 p.
13. Koopman P. Best CRC Polynomials. – http://users.ece.cmu.edu/~koopman/crc/index.html.
14. Теплов Н.Л. Помехоустойчивость систем передачи дискретной информации. – М.: Связь, 1964. – 360 с.

2017. Volume 1, Number 1 Pages 14-20

UOT: 681.3.012:621.1

UKRAINE'S INVESTMENT CLIMATE AND THE ROLE OF MULTINATIONAL COMPANIES IN ITS FORMATION

Alishov Gamid NADIR-OGLY
National Academy of Management
Kyiv / UKRAINE
anio_n@mail.ru

ABSTRACT

The purpose of the article is to identify key factors impacting the investment climate and investment attractiveness in Ukraine as well as the role of Multinational Companies on it in particular and on country's Economy in general. Key barriers of creating positive investment climate are classified. Recommendations on overcoming all these barriers are suggested.

Keywords: investment; investment climate; multinational companies; national economy, direct foreign investment.

ИНВЕСТИЦИОННЫЙ КЛИМАТ В УКРАИНЕ И РОЛЬ ТРАНСНАЦИОНАЛЬНЫХ КОМПАНИЙ В ЕГО ФОРМИРОВАНИИ

РЕЗЮМЕ

В статье определены ключевые факторы, влияющие на инвестиционный климат и инвестиционную привлекательность в Украине, а также роль Транснациональных корпораций в этом процессе в частности и во влияние на экономику Украины в целом. Классифицированы ключевые барьеры созданию позитивного инвестиционного климата. Предложены рекомендации по преодолению этих барьеров.

Ключевые слова: инвестиции, инвестиционный климат, транснациональные корпорации, национальная экономика, прямые иностранные инвестиции.

Introduction

With in pastdecadeemergingmarketsinnotimehaswonattentionandrespectofglobalinvestors, multinational companies and western politics. During 1980 – 2000 the aggregated growth of economies of those countries did not exceed the growth of economy of developed markets. However, during the past 10 years the speed of economy development has changed rapidly: aggregated average growth of emerging market has surpassed those of developed by 6pp[6]. Recent number of financial crises and recovery of economies have strengthened the gap of macro and micro indicators. The reason for that was that the level of output in emerging markets has grown the pre-crisis one. Given the relatively low level of debtsof household, corporations and state regulation bodies, in the perspective their economic determinates seems to have higher potential. There are some forecasts that project in full year of 2017 aggregated GDP of emerging markets to exceed the aggregated GDP of developed markets (based on Purchasing Power Parity) and 700 million people on emerging markets to become middle class within current decade[6].

In regards to Ukraine, during the last several years we've been observing significant decline of economy as a result of many factors of previous decades. In particular, in late 90s the difficult financial status has worsened due to crises of 1997 in Asia and of 1998 in Russia[3]. And even that awful trend has been impacted more by low quality level of economic policy and by absence of political will to reform economy, tax system liberalization, etc. During 2000 – 2008 prior to world finance crisis Ukraine had some boost in the development as commodity economy. And as a result of that approach the country has faced 2009 collapse and following years of stagnation due to bad market condition and inability to use non-commodity sectoral as development platform[9]. In 2014 – 2015 Crimea annexation and fighting in the Eastern part of the country has initiated chain reaction misbalancing all macro indicators: loss of 10% of GDP, Hryvna devaluation and resulting from it inflation shock of +43% in 2015[13].

Today, the modern world was on the verge of rearranging of Multinational Companies, which compete for new spheres of influence, markets, production and marketing, technology and maximum possible profits. Globalization and internationalization of production and capital, privatization, the creation of the world's political and economic organizations, liberalization of trade in the post-on-site them in the center of modern economic development. That is why the Ukrainian economy must build the world economic relations and to be open to them, but so that it is not detrimental to the development of national producers and healthy competition within the country.

Among key problems while attracting investments in the country, we believe the vital one to be the absence of clear strategy of the State in regards to attracting foreign investments and inability of legislative branch to support such strategy. At the same time, Multinationals from developing countries define this part of the world as a "Future growth engine" and they are ready to invest in Ukraine if the country ensures appropriate investment climate. Investment climate directly benefits key socio-economic development of the country[6]. Positive environment supports resolution of social issues, ensures high level of employment, enables output renewal, makes possible new technologies implementation. At the same time innovational path of economy development is not achievable without attracting foreign investments. Concluding the above said we can state that ensuring positive investment climate is of a strategic topic for the state of Ukraine.

Article's aim. The article is devoted to analyze attractiveness of Ukraine's investment climateand the role of Multinational companies in its formation.

Literature review. There are many works and studies that are concerned with problematic of attracting foreign investments and creation of positive investment climate. Among them are J.Danning, G. Riter, S.Thomson D. Shider and others. Also Ukrainian authors and scientists have contributed to researches of the development of investment activities, they are O. Herasimchuk, T. Hrinev, B. Kvasnyuk, D. Lukyanenko, A. Omelchenko, A. Yatsenko and others.

Main material. In modern conditions of formation and development of the globalization of economic systems different countries this concept can be seen as the process of international economic development, which is characterized by a certain evolution steps and defines the ways of the inclusion of the countries to the global economic system. At the same time it acts as one of the requirements of the modern stage of world economy development, because even the most highly developed countries solve the task of ensuring efficiency by means of international cooperation as a result the international division of labor. To date, the driving force of globalization is the growth of competition, and that is why the greatest benefits from it receive only industrially developed countries, which, of course, reflects the negative consequences for developing countries or countries with a low level of the economy, though, and take part in international division of labor and production, but by virtue of its capabilities may not occupy an advantageous position in the world market of goods and services.[7]

International companies as real actors in the international market its activities reinforce the process of trans nationalization of the world economy, have a significant effect on the development of international economic relations. Sphere of activity of international companies distributed in almost all countries and types of economic activity. And expanding the scope of activity of international companies, the complications of the nature of economic relations, changing structures, priorities and qualitative content to the needs of consumers to significantly influence the development of the world market.

Main types of international companies are: transnational corporations/multinational companies, i.e. the national monopoly of foreign assets, manufacturing and trade sales activities which transcended one country; According to the statutory documents of the business activity of such companies by means of the formation of them affiliates, subsidiary companies, which can take the form of mixed companies with mainly national participation; multinational corporation – international corporations, which bring together national companies in a number of countries on the production and the scientific and technical basis. Transnational corporations are the most efficient form of organization of international business, because:

- first, are competitive on the markets of individual countries and on the international market;
- secondly, this form of business organization allows to make enormous profits, expanding markets, as well as to manage production capacities and to respond quickly to changing market conditions due to the differences in different regions;
- thirdly, there is no global concept of national or regional boundaries: relations specialization and cooperation are established and developed between enterprises, which are located in different countries, but belong to the same corporation.

The most powerful multinationals are located in the United States, the European Union and China. However, the increasing development of acquire TNK such newly industrializing countries like South Korea, Brazil, Mexico and Hong Kong, due to the introduction of these States strategy application of competitive advantage[12].

Of the 500 most powerful international (trans-national) companies (TNCS) 85 control-rate 70% of all foreign investments Multinationalsare not presented in all sectors. The majority of transna tional corporations accounted for oil, chemical industry, automotive and electronics. This is due to the fact that in these areas easier, cheaper to build an international industrial association. These 500 powerful corporations implement 95% pharmaceuticals, 80% of all production of electronics and chemistry and 76% of production engineering (manufacturing sector). More than half, namely 60% of international companies employed in the sphere of production, 37% in services and 3% in the mining industry and Agriculture [12]

The Ukrainian economy is interested for foreign investors primarily by naturalresources and cheap labor force. As well as the possibility of conquering new and large market of products and services and participation in privatization, especially the strategic objects. Significant foreign capital came into the country through investment from Multinationals, and first of all from Food&Beverages producing companies, as seen from table 1.

Table 1. Key Multinational Companies Investing in Ukraine [13]

INVESTING COMPANY	AMOUNT INVESTED, MIO USD	INDUSTRY
PepsiCo (USA)	250	Food&BeveragesProduction
Kyivstar GSM	240	Telecommunications
CocaCola (USA)	230	Food&BeveragesProduction

McDonalds (USA)	100	ReadytoServerestaurants
Cargill (USA)	85	Agro
Nestle (Switzerland)	41	Food&BeveragesProduction
SunIbev	40	Beer&nonalcoholproduction
BAT (UK)	35	Tobacco
TetraLaval (Sweden)	8	Packaging

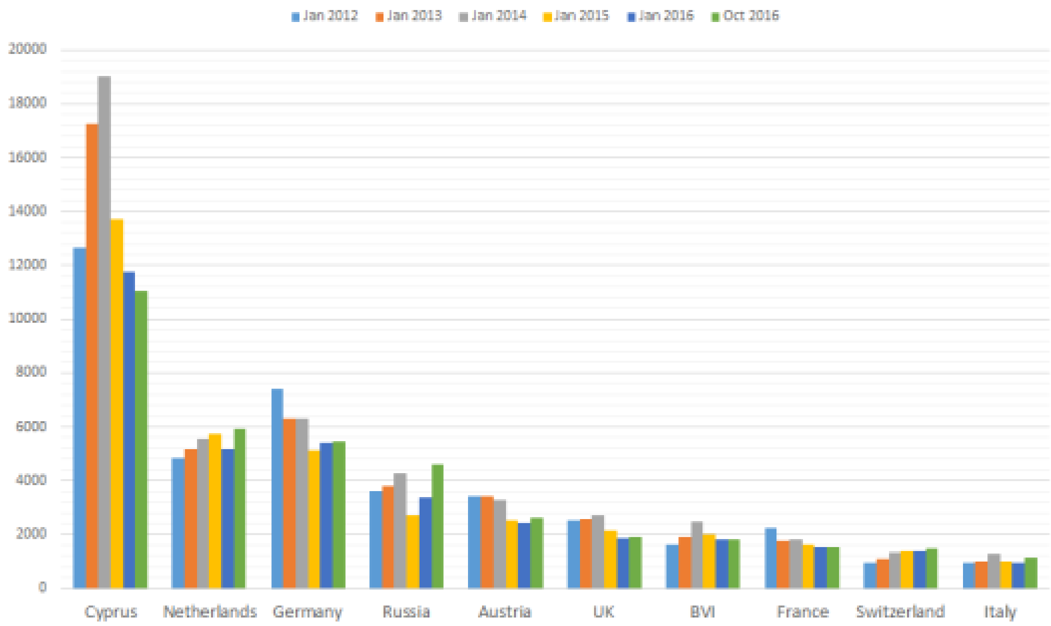
Multinationals are able to contribute to the modernization of capital-consuming production and the improvement of the General level of corporate management, provide some economic guarantees. Ukrainian partners through their channels can gain a foothold in the traditional markets for product sales and new.

But, as mentioned in the introduction Ukraine has faced a series of crises with apogee impact of all macroeconomic indicators in 2014-2015. At the same time 2017 showed some recovery and stabilization of key macroeconomic indicators though far from pre-crisis level. (chart 1)

Chart 1. Key Macroeconomic indicators of Ukraine's Economy [11]

The declining trend also is seen in Foreign direct investment in Ukraine, again with some re-covery in 2016. (chart 2)

Chart 2. Key countries representing invested capitals in Ukraine. [14]



However, it is worth mentioning that during 2014 the level of Foreign Direct Investment has declined by 10 times[13]. That fact became unprecedented not only in Ukrainian history but also in comparison with neighbor countries. And despite growth in 2015 ($2,96Bn) and in 2016 ($3,8Bn) it is still far from level of 2012 ($8,4Bn)[13]. At the same time, there is no reason to project significant growth of direct foreign investments (FDI) in Ukraine. First of all, historically the majority share of direct foreign investments into a country directed towards energy sector (that is being more attractive in Azerbaijan, Kazakhstan and Russia) in which Ukraine objectively does not have substantial advantages. Second of all, Ukraine is has limited potential of such a source of direct foreign investment attraction as privatization. The Ministry of economic development of Ukraine evaluates the need in direct foreign investments for structural reshape of the country's economy at the level of 150 – 200 billion US dollars and annual need of 20 billon US dollars. With estimated level of FDI in 2017 at 3,0 billion US dollars it is not enough even to revert the trend.Expert from World Bank evaluated that to reach the level of developed countries such as USA the economy of Ukraine should get 4 trillion US dollars[4]. Thus, actual volumes of direct foreign investments in Ukraine are meager compared to necessity. Therefore, Ukraine needs new tools and mechanisms for attracting direct foreign investments as well as enhancement of investment climate. Insufficient investment in the Ukrainian economy spinning in a way of technological gaps in production, the growing deterioration of the fixed assets. Instead, Ukraine is increasingly given its fuzziness of investment strategies, and the opacity of the process of discussions and the formation of investment and innovation development priorities of the national economy hinders the adoption of objective goals and the directions of the policy weakens the public legitimacy of Government policy in this area. Therefore, attention should be focused on ensuring the reduction of the tax burden, expanding the tax base, improving tax administration practices and stimulate the innovation of investment activity. The obstacles for implementation priorities of formation investment climate have structural nature are spread across many components, such as: legal, economic, scientific, technological and financial.

The key characteristic features that decelerate improvement of the investment climate, are:

1. Absence in Ukraine of a sustainable strategy and the nationwide action plan, which is acceptable and followed by all political "teams" and is aimed at ensuring all subjects of economic relations of equal economic rights and duties the implementation of financial and economic activity;
2. Limited capacity of attracting FDI in Ukraine through the privatization of state enterprises;
3. Overcomplicated regulatory norms and the complexity of the tax system;
4. A substantial tax pressure. The rate of income tax (25%) There are higher than in many countries of Central and Eastern Europe;
5. Inability of mechanisms to ensure rights and freedoms of the market of investors, as well as the low level of protection for investors;
6. The low level of effectiveness of legislation on corporate governance, which causes conflicts and confrontations involving law enforcement authorities, blocking the activity of enterprises, the creation of social tension. In particular, one of the key concerns is opacity of the registration system and the possibility of distorting information about the shareholders, capital dilution as a result of the additional emission of shares, blocking the holding of meetings of shareholders, etc.;

7. The negative international image of Ukraine, which was formed as a result of the absence of a mass of "successful" investment stories, which could serve as a means of advertising the national investment climate and with uncertain status of Crimea and fighting on the east.

One of the main components of the formation of the favorable investment climate is ensuring the availability of loans to borrowers by lowering their value. Socio-political instability is one of the main factors, which hampers investment activity. The rivalry of various interest groups and political forces around economic reform (its scale, the pace, the order, etc.) is not conducive to the creation of the necessary conditions for the functioning of a reliable system of regulation of this activity for active involvement of foreign the investments necessary to achieve the stabilization of the economic environment and above all is a complex legislative acts regulating entrepreneurial activity, fatigue with the involvement of foreign capital. Now, most investors (existing and potential) mainly is a minor investors who are looking for a quick profit. Reputable investors that Ukraine needs and could potentially attract, waiting for a significant improvement in the investment climate.

Among the main factors that hinder the improvement of investment policy, you can specify the following:

- the orientation of the Ukrainian Government to attract financial resources mainly from international financial institutions (IMF, IBRD), which leads to underestimating the need to stimulate the action of private foreign investors;
- the dominance of Government policy and the impact on her political and economic groupings, to receive not economic profit but rather rental income that stimulates the closure and cause negative attitude towards "strangers": both national and foreign investors;
- in government agencies and at the regional level of management kept the Division of investors on "their" (domestic) and "strangers" foreign; od-as if it is clear that today from bureaucratic arbitrariness suffer as the first and the second.

Conclusion

The participation of Multinationals in developing joint mutually beneficial economic policy is a more effective means of establishing relations of the country with TNC than protectionist policy;

– opportunities for Multinationals on attraction of foreign capital to help reduce the unemployment rate in the host country, the positive impact on moving large production resources;
– the need to carefully approach the directions of Multinationals' investment activity in the host country, encouraging the inflow of foreign investment in the priority of the national economy sector and limiting in the strategically important for the economic-effective country industry;
- all relations with foreign investors, Multinationals must be clearly spelled out in the international agreements and legal regulations of the host country: Multinationals primarily comes from its own benefits, and then adapts to the requirements of the State.

The main directions of improving the investment climate in the country should be:

- to form of favorable investment image through organizing and participating in international exhibitions, fairs, investment projects, publications in international print publications of the respective profile;

- to promote investment in infrastructure (investment funds, accounting and insurance companies);
- to improve of information support of foreign investors about potential investment opportunities;
- to develop and submit of proposals to the higher bodies of State power of Ukraine on improving State regulation of the scope of foreign investment;
- to support for small businesses, since small and medium-sized businesses allow the use of investment potential of territories, to create a competitive market environment, quickly react to consumer needs and market situation, net the activities are oriented at the regional and local specifics;
- to promote the development of the stock market to enhance the participation of foreign investors in privatization processes, in particular through the implementation of portfolio investments.

Vital tasks of State policy is a quality audit of the current system of forming and maintaining the investment climate of Ukraine, a strategic analysis of the development priorities of the national economy, as well as the identification of the factors that determine ineffectiveness of legal acts that are accepted in order to maintain a favorable investment climate in Ukraine.

REFERENCES

1. Aaker D.A. (1988). Strategic Market Management. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons.
2. Baldauf A., Cravens, D.W. et al. (2000). Examining Determinants of Export Performance in Small Open Economies. Journal of World Business, 35(1): 61–79.
3. Dolynska T. Yurieva T.(2010) Investment climate of Ukraine and ways of its formation. Compilation of scientific works. #25:9-18
4. Gavrilyuk O., Investment image and investment attractiveness of Ukraine. (2008) FinansyUkrainy Kyiv, #2 (147): 68 - 81
5. Karpenko V. (2009) Financial mechanisms of Multination Companies in the system of modern world economy. NaukoviPratsi NDFI: Kyiv. #1 (46):42
6. Khanna T., Palepu K. (2010) Winning in emerging markets: A Road Map for Strategy and Execution. Boston, Massachusetts: Harvard Business Press
7. Lysenko J. (2016) Economy&Society #:412-417
8. Makedon V. The format of interaction of Multinational Companies and real sector of Economy of Ukraine. (2012). Newsletter of Nobel International economics forum.#1:250-258
9. Malyutin O. (2008) Concept of improvement of investment climate in Ukraine. FinansyUkrainy Kyiv, #11 (156): 65-74
10. Yatsenko A. (2005). Conditions and specifics of formation of investment climate in Ukraine. Kyiv: Economics, Finance&Law
11. Eurostat http://ec.europa.eu
12. Forbes. The world`s biggest public companies// http://www.forbes.com.
13. State statistics Committee of Ukraine http://www.ukrstat.gov.ua.

2017. Volume 1, Number 1 Pages 21-32

UOT: 517.95

APPLICATION OF FINITE INTEGRAL TRANSFORMATION METHOD TO THE SOLUTION OF MIXED PROBLEMS FOR PARABOLIC EQUATIONS WITH A CONTROL

Elmaga A. GASYMOV

Baku State University

Baku / AZERBAIJAN

gasymov-elmagha@rambler.ru

ABSTRACT

One of the methods for solving mixed problems is the classical method of separation of variables (Fourier method). When boundary conditions of the mixed problem are irregular, then generally speaking, this method is not applicable. In the present paper, we use the method of finite integral transformation to the solution of mixed problems for parabolic equations with a control and with irregular boundary conditions. The analytic representation of the solution of the considered problem is obtained.

Keywords: Classic solution, finite integral transformation method, control equation, irregular boundary condition.

ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КОНЕЧНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ К РЕШЕНИЮ СМЕЩАННЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С УПРАВЛЕНИЕМ

РЕЗЮМЕ

Одним из методов решения, смещанных задач является классический метод разделения переменных (метод Фурье). Когда граничные условия смещанной задачи нерегульярны, то, вообще говоря, этот метод неприменимы. В настоящей работе применяется метод конечного интегрального преобразования к решению смещанных задач для параболических уравнений с управлением и с нерегульярными граничными условиями. Получено аналитическое представление решения рассматриваемой смещанной задачи.

Ключевые слова: классическое решение, метод конечного интегрального преобразования, уравнения с управлением, нерегульярное граничное условие.

IDARƏETMƏ DAXIL OLAN PARABOLIK TIP TƏNLIKLƏR ÜÇÜN QARIŞIQ MƏSƏLƏNIN HƏLLINƏ SONLU INTEQRAL ÇEVIRMƏ METODUNUN TƏTBIQI

XÜLASƏ

Qarışıq məsələlərin həll üsullarından biri klassik dəyişənlərinə ayırma üsuludur (Furye üsulu). Sərhəd şərtləri qeyri-requlyar olduqda bu üsul, ümumiyyətlə, tətbiq oluna bilmir.

Bu işdə idarəetmə operatoru daxil olan parabolik tip tənliklər üçün qeyri- requlyar sərhəd şərtli qarısıq məsələnin həllinə sonlu inteqral çevirmə metodu tətbiq olunur. Baxılan məsələnin həllinin analitik ifadəsi alınır.

Açar sölər: Klassik həll, sonlu inteeqral çevirmə metodu, idarəetmə daxil olan tənlik, qeyri-requlyar sərhəd şərtləri.

1. Introduction

Find then classic solution of the equation

$$\frac{\partial u}{\partial t}-Z\left(x,\frac{\partial}{\partial x}\right)u-f(x,t)=v(x),\quad 0<x<1,\quad 0<t<T, \tag{1.1}$$

$$Z\left(x,\frac{\partial}{\partial x}\right)\equiv a(x)\frac{\partial^2}{\partial x^2}+b(x)\frac{\partial}{\partial x}+c(x),$$

satisfying the integro-differential "boundary" conditions

$$V_i(D_t, D_x)u \equiv \sum_{n=0}^{1} \sum_{j=0}^{1} \Big\{ \alpha_{jn}^{(i)} D_t^j D_x^n u(x,t)/_{x=0} + \beta_{jn}^{(i)} D_t^i D_x^n u(x,t)/_{x=1} +$$

$$+ \int_0^1 \gamma_{j_n}^{(i)}(x) D_t^j D_x^n u(x,t)dx \Big\} = \varphi_i(t), \quad 0 < t < T, \quad i = 1,2 \tag{1.2}$$

the initial condition

$$u(x,t)\big|_{t=0} = f_1(x), \quad 0 < x < 1, \tag{1.3}$$

and the finite condition

$$u(x,t)\big|_{t=T} = f_2(x), \quad 0 < x < 1, \tag{1.4}$$

where $u \equiv u(x,t)$ is the sought-for continuous classic solution; $v(x)$ is the sought-for continuous control, $a(x), b(x), c(x), f(x,t), \gamma_{jn}^{(i)}(x), \varphi_i(t), f_i(x)$, are known functions; $T(T>0)$, $\alpha_{jn}^{(i)}, \beta_{jn}^{(i)}$ are known numbers.

1^0. Let equations (1.1) be parabolic in I.G. Petrovsky sense, i.e. let $\operatorname{Re} a(x) \ge \delta_0, \quad x \in [0,1]$, where $\delta_0(\delta_0 > 0)$ is some number.

2^0. Let $a(x) \in C^{m+2}([0,1]), b(x) \in C^{m+1}([0,1]), c(x) \in C^m([0,1])$.

3^0. Let $\gamma_{jn}^{(i)} \in C^q([0,1]), i = 1,2; \; j = 0,1; \; n = 0,1.$

In conditions 2^0 and 3^0 , $m(m \ge 0)$, $q(q \ge 0)$, are some integers (see remark 2.2).

4^0. Let $f_i(x) \in C^1([0,1]), \varphi_i(t) \in C([0,T]), (i = 1,2), \; f(x,t) \in C([0,1] \times [0,T])$.

From constraint 1^0 it follows that

$$-\frac{\pi}{2} + 4\delta \le \arg a(x) \le \frac{\pi}{2} - 4\delta, \; x \in [0,1], \tag{1.5}$$

where $\delta\left(0 < \delta < \dfrac{\pi}{8}\right)$ is some positive number.

For solving problem (1.1)-(1.4) at first we a priori assume that the continuous control $v(x)$ is known and find the explicit expression of the solution of mixed problem (1.1)-(1.3) (see the below formula (3.10)). Substituting this solution in finite condition (1.4), we find the sought-for control $v(x)$.

Definition 1.1. *It is said that the function* $u \equiv u(x,t)$ *is a classic solution of problem* (1.1)-(1.4), *if*

a_1: the function $u(x,t)$ is continuous for $0 \le x \le 1, 0 \le t \le T.$

a_2: the function $u(x,t)$ for $0 \le x \le 1, 0 < t < T$ has a continuous derivative of the form

$\dfrac{\partial u(x,t)}{\partial x}, \dfrac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2}$;

a_3: the function $u(x,t)$ for $0 < x < 1, 0 < t < T$ has continuous derivatives of the form

$\dfrac{\partial u(x,t)}{\partial t}$;

a_4: if $\alpha_{10}^{(i)} \neq 0$, then $\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} \in C([0,\alpha]\times(0,T))$ where $\alpha(0<\alpha<1)$ is some number;

if $\beta_{10}^{(i)} \neq 0$, then $\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} \in C([1-\alpha,1]\times(0,T))$;

if $\alpha_{11}^{(i)} \neq 0$, then $\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x \partial t} \in C([0,\alpha]\times(0,T))$, $\frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \in C([0,\alpha]\times[0,T))$;

if $\beta_{11}^{(i)} \neq 0$, then $\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x \partial t} \in C([1-\alpha,1]\times(0,T))$, $\frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \in C([1-\alpha,1]\times[0,T))$;

if $\gamma_{10}^{(i)}(x)$ is not identically equal to zero,then $\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} \in C([0,1]\times(0,T))$,

if $\gamma_{11}^{(i)}(x)$ is not identically equal to zero, then $\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x \partial t} \in C([0,1]\times(0,T))$,

$\frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \in C([0,1]\times[0,T))$;

a_5: the function $u(x,t)$ satisfies equalities (1.1)-(1.4) in the ordinary sense.

2. Parametric problem

For solving problem (1.1)-(1.4) as first we solve the following parametric problem

$$\left(Z\left(x,\frac{d}{dx}\right)-\lambda^2\right)y=\psi(x), \quad x\in(0,1), \tag{2.1}$$

$$V_i\left(\lambda^2,\frac{d}{dx}\right)y=\gamma_i, \quad i=1,2, \tag{2.2}$$

Where $\psi(x)\in C([0,1]), \gamma_i$ are some numbers, λ -is a complex parameter.

Here and is the sequel, unless otherwise stipulated, we assume

$$\lambda \in R_\delta \equiv \left\{\lambda : |\lambda| \geq R, \quad |\arg\lambda| \leq \frac{\pi}{4}+\delta\right\},$$

where δ is from (1.5), R is a rather large positive number.

Denote by $\theta_i(x)$, $(i=1,2)$ the roots of the characteristical equation [1, 8-10], covresponding to (2.1), i.e. let

$$-\theta_2(x)=\theta_1(x)=-|a(x)|^{\frac{1}{2}}\exp\left(-\sqrt{-1}\frac{\arg a(x)}{2}\right).$$

According to [1, 8-10], [3], under constraints 2^0 and $a(x)\neq 0$, $x\in[0,1]$ there exist the functions

$g_{is}(x)\in C^2([0,1])$, $s=\overline{0,m}$, $\quad g_{i0}(x)\neq 0$, $x\in[0,1]$,

that for the functions

$$y_{im}(x,\lambda)\equiv \exp\left(\lambda\int_0^x \theta_i(\xi)d\xi\right)\left[g_{i0}(x)+\frac{1}{\lambda}g_{i1}(x)+\ldots+\frac{1}{\lambda^m}g_{im}(x)\right],$$

it holds

$$\left(Z\left(x,\frac{d}{dx}\right)-\lambda^2\right)y_{im}(x,\lambda)=\exp\left(\lambda\int_0^x\theta_i(\xi)d\xi\right)\frac{E_{im}(x)}{\lambda^m},\quad x\in[0,1], i=1,2$$

$\lambda(\lambda\neq 0)$ is any (complex) number, $C([0,1])\ni E_{im}(x)$ is some function.

In [3] in domain R_δ the fundamental solution $P(x,\xi,\lambda)$ of equation (2.1) is constructed in the form

$$P(x,\xi,\lambda)=P_0(x,\xi,\lambda)+\int_0^1 P_0(x,\eta,\lambda)h(\eta,\xi,\lambda)d\eta, \tag{2.3}$$

($h(x,\xi,\lambda)$-is a sought -for kernel), where

$$P_0(x,\xi,\lambda)\equiv\frac{y_{1m}(x,\lambda)y_{2m}(\xi,\lambda)}{W_m(\xi,\lambda)}a^{-1}(\xi),\quad \textit{for}\quad 0\le\xi\le x\le 1,$$

$$P_0(x,\xi,\lambda)\equiv-\frac{y_{2m}(x,\lambda)y_{1m}(\xi,\lambda)}{W_m(\xi,\lambda)}a^{-1}(\xi),\quad \textit{for}\quad 0\le x\le\xi\le 1,$$

$$W_m(\xi,\lambda)\equiv y_{1m}(\xi,\lambda)y'_{2m}(\xi,\lambda)-y_{2m}(\xi,\lambda)y'_{1m}(\xi,\lambda),$$

and using fundamental solution, under constraints 1^0 and 2^0 in [3] it is proved that a homogeneous equation corresponding to (2.1) has the system of fundamental particular solutions $y_i(x,\lambda)$, $(i=1,2)$ that together with first order derivatives are represented by the asymptotic formulas

$$\frac{d^s}{dx^s}y_1(x,\lambda)=\frac{d^s}{dx^s}y_{1m}(x,\lambda)+E_{1m}^{(s)}(x,\lambda),$$

$$\frac{d^s}{dx^s}y_2(x,\lambda)=\exp\left(-\lambda\int_0^1\theta_2(\xi)d\xi\right)\frac{d^s}{dx^s}y_{2m}(x,\lambda)+E_{2m}^{(s)}(x,\lambda),\ s=0,1; \tag{2.4}$$

where $E_{im}^{(s)}(x,\lambda)$ are some continuous functions with respect to $x\in[0,1]$ and analytic with respect to $\lambda\in R_\delta$ and the following estimations hold:

$$\left|E_{1m}^{(s)}(x,\lambda)\right|\le\frac{C}{|\lambda|^{m-s}}\exp(-\varepsilon|\lambda|x),$$

$$\left|E_{2m}^{(s)}(x,\lambda)\right|\le\frac{C}{|\lambda|^{m-s}}\exp(-\varepsilon|\lambda|(1-x)),$$

$$|y_1(x,\lambda)|\le C\exp(-\varepsilon|\lambda|x),$$

$$|y_2(x,\lambda)|\le C\exp(-\varepsilon|\lambda|(1-x)). \tag{2.5}$$

Here and in the sequel, by C and ε we denote different positive numbers (concrese values of which are not important) independent of $x\in[0,1]$ and $\lambda\in R_\delta$.

Remark 2.1. *In the classic papers* [1-8], *the methods used by them compelled them to know asymptotics of the system of fundamental particular solutions of a homogeneous equation with respect to* λ *along the direction of* λ *- plane and because of that, on the roots of characteristical equation they imposed the constraints:*

(A): the arguments $\theta_i(x)$ and arguments of their differences $\theta_i(x)-\theta_j(x)$ are independent of x.

For equation (2.1) constraints (A) reduce to the assumption

(B): $a(x)=\alpha P(x)$, where $P(x)>0,\ \alpha - const$ for $x\in[0,1]$.

Unlike classic papers [1-8],in the present paper (and in [3]) constraints (A) are not imposed on the roots of the characteristical equation and therefore fulfilment of constraint (B) is not supposed.

Expanding the determinant (determinator of the Green function)

$$\Delta(\lambda)=\begin{vmatrix} V_1(y_1) & V_1(y_2) \\ V_2(y_1) & V_2(y_2) \end{vmatrix}, \tag{2.6}$$

we have

$$\Delta(\lambda)=Q(\lambda)+E(\lambda), \tag{2.7}$$

where

$$Q(\lambda)=\alpha_6\lambda^6+\alpha_5\lambda^5+\ldots+\alpha_{6-K}\frac{1}{\lambda^{K-6}},$$

$$E(\lambda)=O\left(\frac{1}{\lambda^{K-5}}\right), \tag{2.8}$$

$K(K\geq 0)$ is some integer.

Note that the number K contained in (2.8), may be taken rather large (i.e. for $\Delta(\lambda)$ one can obtain sufficiently exact asymptotic representations) if the numbers m (from 2^0, and q (from 3^0) are rather large.

Definition 2.2. *It is said that boundary conditions* (1.2)(*or* (2.2)) *well-defined right if at least one the numbers* $\alpha_6, \alpha_5, \ldots, \alpha_{6-K}$, (*from* (2.8)) *is non-zero.*

If boundary conditions of the spectral problem are regular in Brikhoff - Tamarkin - Naimark - Rasulov's sense, then they are well-defined in the sense of our definition. But the inverse statement is not true.

Show this on the following examples

$$y''-\lambda^2 y=\psi(x), \quad x\in(0,1), \tag{2.9}$$

$$y(0)-2y(1)=0,$$

$$y(0)+y'(0)+2y'(1)=0 \tag{2.10}$$

If we take system of fundamental particular solutiouns of a homogeneous equation corresponding to (2.9), in the form $y_1(x,\lambda)=\exp(-\lambda x),\ y_2(x,\lambda)=\exp(\lambda x),$ then the denomination of the Green functions of problem (2.9)-(2.10) will be

$$\Delta(\lambda)=2e^{\lambda}-6\lambda-2e^{-\lambda}.$$

Hence it is seen that boundary conditions (2.10) for equation (2.9) are regular in the sense of Brikhoff, Tamarkin, Naimak, Rasulov. It we take the system of fundamental particular solutions of homogeneous equations corresponding to (2.9) in the form (2.4), i.e.,

$y_1(x,\lambda)=\exp(-\lambda x),\ y_2(x,\lambda)=\exp(-\lambda(1-x)),$

then the denominator of the Green function of problem (2.9)-(2.10) will be (2.7)(the Green function itself of the parametric problem is independent on the choice of the system of funda mental particular solutions), where $Q(\lambda)=2, E(\lambda)=-6\lambda e^{-\lambda}-2e^{-2\lambda}=O\left(\frac{1}{\lambda^S}\right),\ \lambda\in R_\delta$ (S is any natural number)that indicates well-poseduess of boundary conditions (2.10) in the sense of definition 2.1.

Let condition (2.2) contain only the integrals, i.e. for example, let

$$V_i(y)\equiv\int_0^1 K_i(x)y(x,\lambda)dx=\gamma_i,\quad i=1,2, \tag{2.11}$$

5^0. Let $K_i(x)\in C^1([0,1])\ \alpha\equiv K_1(0)K_2(1)-K_1(1)K_2(0)\neq 0.$

Then we have

$$V_i(y_1)\equiv\int_0^1 K_i(x)\exp(-\lambda x)dx=\frac{1}{\lambda}K_i(0)-\frac{1}{\lambda}e^{-\lambda}K_i(1)+\frac{1}{\lambda}\int_0^1 K_i^{'}(x)\exp(-\lambda x)dx=\frac{1}{\lambda}K_i(0)+O\left(\frac{1}{\lambda^2}\right);$$

$$V_i(y_2)\equiv\int_0^1 K_i(x)\exp(-\lambda(1-x))dx=\frac{1}{\lambda}K_i(1)-\frac{1}{\lambda}e^{-\lambda}K_i(0)-\frac{1}{\lambda}\int_0^1 K_i^{'}(x)\exp(-\lambda(1-x))dx=\frac{1}{\lambda}K_i(1)+O\left(\frac{1}{\lambda^2}\right);$$

therefore from (2.7) we have

$$Q(\lambda)=\frac{\alpha}{\lambda^2},\ E(\lambda)=O\left(\frac{1}{\lambda^2}\right).$$

Consequently under constraints 5^0 , for parametric problem (2.9),(2.11) "boundary conditions" (2.11) are defined by our definition.

6^0. Let boundary conditions (1.2) (and (2.2)) be well defined.

Further, let among the non-zero numbers $\alpha_6,\alpha_5,\ldots,\alpha_{6-K}$ (from (2.8)), with the greatest index there exist α_{6-M} .

Remark 2.3. *It is approriate to take in condition 2^0 the number m and in condition 3^0 the number q so least at which for* $Q(\lambda)$ *(from* (2.8)) *it holds*

$$Q(\lambda)=\frac{1}{\lambda^{M-6}}\alpha_{6-M}. \tag{2.12}$$

Using (2.12), for rather large R, from (2.7) we have

$$|\Delta(\lambda)|\geq\frac{1}{2}|\alpha_{6-M}|\frac{1}{|\lambda|^{M-6}} \tag{2.13}$$

Inequality (2.13) shows that $\Delta(\lambda)\neq 0$ for $\lambda\in R_\delta$. Therefore, according to [1,8-10] and [3], it is hold following

Lemma 2.4. *Let constraints* 1^0 ,2^0 *and* 6^0 *be fulfilled. Then, for* $\lambda\in R_\delta$ *and* $\psi(x)\in C([0,1])$ *parametric problem* (2.1), (2.2):

i) has a unique solution $y(x,\lambda)$, , ii)this solution is an analytic function with respect to $\lambda \in R_\delta$,

iii) the solution $y(x,\lambda)$, is represented by the formula

$$y(x,\lambda)=\int_0^1 G(x,\xi,\lambda)\psi(\xi)d\xi+\delta(x,\lambda,\gamma_1,\gamma_2), \tag{2.14}$$

where

$$G(x,\xi,\lambda)=P(x,\xi,\lambda)+G_1(x,\xi,\lambda),$$

$$G_1(x,\xi,\lambda)=\frac{1}{\Delta(\lambda)}\begin{vmatrix} 0 & y_1(x,\lambda) & y_2(x,\lambda) \\ V_1(P(x,\xi,\lambda))_x & V_1(y_1) & V_1(y_2) \\ V_2(P(x,\xi,\lambda))_x & V_2(y_1) & V_2(y_2) \end{vmatrix},$$

$$\delta(x,\lambda,\gamma_1,\gamma_2)=\frac{1}{\Delta(\lambda)}\begin{vmatrix} 0 & y_1(x,\lambda) & y_2(x,\lambda) \\ -\gamma_1 & V_1(y_1) & V_1(y_2) \\ -\gamma_2 & V_2(y_1) & V_2(y_2) \end{vmatrix}. \tag{2.15}$$

Using (2.5) and (2.13) from (2.15) we get the estimations

$$|G_1(x,\xi,\lambda)|\le C|\lambda|^N[\exp(-\varepsilon|\lambda|x)+\exp(-\varepsilon|\lambda|(1-x))],$$

$$|\delta(x,\lambda,\gamma_1,\gamma_2)|\le C|\lambda|^N(|\gamma_1|+|\gamma_2|)[\exp(-\varepsilon|\lambda|x)+\exp(-\varepsilon|\lambda|(1-x))],\ x,\xi\in[0,1],\ \lambda\in R_\delta \tag{2.16}$$

where N is some (integer) number, C is a constant, independent of $x,\xi\in[0,1]$ $\lambda\in R_\delta$ and γ_1,γ_2.

In [3] the following theorem on inversion formula was proved by the fundamental solution $P(x,\xi,\lambda)$ from (2.3).

Theorem 2.5. *Let constraints* 1^0 *and* 2^0 *be fulfilled. Then for any absolutely continuous functions* $\psi(x)$ *on* [0,1] *it holds the following inversion formula*

$$-\frac{1}{\left(2\delta+\frac{\pi}{2}\right)\sqrt{-1}}\int_{L}\lambda^S d\lambda\int_0^1 P(x,\xi,\lambda)\psi(x)d\xi=\begin{cases}\psi(x), & for\ S=1,\ 0<x<1,\\ 0, & for\ S=0,-1,-2,\ldots,\end{cases} \tag{2.17}$$

whereL is an infinite smooth line in R_δ, whose rather distant part coincides with continuation of the rays $\arg\lambda=\pm\left(\frac{\pi}{4}+\delta\right)$, moreover in (2.17) the integral along the lines L is understood in the seuse of prinspal value.

Taking into account estimations (2.16), by the method stated in [3], we easily prove the following

Theorem 2.6.*Let constraints* 1^0,2^0, 3^0*and*6^0*be fulfilled. Then for any functions* $\psi(x)\in C([0,1])$ *and arbitrary numbers* γ_1 *and* γ_2 *it holds the following invertion formula*

$$\int_{L}\lambda^S d\lambda\int_0^1 G_1(x,\xi,\lambda)\psi(x)d\xi=0,\quad 0<x<1 \tag{2.18}$$

$$\int_{\mathcal{L}} \lambda^S \delta(x,\lambda,\gamma_1,\gamma_2)d\lambda = 0, \quad 0 < x < 1, \tag{2.19}$$

where S -is any integer, L -is from theorem 2.1.

From Theorems 2.1 and 2.2 we obtain the following

Theorem 2.7. *Let constraints* $1^0, 2^0, 3^0$ *and* 6^0 *be fulfilled. Then for any absolutely continuous functions* $\psi(x)$ *on* $[0,1]$ *it holds the following inversion formula:*

$$-\frac{1}{\left(2\delta+\frac{\pi}{2}\right)\sqrt{-1}}\int_{\mathcal{L}} \lambda^S d\lambda \int_0^1 G(x,\xi,\lambda)\psi(\xi)d\xi = \begin{cases} \psi(x), & \text{for } S=1, 0<x<1, \\ 0, & \text{for } S=0,-1,-2,..., \end{cases} \tag{2.20}$$

where L is from theorem 2.1.

In [3] the following theorem on inversion formula is proved.

Theorem 2.8. *If the function* $\varphi(t)$ *is continuous for* $t \geq 0$, *then it holds the following inversion formula*

$$-\frac{1}{\left(2\delta-\frac{\pi}{2}\right)\sqrt{-1}}\int_{\mathcal{L}} \lambda\tilde{\varphi}_0(t,\lambda)d\lambda = \varphi(t), \quad (t>0), \tag{2.21}$$

Where $\tilde{\varphi}_0(t,\lambda)$ is from (3.1), L is from theorem 2.1.

3. Solution of the mixed problem

Let the sought-for continuous control $v(x)$ be a priori known and problem (1.1)-(3.1) have the classic solution $u \equiv u(x,t)$. Applying to (1.1)-(1.2) the finite integral transformation [3]

$$\tilde{\varphi}_\beta(t,\lambda) \equiv \int_\beta^t \exp\left(\lambda^2(t-\tau)\right)\varphi(\tau)d\tau, \ (0<\beta<t<T), \tag{3.1}$$

(λ is a complex parameter), we have

$$\left(Z\left(x,\frac{\partial}{\partial x}\right)-\lambda^2\right)\tilde{u}_\beta(x,t,\lambda) = u(x,t) - \exp(\lambda^2(t-\beta))u(x,\beta) -$$

$$-\tilde{f}_\beta(x,t,\lambda) + \frac{1}{\lambda^2}(1-\exp(\lambda^2(t-\beta)))v(x), \quad 0<x<1, \ 0<\beta<t<T, \tag{3.2}$$

$$V_i(\lambda^2, D_x)\tilde{u}_\beta(x,t,\lambda) = \psi_{i\beta}(t,\lambda) - v_i(t), \quad 0<\beta<t<T, i=1,2, \tag{3.3}$$

where

$$\psi_{i\beta}(t,\lambda) \equiv \tilde{\varphi}_{i\beta}(t,\lambda) + \exp\left(\lambda^2(t-\beta)\right)\sum_{n=0}^{1}\left[\alpha_{1n}^{(i)}D_x^n u(x,\beta)/_{x=0} + \beta_{1n}^{(i)}D_x^n u(x,\beta)/_{x=1} + \int_0^1 \gamma_{1n}^{(i)}(x)D_x^n u(x,\beta)dx\right],$$

$$v_i(t) \equiv \sum_{n=0}^{1}\left[\alpha_{1n}^{(i)}D_x^n u(x,t)/_{x=0} + \beta_{1n}^{(i)}D_x^n u(x,t)/_{x=1} + \int_0^1 \gamma_{1n}^{(i)}(x)D_x^n u(x,t)dx\right].$$

According to lemma 2.1, by formula (2.14) from (3.2), (3.3) we have

$$\tilde{u}_\beta(x,t,\lambda) = \int_0^1 G(x,\xi,\lambda)\{u(\xi,t) - \exp(\lambda^2(t-\beta))u(\xi,\beta) - \tilde{f}_\beta(\xi,t,\lambda) + \frac{1}{\lambda^2}(1-\exp(\lambda^2(t-\beta)))v(\xi)\}d\xi +$$

$$+\delta(x,\lambda,\psi_{1,\beta}(t,\lambda)-v_1(t),\psi_{2\beta}(t,\lambda)-v_2(t)). \tag{3.4}$$

In (3.4), as $\beta \to +0,$, passing to limit and using initial condition (1.3), we get

$$\tilde{u}_0(x,t,\lambda) = \int_0^1 G(x,\xi,\lambda)\{u(\xi,t) - \exp(\lambda^2 t) f_1(\xi) - \tilde{f}_0(\xi,t,\lambda) +$$

$$+ \frac{1}{\lambda^2}(1-\exp(\lambda^2 t))v(\xi)\}d\xi + \delta(x,\lambda,\psi_{10}(t,\lambda) - v_1(t), \psi_{20}(t,\lambda) - v_2(t)). \tag{3.5}$$

Therefore,

$$\tilde{u}_0(x,t,\lambda) = \int_0^1 G(x,\xi,\lambda)u(\xi,t)d\xi + \delta(x,\lambda,v_1(t),v_2(t)) =$$

$$= \frac{1}{\lambda^2}1-\exp(\lambda^2 t))\int_0^1 G(x,\xi,\lambda)v(\xi)d\xi + F(x,t,\lambda),\ x\in[0,1],\ t\in[0,T],\ \lambda\in R_\delta, \tag{3.6}$$

where

$$F(x,t,\lambda) = \delta(x,\lambda,\psi_{10}(t,\lambda),\psi_{20}(t,\lambda)) - \int_0^1 G(x,\xi,\lambda)\left[\exp(\lambda^2 t) f_1(\xi) + \tilde{f}_0(\xi,t,\lambda)\right]d\xi \tag{3.7}$$

Multiplying the both parts of (3.6) by λ and integrating in lines L, we have

$$\int_{\mathcal{L}} \lambda\tilde{u}_0(x,t,\lambda)d\lambda - \int_{\mathcal{L}} \lambda d\lambda \int_0^1 G(x,\xi,\lambda)u(\xi,t)d\xi + \int_{\mathcal{L}} \lambda\delta(x,\lambda,v_1(t),v_2(t))d\lambda =$$

$$= \int_{\mathcal{L}} \left\{ \frac{1}{\lambda}(1-\exp(\lambda^2 t))\int_0^1 G(x,\xi,\lambda)v(\xi)d\xi + \lambda F(x,t,\lambda) \right\} d\lambda. \tag{3.8}$$

According to formulas (2.19), (2.20), (2.21) for $0<x<1,\ t>0$ we have

$$\int_{\mathcal{L}} \lambda\delta(x,\lambda,v_1(t),v_2(t))d\lambda = 0,$$

$$\int_{\mathcal{L}} \lambda d\lambda \int_0^1 G(x,\xi,\lambda)u(\xi,t)d\xi = -\left(\frac{\pi}{2} + 2\delta\right)\sqrt{-1}\,u(x,t),$$

$$\int_{\mathcal{L}} \lambda\tilde{u}_0(x,t,\lambda)d\lambda = \left(\frac{\pi}{2} - 2\delta\right)\sqrt{-1}\,u(x,t). \tag{3.9}$$

Taking into account (3.9) from (3.8), we get

$$u(x,t) = \frac{1}{\pi\sqrt{-1}} \int_{\mathcal{L}} \left\{ \frac{1}{\lambda}(1-\exp(\lambda^2 t))\int_0^1 G(x,\xi,\lambda)v(\xi)d\xi + \lambda F(x,t,\lambda) \right\} d\lambda,$$

$$0<x<1, \quad 0<t\le T. \tag{3.10}$$

Thus, we established the following

Theorem 3.1. *Let constraints* $1^0, 2^0, 3^0, 4^0$ *and* 6^0 *be fulfilled. Then, if problem (1.1)-(1.3) has a unique solution, this is a unique solution and is represented by formula (3.10).*

Substituting (3.10) in finite condition (1.4) for determining the unknown control we get Fredholm's second order integral equation

$$f_2(x)=\frac{1}{\pi\sqrt{-1}}\int_{\mathcal{L}}\left\{\frac{1}{\lambda}(1-\exp(\lambda^2T))\int_0^1 G(x,\xi,\lambda)v(\xi)d\xi+\lambda F(x,T,\lambda)\right\}d\lambda,\ 0<x<1. \tag{3.11}$$

Because of restriction on the paper's volume, we don't give investigation of the solution of equation (3.11).

Solving equation (3.11), we find the unknown control and according to (2.20) we have

$$\int_{\mathcal{L}}\frac{1}{\lambda}d\lambda\int_0^1 G(x,\xi,\lambda)v(\xi)d\xi=0,\quad 0<x<1. \tag{3.12}$$

Taking into account (3.12) in (3.10), we get

$$u(x,t)=\frac{1}{\pi\sqrt{-1}}\int_{\mathcal{L}}\left\{-\frac{1}{\lambda}\exp(\lambda^2t)\int_0^1 G(x,\xi,\lambda)v(\xi)d\xi+\lambda F(x,t,\lambda)\right\}d\lambda,$$

$$0<x<1,\quad 0<t\le T\ . \tag{3.13}$$

Improsing restraints on rather smooth ness of the functions contained in 3^0 and 4^0 and using the inequality

$$\left|\exp(\lambda^2t)\right|\le C\exp\left(-|\lambda|^2t\sin 2\delta\right),\quad \lambda\in\mathcal{L}. \tag{3.14}$$

by the method stated in [3], it is easily shown that the function $u(x,t),$, determined by formula (3.13), is the solution of problem (1.1)-(1.4).

Remark 3.2. *In (3.13) when substituting* $z=\lambda^2$ *the obtained image of the* $\mathcal{L}$ *line from the Laplace straight line and advantage of the differs* $\mathcal{L}$ *from the Laplace straight line is that according to inequality (3.14), in (3.13) the integrand factor* (λ^2t) *for* $t>0$ *,* $\lambda\in\mathcal{L}, |\lambda|\to\infty$*, decreases exponent tially, and this allows easily to justify convergence of the integral in unbounded lines* $\mathcal{L}$ *.*

4. Model problem

Problem statement. Find the solution of the equation

$$\frac{\partial u}{\partial t}=\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+v(x),\quad x\in(0,1),\ 0<t<T, \tag{4.1}$$

with the unknown control $v(x)$, satisfying the boundary conditions

$$u(x,t)\big|_{x=0}=0,\ u(x,t)\big|_{x=1}=0\quad 0<t<T, \tag{4.2}$$

initial condition

$$u(x,t)\big|_{t=0}=f_1(x)\quad 0<x<1, \tag{4.3}$$

and finite condition

$$u(x,t)\big|_{t=T}=f_2(x)\quad 0<x<1. \tag{4.4}$$

All constraints of theorem 3.1 are fulfilled for problem (4.1) - (4.4) , and according to formula (3.10), we have

$$u(x,t)=-\frac{1}{\pi\sqrt{-1}}\int_{\mathcal{L}}\lambda d\lambda\int_0^1 G(x,\xi,\lambda)\left[\exp(\lambda^2t)f_1(\xi)+\frac{1}{\lambda^2}(\exp(\lambda^2t)-1)v(\xi)\right]d\xi,$$

$$0<x<1, \quad 0<t\le T. \tag{4.5}$$

As boundary conditions (4.2) are regular, then according to [3] from (4.5), we have

$$u(x,t) = -\varepsilon_\lambda \lambda \int_0^1 G(x,\xi,\lambda)\left[\exp(\lambda^2 t) f_1(\xi) + \frac{1}{\lambda^2}(\exp(\lambda^2 t)-1)v(\xi)\right]d\xi,$$

$$0<x<1, \quad 0<t\le T, \tag{4.6}$$

where $\varepsilon_\lambda \psi(\lambda,...)$ denotes a total residue, [2], from $\psi(\lambda,...)$. Calculating these residues, we have

$$u(x,t) = 2\sum_{k=1}^{n} \exp(-k^2\pi^2 t)\sin k\pi x \int_0^1 f_1(\xi)\sin k\pi\xi d\xi + 2\sum_{k=1}^{\infty}\frac{1}{k^2\pi^2}\times$$

$$\times(1-\exp(-k^2\pi^2 t))\sin k\pi x\int_0^1 v(\xi)\sin k\pi\xi d\xi, \quad 0<x<1, \quad 0<t\le T. \tag{4.7}$$

Substituting (4.7) in finite condition (4.4) we have

$$f_2(x) = 2\sum_{k=1}^{\infty}\sin k\pi x\left[\exp(-k^2\pi^2 T)\int_0^1 f_1(\xi)\sin k\pi\xi d\xi + \frac{1}{k^2\pi^2}(1-\exp(-\lambda^2\pi^2 T))\int_0^1 v(\xi)\sin k\pi\xi d\xi\right]. \tag{4.8}$$

On the other hand, using expansions of functions in. Fourier series in sines ([4], p.445), we get

$$f_2(x) = 2\sum_{k=1}^{\infty}\sin k\pi x\int_0^1 f_2(\xi)\sin k\pi\xi d\xi, \quad 0<x<1. \tag{4.9}$$

From (4.8) and (4.9) we have

$$\int_0^1 v(\xi)\sin k\pi\xi d\xi = \frac{k^2\pi^2}{1-\exp(-k^2\pi^2 T)}\times\left[\int_0^1 f_2(\xi)\sin k\pi\xi d\xi - \exp(-k^2\pi^2 T)\int_0^1 f_1(\xi)\sin k\pi\xi d\xi\right]. \tag{4.10}$$

By means of the found coefficients $\int_0^1 v(\xi)\sin k\pi\xi d\xi$ (from (4.10)) the function $v(x)$ is found by the Fourier formula

$$v(x) = 2\sum_{k=1}^{\infty}\sin k\pi x\int_0^1 v(\xi)\sin k\pi\xi d\xi. \tag{4.11}$$

Let $C_0^l([0,1]) = \{\varphi(x) : \varphi(x)\in C^l([0,1]), \varphi^{(k)}(0) = \varphi^{(k)}(1) = 0,$ for $k = 0,...,l-1\}$. From the above mentioned we get the following

Theorem 4.1. *Let* $f_1(x)\in C_0^2([0,1]),\ f_2(x)\in C_0^4([0,1])$. *Then mixed problem(4.1)-(4.4) with a control has a unique classical solution and this solution is represented by formula (4.7), where the sought-for control* $v(x)$ *is found by formula (4.11), its Fourier coefficients by formula (4.10).*

The finite integral transformation method used here was suggested by us in [3] and was successfuley used in [5-7] and in others.

REFERENCES

[1]. G.D.Brikhoff, On the asymptotic character of the solutions of certain linear differential equations containing a parameter. *Trans. AM Math. Soc.*, 9 (1908), 219-232

[2]. A.L.Cauchu, Me'moire'sur l'application du calcul des residus a'la solution des problems de physique mathematique. *Paris*, 7 (1827), 1-56

[3]. Elmaga Gasymov *Finite integral transformation method*. Baku,"Elm", (2009), 434 p.

[4]. G.M. Fichtenholts *Course of differential intergral calculus* vol. III, Moscow,"Nauka",(1970), 656 p.

[5]. E.A. Gasymov Mixed problem on conjugation of parabolic systems of different order with nonlocal boundary conditions. *Diff. Uravn.*,**26**(8) (1990), 1364-1374.

[6]. E.A.Gasymov Application of finite integral transformation method to the solution of mixed problem with integral differential conditions for one nonclassical equation *Diff. Uravn.*,**47**(3),(2011), 322-334.

[7]. E.A. Gasymov Studying mixed problems in conjugation of hyperbolic systems of different orders. *Zhournal vychislitelnoy matematiki i matematichiskoy fiziki*, **52**(8) (2012), 1472-1481.

[8]. M.A. Naimark, *Linear differential operators.* M. Nauka, (1969).

[9]. M.L. Rasulov, *Application of the contour integral method* . M. Nauka, (1975).

[10]. Ya. D. Tamarkin, *On some general problems of theory of ordinary linear differential equations on expansions of arbitrary functions in series.*Petrograd, (1917).

2017. Volume 1, Number 1 Pages 33-41

UOT 517.947

АСИМПТОТИКА ФУНКЦИИ ГРИНА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА С НОРМАЛЬНЫМИ ОПЕРАТОРНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ НА ПОЛУОСИ

Н.А. ГАДИРЛИ
Сумгаитский Государственный Университет
Сумгаит / АЗЕРБАЙДЖАН
nigar.gadirli@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В данной работе исследуется функция Грина дифференциального уравнения $2n$-го порядка с нормальным операторным коэффициентом на полуоси.

Для этой цели сперва строится функция Грина главной части уравнения с "замороженными" коэффициентами. Используя метод Леви получается интегральное уравнения для функции Грина главной части уравнения с переменными коэффициентами. Доказывается разрешимость этого интегрального уравнения в банаховых пространствах операторнозначных функций, введенных Б.М. Левитаном в работе [6]. Далее строится функция Грина полного уравнения содержащего промежуточные члены. Получается равномерная оценка функции Грина, из которого следует дискретность спектра данного оператора.

Ключевые слова: Гильбертово пространство, оператор, операторно-дифференциальное уравнения, функция Грина, собственные значения, собственные функции, спектр.

YARIMOXDA YÜKSƏK TƏRTİBLİ NORMAL OPERATOR ƏMSALLI DİFERENSİAL TƏNLİYİN QRİN FUNKSİYASININ ASİMPTOTİKASI

XÜLASƏ

Təqdim edilmiş məqalədə normal operator əmsallı $2n$ tərtibli diferensial tənliyin Qrin funksiyası tədqiq edilmişdir. Bu məqsədlə, əvvəlcə tənliyin baş hissəsinin əmsalının " ξ " nöqtəsində "dondurulduğu" halda Qrin funksiyası qurulmuşdur. Levi üsulundan istifadə edərək tənliyin baş hissəsinə uyğun operatorun Qrin funksiyası üçün inteqral tənlik alınmışdır. Bu inteqral tənliyin B.M. Levitran tərəfindən daxil edilmiş operator qiymətli funksiyalardan ibarət Banax fəzalarında yeganə həllinin varlığı isbat edilmişdir [6]. Daha sonra aralıq hədlərində daxil olduğu halda tənliyin Qrin funksiyasının varlığı isbat edilmiş və onun müntəzəm qiymətləndirmələri alınmışdır. Qrin funksiyasının qiymətləmələrindən istifadə edərək verilmiş operatorun diskret spektrə malik olması isbat edilmişdir.

Açar sözlər: Hilbert fəzası, operator, operator -diferensial tənlik, Qrin funksiyası, məxsusi ədədlər, məxsusi funksiyalar, spektr.

ASIMPTOTICS OF THE GREEN FUNCTION OF HIGHER ORDER DIFFERENTIAL EQUATION WITH NORMAL OPERATOR COEFFICIENTS ON THE SEMI-AXIS

ABSTRACT

In the paper we study the Green function for $2n$-th order differential equation with a normal operator coefficient on the semi-axis. At first we constructed the Green function of the general part of the equation with "frozen" coefficient. Using the Levi's method we obtained the integral equation for the Green function of the given equation with variable coefficient. Solvability of this integral equation in Banach spaces of the operator functions that were studied by B.M. Levitan [6] was constructed in the given paper. Furthermore, Green function for the complete equation which has intermediate members, is constructed. We obtain a uniform estimate of the Green's function, from which follows the discreteness of the spectrum of the given operator.

Keywords: Hilbert space, operator , operator-differential equation, Green function, eigenvalues, eigenfunctions, spectrum.

Введение. Постановка задачи.

Пусть H -сепарабельное гильбертово пространство. В пространство $H_1 = L_2[H;[0,\infty)]$ рассмотрим оператор, порожденный дифференциальным выражением

$$l(y)=(-1)^n y^{(2n)}+\sum_{j=2}^{2n}Q_j(x)y^{(2n-j)} \qquad (1)$$

и граничными условиями

$$y^{(l_1)}(0)=y^{(l_2)}(0)=\ldots=y^{(l_n)}(0)=0, \quad 0\le l_1<l_2<\ldots<l_n\le 2n-1. \qquad (2)$$

Здесь $y\in H_1$ и производные понимаются в сильном смысле.

Пусть D' -совокупность всех функций вида $\sum_{k=1}^{p}\varphi_k(x)f_k$, где $\varphi_k(x)$ -финитные $2n$ -раз непрерывно дифференцируемые скалярные функции и $f_k\in D(Q)$. (Здесь $Q(x)=Q_{2n}(x)$). Обозначим через L оператор, порожиденный дифференциальным выражением (1) и граничными условиями (2) с областью определения D'.

Будем предполагать, что операторные коэффициенты $Q_j(x)$, $j=\overline{2,2n}$ удовлетворяют следующим условиям:

1. Операторы $Q(x)$ для почти всех $x\in[0,\infty)$ является нормальным оператором в H, причем для почти всех $x\ge 0$ имеют общую плотную область определения $D(Q)$ в H.

2. Для почти всех $x\ge 0$ $Q(x)$ является операторным к вполне непрерывному оператору, причем его собственные значения лежат в комплексной плоскости вне сектора $\Omega=\{\lambda:|\arg\lambda-\pi|<\varepsilon_0,\ 0<\varepsilon_0<\pi$ -постоянное число $\}$. Пусть $\alpha_1(x),\alpha_2(x),\ldots,\alpha_n(x),\ldots$ собственные значения оператора $Q(x)$ и допустим, что они расположены в порядке возрастания модуля, т.е. $|\alpha_1(x)|\le|\alpha_2(x)|\le\ldots\le|\alpha_n(x)|\le\ldots$ и являются измеримыми функциями. Предположим, что ряд $\sum_{j=1}^{\infty}|\alpha_j(x)|^{\frac{1-4n}{2n}}$ сходится для почти всех $x\in[0,\infty)$ и его сумма $F(x)\in L_1(0,\infty)$.

3. Для всех $x\in[0,\infty)$ и при $|x-\xi|\le 1$

$\left\|[Q(\xi)-Q(x)]Q^{-a}(x)\right\|\le A|x-\xi|$, где $A>0,\ 0<a<\dfrac{2n+1}{2n}$

$\left\|Q^{-\frac{1}{2n}}(x)Q^{\frac{1}{2n}}(\xi)\right\|_H<C_1{}'\left\|Q^{-\frac{1}{2n}}(\xi)Q^{\frac{1}{2n}}(x)\right\|_H<C_2,\ A,\ C_1,\ C_2$ постоянные числа.

4. Для всех $x\ge 0$ и при $|x-\xi|>1$ верно неравенство

$$\left\|Q(\xi)\exp\left(-\frac{Jm\varepsilon_1}{2}|x-\xi|Q^{\frac{1}{2n}}(x)\right)\right\|_H<B,\ B=const$$

где $Jm\omega_1=\min\{Jm\omega_i>0,\ \omega_i^{2n}=-1\}$.

5. Для всех $x\in[0,\infty)$ выполняется неравенство $\left\|Q_j(x)Q^{\frac{1-j}{2n}}(x)+\varepsilon\right\|_H<C_3$, C_2-постоянное число.

Основной целью данной работы является изучение функции Грина оператора L.

Построение функции Грина проводится в три этапа.

В первом этаже мы построим функцию Грина $G_1(x,\eta;\mu)$ оператора L_1, порожденного диференциальным выражением

$$l_1(y)=(-1)^n y^{(2n)}+Q(\xi)y+\mu y \tag{3}$$

и граничными условиями

$$y^{(l_1)}(0)=y^{(l_2)}(0)=\ldots=y^{(l_n)}(0)=0 \tag{4}$$

где ξ -фиксированная точка интервала $[0,\infty)$.

Во втором этапе строится функция Грина $G_0(x,\eta;\mu)$ оператора L_0, порожденного дифференциальным выражением

$$l_0(y)=(-1)^n y^{(2n)}+Q(x)y+\mu y \tag{5}$$

и граничными условиями (2).

А в третьем этапе мы изучаем асимптотики функции Грина $G(x,\eta;\mu)$ оператора L, порожденного дифференциальным выражением (1) и граничными условиями (2).

2. Построение функции Грина $G_1(x,\eta;\mu)$ оператора L_1.

Функцию Грина $G_1(x,\eta;\mu)$ оператора L_1 будем искать в виде

$$G_1(x,\eta,\xi,\mu)=g(x,\eta,\xi,\mu)+V(x,\eta,\xi,\mu) \tag{6}$$

где $g(x,\eta,\xi,\mu)$-функция Грина уравнение $l(y)=0$ на всей оси. Как известно [2] она имеет вид:

$$g(x,\eta,\xi,\mu)=\frac{K_\xi^{1-2n}}{2ni}\sum_{\alpha=1}^{n}\omega_\alpha e^{i\omega_\alpha K_\xi|x-\eta|}. \tag{7}$$

Здесь через ω_α обозначены корни из (-1) степени $2n$, лежащие в верхней полуплоскости и $K_\xi=[Q(\xi)+\mu E]^{\frac{1}{2n}}$. Функция $V(x,\eta,\xi,\mu)$ является ограниченными решением при $x\to\infty$ следующей задачи:

$$l_1(V)=0 \tag{8}$$

$$V^{(l_j)}(x,\eta,\xi,\mu)\Big|_{x=0}=-g^{(l_j)}(x,\eta,\xi,\mu)\Big|_{x=0},\quad j=1,2,\ldots,n\cdot \tag{9}$$

Решение задачи (7)-(8) представляется в виде:

$$V(x,\eta,\xi,\mu)=-\frac{K_\xi^{1-2n}}{2ni}\sum_{p=1}^{n}\omega_p e^{i\omega_p K_\xi(x+\eta)}. \tag{10}$$

Тогда функция Грина задачи (3)-(4) будет иметь вид:

$$G(x,\eta,\xi,\mu)=-\frac{K_\xi^{1-2n}}{2ni}\sum_{\alpha=1}^{n}\omega_\alpha e^{i\omega_\alpha K_\xi|x-\xi|}-\frac{K_\xi^{1-2n}}{2ni}\sum_{p=1}^{n}\omega_p e^{i\omega_p K_\xi(x+\xi)}. \tag{11}$$

Формулу (10) можно написать в виде:

$$G(x,\eta,\xi,\mu)=\begin{cases}\dfrac{K_\xi^{1-2n}}{2ni}\sum\limits_{k=1}^{n}\omega_k e^{i\omega_k K_\xi(x-\xi)}\left\{E-e^{2i\omega_k}K_\xi\eta\right\},\ x\ge\eta\\ \dfrac{K_\xi^{1-2n}}{2ni}\sum\limits_{p=1}^{n}\omega_k e^{i\omega_k K_\xi(\eta-x)}\left\{E-e^{2i\omega_k}K_\xi x\right\},\ x\le\eta\end{cases}. \tag{12}$$

Так как $Q(x)$ неограниченный нормальный оператор и $\mathrm{Re}(2i\omega_k K_\xi\eta)<0$, $\mathrm{Re}(2i\omega_k K_\xi x)<0$, поэтому

$$\left\|e^{2i\omega_k K_\xi\eta}\right\|_H\to 0,\ \left\|e^{2i\omega_k K_\xi x}\right\|_H\to 0\ \text{ при }\mu\to\infty.$$

Таким образом из (11) следует, что

$$G_1(x,\eta,\xi,\mu)=\frac{K_\xi^{1-2n}}{2ni}\sum_{k=1}^{n}\omega_k e^{i\omega_k K_\xi|x-\eta|}\left(E-r(x,\eta,\xi,\mu)\right) \tag{13}$$

причем, для $\mu\to\infty$ имеем $\|r(x,\eta,\xi,\mu)\|_H=0(1)$ равномерно по (x,η).

3. Построение функции Грина $G_0(x,\eta,\mu)$ оператора L_0.

Теперь построим и изучим некоторые свойства функции Грина $G_0(x,\eta,\mu)$ оператора L_0, порожденного дифференциальным выражением (1) и граничными условиями (2). Известно [4], что функция Грина $G_0(x,\eta,\mu)$ задачи (5)-(2) является решением следующего интегрального уравнения:

$$G(x,\eta;\mu)=G_1(x,\eta,\mu)-\int_0^\infty G_1(x,\xi,\mu)[Q(\xi)-Q(x)]G(\xi,\eta,\mu)d\xi\cdot \tag{14}$$

Доказывается, что уравнение (14) при достаточно больших μ разрешимо и его решение является функцией Грина оператора L_0. Уравнение (14) исследуется в банаховых пространствах X_1, X_2, $X_3^{(p)}$, $X_2^{(s)}$, $X_4^{(s)}$ и $X_5(p\ge 1, s\le 0)$, элементами которых являются операторные функции $A(x,\eta)$ в $H, 0\le x,\ \eta<\infty$.

Определение и доказательство полноты их даны Б.М. Левитаном в работе [6].

Оценим норму операторной функции $G_1(x,\eta;\mu)$. В комплексной плоскости λ, лежащих вне сектора Ω, справедливо неравенство $|\lambda+\mu|\ge\sin\varepsilon_0$. По условию 1) $Q(x)$ при каждом $x\in[0,\infty)$ является нормальным оператором в H, поэтому можно написать спектральное разложение для $G_1(x,\eta;\mu)$ как функции от нормального оператора $Q(x)$:

$$\|G_1(x,\eta;\mu)\|_H\le\frac{1+0(1)}{2n}\int_0^\infty|\lambda+\mu|^{\frac{1-2n}{2n}}\left|\sum_{k=1}^{n}\max|\omega_k|e^{i\omega_k(\lambda+\mu)^{\frac{1}{2n}|x-\eta|}}dE(\lambda)\right|\le$$

$$\le C\mu^{\frac{1-2n}{2n}}\delta_0^{\frac{1-2n}{2n}}e^{-\rho_0 Jm\omega_1\mu^{\frac{1}{2n}}}\delta_0^{\frac{1}{2n}}|x-\eta| \tag{15}$$

где $\delta_0 \sin\varepsilon_0$, $r_0 = \cos\dfrac{\arg(\lambda+\mu)+2\pi m}{2n}$, $m = 0,1,2,\dots,2n-1\cdot$

Здесь берется ту ветвь $2n$-го корня $(\lambda+\mu)$, на котором $\mathrm{Re}(\lambda+\mu)^{\frac{1}{2n}} > 0$,
$Jm\omega_1 = \min\left\{Jm\omega_k > 0, \omega_k^{2n} = -1,\ k = 1,2,\dots,n\right\}$.

Из (15) получаем, что

$$\|G_1(x,\eta;\mu)\|_H^2 \le C^2 \mu^{\frac{1-2n}{n}} \delta_0^{\frac{1-2n}{n}} e^{-2Jm\omega_1\delta_0\mu^{\frac{1}{2n}}\delta_0^{\frac{1}{2n}}|x-\eta|}.$$

Отсюда

$$\int_0^\infty \|G_1(x,\eta;\mu)\|_H^2 d\eta \le C^2\mu^{\frac{1-2n}{n}}\delta_0^{\frac{1-2n}{n}} \int_0^\infty e^{-2Jm\omega_1 r_0\mu^{\frac{1}{2n}}\delta_0^{\frac{1}{2n}}|x-\eta|} d\eta \le$$

$$\le \frac{C^2\mu^{\frac{1-2n}{n}}\delta_0^{\frac{1-2n}{n}}}{2Jm\omega_1 r_0\mu^{\frac{1}{2n}}\delta_0^{\frac{1}{2n}}} = \frac{C^2}{2Jm\omega_1 r_0}\frac{1}{\mu^{\frac{4n-1}{2n}}\delta_0^{\frac{4n-1}{2n}}}\cdot \tag{16}$$

Из этой оценки следует, что $G_1(x,\eta;\mu) \in X_3^{(1)}$.

При выполнении условий 2) для нормы Гильберта-Шмидта операторной функции $G_1(x,\eta;\mu)$ имеем:

$$G_1(x,\eta;\mu)\|_2^2 \le \frac{C^2}{4n^2}\sum_{i=1}^\infty \left|\sum_{k=1}^n [\alpha_k(x)+\mu]^{\frac{1-2n}{2n}} \omega_k e^{i\omega_k[\alpha_k(x)+\mu]^{\frac{1}{2n}}|x-\eta|}\right|^2 \le$$

$$\le \frac{C^2}{4n^2}\sum_{i=1}^\infty \left\{|\alpha_i(x)+\mu|^{\frac{1-2n}{n}} \left|\sum_{k=1}^n \omega_k e^{i\omega_k[\alpha_k(x)+\mu]^{\frac{1}{2n}}|x-\eta|}\right|^2\right\} \le$$

$$\le \frac{C^2}{4n}\sum_{i=1}^\infty \left\{|\alpha_i(x)+\mu|^{\frac{1-2n}{n}} \left|e^{-2Jm\omega_1[\alpha_i(x)+\mu]^{\frac{1}{2n}}|x-\eta|}\right|\right\} \le \frac{C^2}{4n}\sum_{i=1}^\infty |\alpha_i(x)+\mu|^{\frac{1-2n}{n}} e^{-2Jm\omega_1|\alpha_i(x)+\mu|^{\frac{1}{2n}}|x-\eta|}.$$

Поэтому

$$\int_0^\infty \|G_1(x,\eta;\mu)\|_2^2 d\eta \le \frac{C^2}{4n}\sum_{i=1}^\infty |\alpha_i(x)+\mu|^{\frac{1-2n}{n}} \int_0^\infty e^{-2Jm\omega_1|\alpha_i(x)+\mu|^{\frac{1}{2n}}|x-\eta|} d\eta \le$$

$$\le \frac{C^2}{8nJm\omega_1 r_0}\sum_{i=1}^\infty |\alpha_i(x)+\mu|^{\frac{1-4n}{2n}} = \frac{C^2}{8nJm\omega_1 r_0}F(x)\cdot$$

Отсюда

$$\int_0^\infty \left\{\int_0^\infty \|G_1(x,\eta;\mu)\|_2^2 d\eta\right\} dx \le \frac{C^2}{8nJm\omega_1 r_0}\int_0^\infty F(x)dx < \infty\ \cdot \tag{17}$$

Пользуясь условиям 3), 4) легко показать, что операторная функция $G_1(x,\xi;\mu)[Q(\xi)-Q(x)]$ - является ограниченным оператором в H по (x,ξ), $0 < x$, $\xi < \infty$ при $\mu > 0$. Поэтому имеет смысл рассматривать оператор T, порожденный ядром $G_1(x,\xi;\mu)[Q(\xi)-Q(x)]$:

$$TA(x,\eta)=\int_0^\infty G_1(x,\xi;\mu)[Q(\xi)-Q(x)]A(\xi,\eta)d\xi\,. \tag{18}$$

Доказывается, что оператор T является сжимающим оператором в банаховых пространствах X_1, X_2, $X_3^{(p)}$ и других пространствах. Отсюда вытекает, что интегральное уравнение (14) имеет единственное решение, которое может быть получено методом итерации, если только функция $G_1(x,\eta,\mu)$ принадлежит соответствующему пространству.

Из оценки (16) следует, что $G_1(x,\eta,\mu)\in X_3^{(2)}$. Тогда для больших $\mu>0$ можно утверждать, что $G_0(x,\eta,\mu)$ также принадлежат пространству $X_3^{(2)}$. Если предположить, что выполняется условия 1)-4), то из оценки (17) видно, что $G_1(x,\eta;\mu)\in X_2$ и следовательно, $G_0(x,\eta;\mu)$ при достаточно больших $\mu>0$ также принадлежит пространству X_2.

Наложив на функцию $Q(x)$ дополнительные условия (см. [4]), можно показать принадлежность операторной функции $G_1(x,\eta;\mu)$ пространствам $X_4^{\left(\pm\frac{1}{2}\right)}$, а, следовательно, и принадлежность $G_0(x,\eta;\mu)$ этим пространствам.

Пользуясь интегральным уравнением (14) устанавливается сильная непрерывность производных $\dfrac{\partial^k G_0}{\partial\eta^k}$, $n=0,1,2,\ldots,2n-2$.

Также, доказывается, что операторная функция $G_0(x,\eta;\mu)$ удовлетворяет уравнению

$$(-1)^n\frac{\partial^{2n}G_0(x,\eta;\mu)}{\partial\eta^{2n}}G_0(x,\eta;\mu)[Q(\eta)+E]=0$$

и граничным условиям

$$\left.\frac{\partial^{l_1}G_0}{\partial\eta^{l_1}}\right|_{\eta=0}=\left.\frac{\partial^{l_2}G_0}{\partial\eta^{l_2}}\right|_{\eta=0}=\ldots=\left.\frac{\partial^{l_n}G_0}{\partial\eta^{l_n}}\right|_{\eta=0}=0\,.$$

4. Асимптотика функции Грина $G(x,\eta,\mu)$ оператора L.

Функцию Грина $G(x,\eta,\mu)$ оператора **L**, порожденного дифференциальным выражением (1) и граничными условиями (2) будем искать в виде

$$G(x,\eta,\mu)=G_0(x,\eta,\mu)+\int_0^\infty G_0(x,\xi,\mu)\rho(\xi,\eta)d\xi\,. \tag{19}$$

Здесь $G_0(x,\eta,\mu)$функция Грина оператора L_0, порожденного дифференциальным выражением (5) и граничными условиями (2).

Если подставите выражение (19) для функции $G(x,\eta,\mu)$ в уравнение

$$(-1)^n y^{(2n)}+\sum_{j=2}^{2n}Q_j(x)y^{(2n-j)}+\mu y=0 \tag{20}$$

и использовать свойства функции $G_0(x,\eta,\mu)$, то для функции $\rho(x,\eta)$ получим следующую уравнение

$$\rho(x,\eta)+\sum_{j=2}^{2n}Q_j(x)\frac{\partial^{2n-j}G_0}{\partial\eta^{2n-j}}-\sum_{j=2}^{2n}Q_j(x)\int_0^\infty\frac{\partial^{2n-j}G_0(x,\xi,\mu)}{\partial\eta^{2n-j}}\rho(\xi,\eta)d\xi=0\ . \tag{21}$$

Положим $F(x,\eta,\mu)-\sum_{j=2}^{2n-1}Q_j(x)\frac{\partial^{2n-j}G_0(x,\eta,\mu)}{\partial\eta^{2n-j}}$.

Тогда уравнение (21) примет вид

$$\rho(x,\eta)=F(x,\eta,\mu)-\int_0^\infty F(x,\xi,\mu)\rho(\xi,\eta)d\xi\ . \tag{22}$$

Решение уравнение (22) будем исследовать в пространстве $X_3^{(2)}$. Покажем, что уравнение (22) разрешимо в пространстве $X_3^{(2)}$ и его решение может быть получено с помощью метода итерации. Как видно из уравнения (22), если функция $F(x,\eta,\mu)$ принадлежит какому то из пространств X_1, X_2, $X_3^{(p)}$, $X_2^{(s)}$, $X_4^{(s)}$, X_5, то решение уравнения также будет элементом этого пространства.

Для функции $G_0(x,\eta,\mu)$ и его производных при $\mu\to\infty$ имеет место асимптотическое представление

$$\frac{\partial^{2n-j}G_0(x,\eta,\mu)}{\partial\eta^{2n-j}}=\frac{[Q(x)+\mu E]^{\frac{1-j}{2n}}}{2ni}\sum_{\alpha=1}^{n}(i\omega_\alpha)^{2n-j}\,\omega_\alpha e^{i\omega_\alpha[Q(x)+\mu E]^{\frac{1}{2n}}|x-\eta|}\times sign(x-\eta)[E+r(x,\eta,\mu)] \tag{23}$$

где $\|r(x,\eta,\mu)\|_H=o(1)$.

Используя (23) и учитывая условие 5), оценим норму $\|F(x,\eta,\mu)\|_H$:

$$\|F(x,\eta,\mu)\|_H\le C\left\|\sum_{j=2}^{2n-1}Qj(x)[Q(x)+\mu E]^{\frac{1-j}{2n}}\sum_{\alpha=1}^{n}(i\omega_\alpha)^{2n-j}\omega_\alpha e^{i\omega_\alpha[Q(x)+\mu E]^{\frac{1}{2n}}|x-\eta|}\times\right.$$

$$\times[E+r(x,\eta,\mu)]\ \Big\|_H\le C\left\|\sum_{j=2}^{2n-1}Q_j(x)[Q(x)+\mu E]^{\frac{1-j}{2n}+\varepsilon}[Q(x)+\mu E]^{-\varepsilon}\times\right.$$

$$\left.\times\sum_{\alpha=1}^{n}(i\omega_\alpha)^2\omega_\alpha e^{i\omega_\alpha[Q(x)+\mu E]^{\frac{1}{2n}}|x-\eta|}[E+r(x,\eta,\mu)]\right\|_H\le C\sum_{j=2}^{2n-1}\left\|\int_1^\infty(\lambda+\mu)^{-\varepsilon}e^{i\omega_\alpha(\lambda+\mu)^{\frac{1}{2n}}|x-\eta|}dE_\lambda(x)\right\|\le$$

$$\le C\cdot\mu^{-\varepsilon}\cdot\delta_0^{-\varepsilon}\cdot e^{-\rho_0 Jm\omega_1\mu^{\frac{1}{2n}}}\cdot\delta_0^{\frac{1}{2n}}\cdot|x-\eta|\ . \tag{24}$$

Из (24) получим, что

$$\|F(x,\eta,\mu)\|_H^2\le C^2\cdot\mu^{-2\varepsilon}\cdot\delta_0^{-2\varepsilon}\cdot e^{-2r_0 Jm\omega_1\mu^{\frac{1}{2n}}}\cdot\delta_0^{\frac{1}{2n}}\cdot|x-\eta|\cdot$$

После интегрировании по переменному η на интервале $[0,\infty)$ получим

$$\int_0^\infty\|F(x,\eta,\mu)\|_H^2d\eta\le C^2\cdot\mu^{-2\varepsilon}\cdot\delta_0^{-2\varepsilon}\cdot\int_0^\infty e^{-2r_0Jm\omega_1\mu^{\frac{1}{2n}}}\cdot\delta_0^{\frac{1}{2n}}\cdot|x-\eta|d\eta\le\frac{C^2\mu^{-2\varepsilon}\cdot\delta_0^{-2\varepsilon}}{2Jm\omega_1r_0\cdot\mu^{\frac{1}{2n}}\cdot\delta_0^{\frac{1}{2n}}}=\frac{C^2}{2Jm\omega_1r_0}\cdot\frac{1}{\mu^{2\varepsilon+\frac{1}{2n}}\cdot\delta_0^{2\varepsilon+\frac{1}{2n}}} \tag{25}$$

$$\int_0^\infty\|F(x,\eta,\mu)\|_H^2d\eta\le\frac{C^2}{2Jm\omega_1r_0}\cdot\frac{1}{\delta_0^{2\varepsilon+\frac{1}{2n}}\cdot\mu^{2\varepsilon+\frac{1}{2n}}}$$

Отсюда

$$\sup_{0\le x<\infty}\int_0^{\infty}\|F(x,\eta,\mu)\|_H^2\,d\eta \le C\cdot\frac{1}{\mu\beta},\ \ \beta>0$$

т.е. $F(x,\eta,\mu)$ является элементом пространства $X_3^{(2)}$ и при $\mu\to\infty$ стремится (по норме пространства $X_3^{(2)}$) к нулю. Поэтому уравнение (22) в пространстве $X_3^{(2)}$ имеет решение, и это решение единственно.

Отсюда, в частности, следует тот факт, что при достаточно больших μ решение $\rho(x,\eta)$ уравнения (22) ведет себя так же как и $F(x,\eta,\mu)$. При достаточно больших μ интегральный оператор, входящий в уравнение (22) является сжимающим (а при $\mu\to\infty$ стремящимся к нулю), поэтому при $\mu\to\infty$ мы имеем:

$$G(x,\eta,\mu)=G_0(x,\eta,\mu)[E+\alpha(x,\eta,\mu)],\ \text{где}\ \|\alpha(x,\eta,\mu)\|=o(1). \tag{26}$$

Из этой асимптотики и из (23) следует, что при $\mu\to\infty$

$$G(x,\eta,\mu)=\frac{[Q(x)+\mu E]^{\frac{1-2n}{2n}}}{2ni}\sum_{\alpha=1}^{n}\omega_\alpha e^{i\omega_\alpha[Q(x)+\mu E]^{\frac{1}{2n}}|x-\eta|}[E+\beta(x,\eta,\mu)] \tag{27}$$

где $\|\beta(x,\eta,\mu)\|_H=o(1)$ при $\mu\to\infty$.

Из асимптотики (26) и принадлежности $G_0(x,\eta,\mu)$ пространству X_2 следует, что интегральный оператор, порожденный ядром $G(x,\eta,\mu)$, является оператором типа Гильберта-Шмидта, т.е.

$$\int_0^{\infty}\int_0^{\infty}\|G(x,\eta,\mu)\|_2^2\,dx\,d\eta<\infty\cdot$$

Так как $G(x,\eta,\mu)$ является ядром оператора $(L+\mu E)^{-1}$ в пространстве H_1, то оператор L имеет дискретный спектр.

Отметим, что функция Грина уравнения Штурма-Лиувилля с нормальными операторными коэффициентами исследованы в работах [2], [5], а для уравнения высокого порядка с нормальными операторными коэффициентами исследованы в работах [1], [3], [8].

В заключении выражаю глубокую благодарность своему научному руководителю профессору Г.И. Асланову за постановку задач и за постоянную помощь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асланов Г.И. О функции Грина уравнении высокого порядка с нормальными операторными коэффициентами. Спектральная теория операторов, Баку, "Элм", 1982, с. 23-27.
2. Асланов Г.И., Байрамоглы М. Исследование функции Грина операторного уравнения Штурма-Лиувилля в несамосопряженном случае. Спектральная теория операторов, Баку, "Элм", 1984, с. 69-77.
3. Алиев Б.И., Байрамоглы М. Функция Грина обыкновенных дифференциальных операторов высокого порядка с операторными коэффициентами на полуоси. Изв. АН Азерб. ССР, сер. физ.-тезн. и матем. наук, 1981, № 4, с. 33-38.
4. Байрамоглы М. Асимптотика числа собственных значений обыкновенных дифференциальных операторов с операторным коэффициентами. Сб. Функц. анализ и его применение, Баку, 1971, с.144-166.

5. Клейман Е.Г. О функции Грина уравнения Штурма-Лиувилля с нормальным операторным коэффициентом. Вестник МГУ, 1974, № 5, с. 17-23.
6. Левитан Б.М. Исследование функции Грина уравнения Штурма-Лиувилля с операторным коэффициентом. Матем. сб. 1968, т. 76, 118, № 2, с. 239-270.
7. Плеснер А.И. Спектральная теория линейных операторов. М. "Наук", 1965.
8. Gunay I. Kasimova. Investication of the Green function of second order equations with normal operator coefficients on the axis. Trans. of NAS of Azerbaijan, Issue mathematics and Mechanics series. XXVIII, № 4, Baku, 2008, pp. 59-64.
9. Gamidulla I. Aslanov, Gunay I. Kasumova. On the rezolvent of Strum-Liuoville operator-differential equations on the finite segment. Mathematical analysis, Differential equations and Applications, Bulgaria, 2011, pp. 101-108.
10. Gamidulla I. Aslanov, Konul H. Badalova. Investigation of Green function of higher order operator-differential equation in finite segment. Trans. of NAS of Azerbaijan, 2011, vol. XXXI, № 4, pp. 35-44.

JOURNAL OF BAKU ENGINEERING UNIVERSITY- MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE
2017. Volume 1, Number 1 *Pages 42-58*

UOT : 002.6:024

E-DÖVLƏT MÜHİTİNDƏ SOSİAL ŞƏBƏKƏLƏRİN AŞKARLANMA TEXNOLOGİYALARININ MÜASİR VƏZİYYƏTİNİN ANALİZİ, MÖVCUD METOD VƏ ALQORİTMLƏRİN İŞLƏNİLMƏSİ

Xəyyam MƏSİYEV
AMEA, İnformasiya Texnologiyalrı İnstitutu
Bakı / AZERBAYCAN
xmesiyev@beu.edu.az

XÜLASƏ

Son illərdə dünyada yaşanan sürətli inkişaflar, dövlətlərin quruluşunda dəyişikliklərə səbəb olmus, dövlətlər klassik bürokratik strukturlarından ayrılaraq xidmətlərin daha sürətli, daha asan və daha az xərclə edildiyi yeni bir sistemə doğru yönəlmişlər. Bu sistem Elektron Dövlət adıyla ifadə edilən e-Dövlət strukturudur.

Bu məqalədə E-dövlətin və e-dövlətdə sosial şəbkələrin müasir vəziyyəti araşdırılmış və inkişaf prespektivləri öyrənilmişdir.

Nəticə kimi E-dövlət mühitində sosial şəbəkələrin aşkarlanması üçün mövcud metodologiyalar və alqoritmlər araşdırılaraq və analiz edilərək tədqiq olunmuşdur.

Açar Sözlər: Elektron Dövlət (E-dövlət), Sosial Şəbəkələr, E-dövlət veb platofması, biliklərin aşkarlanmaı, web mining.

ANALYZING MODERN CITUATION OF EXTRACTING SOCIAL NETWORKS FROM E-GOVERNMENT ENVIRONMENT, EXPLORATION OF CURRENT METHODS AND ALGORiTHMS

ABSTRACT

Rapid developments in recent years around the world have altered the structure of states and states have directed from their classical structure to the new structure which procedures are done more rapidly, easily and less costly. That structure is e-government structure known as Electronic Government.

In this paper, analyzed current cituation of social networks in e-government and their prespectives. As a result given exploration of extracting methods and algorithms of social networks from e-government web platform.

Keywords: Electronic Government (E-Government), Social Netwokrs, E-government web platform, knowledge discovery, web mining.

ELEKTRON DEVLET ORTAMINDA SOSYAL AĞLARININ ÖZÜTLƏMƏ TEKNOLOJİLERİNİN MODERN DURUMUNUN ANALİZİ, MEVCUT YÖNTEM VE ALGRİTMALARININ GELİŞTİRİLMESİ

ÖZET

Son yıllarda dünyada yasanan hızlı gelismeler, devletlerin yapısındadegisikliklere sebep olmus, devletler klasik bürokratik yapılarından ayrılarakislemlerin daha hızlı, daha kolay ve daha az maliyetle yapıldıgı yeni bir yapıyadogru yönelmislerdir. Bu yapı Elektronik Devlet adıyla anılan e-Devlet yapısıdır.

Bu makalede E-devletin ve e-devletde sosyal ağlarıngünceldurumu araşdırılmış ve inkişaf prespektivləri öğrenilmiştir.

Sonuç olarak E-devlet ortamənda sosyal ağların aşkarlanması için mevcut metodolojiler ve alqoritmler araştırılarak ve analiz edilerek tetkik edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektron Devlet (E-devlet), Sosyal Ağlar, E-devlet web platforması, biliklerin aşkarlanması, web mining.

1. Giriş

Dinamik dəyişmələrin yaşandığı bir müddətdə ənənəvi bir dövlət anlayışı cəmiyyətin xidmət tələblərini kifayət qədər qarşılaya bilməməkdədir. Ayrıca dövlətin vətəndaşlarına təqdim etdiyi ictimai xidmətlərin açıq və aydın olabiləcək səviyyələrdə olması da lazımdır.

Bu səbəbdən; inkişaf edən texnologiya dövləti də günün ehtiyaclarına uyğun şəkildə yenidən formalaşmasına məcbur etməkdədir. Qısacası dövlətin zəmanənin gətirdiyi müasir dəyişiklərə uyğunlaşa bilməsi üçün yeni struktura keçməsi lazımdır. Bu struktur təşkilatlar, şirkətlər və vətəndaş əməkdaşlığı sayəsində formalaşacaqdır[2].

E-dövlətin inkişaf konsepsiyası tədqiq edildiyi zaman xüsusilə 60 və 70 ci illərdə məlumat texnologiyalarının yalnız məlumat əməliyyatlarının avtomatlaşdırılmasında istifadə edildiyi görülməkdədir [3]. W. Howard Gammon öz məqaləsində ilk dəfə olaraq bu konsepsiyaya müraciət etmişdir [4]. Heeks və Bailur's-in "Analyzing e-Government Research"[5] məqaləsinə görə W. Howard Gammon "The Automatic Handling of Office Paper Work" məqaləsində e-dövlətlə bağlı bir ifadə işlətməmişdi. Buna baxmayaraq, Gammon İnformasiya Kommunikasiya Texnologiyari (İKT) resurslarının ictimai sektorda istifadəsi haqda yazmışdır. Bu da öz növbəsində e-dövlət haqqında yazılmış ilk anlayış deməkdir.Məlumat cəmiyyətinə keçiş müddətində e-dövlətlə əlaqədar ilk böyük addımın fərdi kompüterlərin məşhurlaşması ilə birlikdə 80ci illərdə formalaşdığını deyə bilərik.

E-dövlət konsepsiyası 1990 cı illərin əvvəllərində dövlət internet saytının yaranması ilə ABŞ da tətbiq edilməyə başlanıldı. İnformasiya texnologiyalarının proqressiv inkişafı, İnternet xidmətlərinin işləmlər vasitəsi kimi legitimliyinin artması, uyğun mühitin formalaşması dövlət İnternet saytını və dövlət xidmətlərinin İnternet vasitəsi ilə təmin edilməsini ön plana çəkdi. Bir neçə il ərzində e-dövlət məfhumu yerli dövlət qurumları (ştatlar) arasında sürətlə adoptasiya olunmağa başlanıldı. 1995 ci ildə bu yerli dövlət qurumlarının internetdə sadəcə 8.7 faizinin dövlət məlumatı və kiçik xidmətləri əhatə edəcək şəkildə internet səhifələri var idi [6]. Ancaq e-dövlətə adoptasiya çox böyük sürətlə gedirdi, belə ki, 2000 ci illərdə artıq bu yerli dövlət qurumlarının 83.7 faizi e-dövlətə adoptasiya olunmuşdu və şəxsi internet səhifələrini oluşdurmuşdular [7].

Termin olaraq elektron dövlət ABŞ Milli Performans İcmalı (U. S. National Performans Review) hesabatında ilk dəfə olaraq istifadə olunmuşdur [8].Bəzi mənbələrdə isə bu terminin həyata keçməsi 1997-ci illərə təsadüf edir. Burn və Robins'ə görə "e-dövlət vətəndaş və şirkətlərə daha yaxşı xidmətləri çatdıra bilmək üçün icmalar arası əlaqədir"[9]. Dünya ictimaiyət hesabatı (World public report, 2003) e-dövləti indiki informasiya və kommunikasiya texnologiyalarının (İKT) tətbiqi ilə daxili və xarici əlaqələrin transformasiyasına gedən yol olaraq ifadə etmişdir [10]. Birləşmiş Millətlərə (The United Nations) görə vətəndaşlara məlumatların və elektron xidmətlərin çardırılabilməsi üçün informasiya və kommunikasiya texnologiyalarından və onun resurslarından kifayət qədər geniş istifadəsinin e-dövlət üçün önəmli olduğunu ifadə etmişdir. Bu tərifə e-dövlətin səmərəli idarəetmə və xidmətlərin çatdırılma komponentləri daxildir. Əla-və olaraq Birləşmiş Millətlər terminologiyasında e-iştirak (e-participation) daha çox e-daxil edilmə (e-inclusion) olaraq ifadə edilməkdədir [11]. Dünya Bankınagörə (The World Bank): "E-dövlət- vətəndaşlar, şirkətlər və dövlət güc strukturları arasında əlaqələrin transformasiya olunması və informasiya texnologiyalarının (geniş zolaqlı şəbəkələr, internet və mobil kompyuterlər) dövlət qurumları arasında geniş istifadəsidir[12]." Aparıcı elmi tədqiqat şirkəti olan Gartner Group'a görə e-dövlət, davamlı xidmət optimallaşdırılması, internet və yeni media vasitələrinin daxili və xarici əlaqələrinin transformasiya və idarəedilməsidir.Elektron ticarət haqqında Global Business'ə görə elektron dövlət, inzibati və məhkəmə hakimiyyət orqanlarının (mərkəzi və yerli qurumlar daxil edilməklə) daxili və xarici əməliyyatlarının və ictimai xidmətlərinin daha keyfiyyətli həyata keçirilməsi uçun digitallaşdırılmasıdır [13].

E-dövlətlə bağlı yuxarıda qeyd olunan anlayışları ümumiləşdirərsək, deyə bilərik ki, e-dövlət, İKT resurslarını istifadə edərək e-xidmətlərin (vətəndaşlar, şirkətlər və dövlət qurumları arasında) istifadəsi və eyni zamanda bu konteksdə yaranmış bir sosiallaşmadır. İnformasiya texnologiyaları resurslarının dövlət sektorunda tətbiqi nəticəsində daxili administrativ xidmətlərinin idarə edilməsi və hüquqi icra fəaliyyətlərində tətbiqi önəmli rola malik olmuşdur.

Beləliklə, Dövlət e-dövlət vasitəsi ilə ictimaiyyətə daha çox və daha səmərəli məlumat və xidmətlərlə təmin etmək, bu xidmətləri asanlaşdırmaq və vətəndaşların bu xitmətləri şəffav və maneəsiz istifadəsini təmin etmək üçün informasiya kommunikasiya texnologiyalarından istifadə edilməsi zəruriyyətini öyrənmişdir [14].

Nəticə olaraq, E-dövlətə məxsus veb resurslarda dövlət-vətəndaş qarşılıqlı münasibətləri kontekstində sosiallaşmanın məntiqi nəticəsində meydana çıxan sosial mühitin elmi nəzəriyyəyə söykənən analizinin aparılması və mövcud metod və modellərin təsnifatı nəticəsində təklif edilmiş informasiya modeli əsasında sosial şəbəkələrin aşkarlanaraq intellektual analizinin e-dövlət quruculuğunun e-demokratiya mərhələsinə yüksəldilməsində əhəmiyyəti aktual məsələdir.

2. E-dövlət: əsas anlayışlar, konsepsiyalar, müasir vəziyyətinin təhlili

Yaşadığımız əsrdə texnalogiyalrın inkişafı ilə fiziki olaraq dünya ölkələri arasında sərhədlər məhdudlaşmaqdadır. Belə bir mühitdə ölkələr də dəyişməyə uyğunlaşmaq və zəmanənin ehtiyaclarına görə öz strukturlarını yeniləmək məcburiyyətindədirlər. Texnologiyanın əhəmiyyətli ölçüdə özünü hiss etdirdiyi zamanımızda məlumat texnologiyalarının dövlətlər tərəfindən həm beynəlxalq rəqabəti təmin etmədə, həm də verilən milli xidmətlərin məhsuldarlığının artırılmasında və ictimai xidmətlərin vətəndaşların xidmətinə verilməsi zəruri hala gəlmişdir. Bu cür bir mühitdə də dövlətlər ənənəvi dövlət məfhumunu tərk edib, e-dövlət məfhumuna keçmək vəziyyətindədir.

Dinamik dəyişmələrin yaşandığı bir müddətdə ənənəvi bir dövlət anlayışı cəmiyyətin xidmət tələblərini kifayət qədər qarşılaya bilməməkdədir. Ayrıca dövlətin vətəndaşlarına təqdim etdiyi ictimai xidmətlərin açıq və aydın olabiləcək səviyyələrdə olması da lazımdır [15].

Bu səbəbdən; inkişaf edən texnologiya dövləti də günün ehtiyaclarına uyğun şəkildə yenidən formalaşmasına məcbur etməkdədir. Qısacası dövlətin zəmanənin gətirdiyi müasir dəyişiklərə uyğunlaşa bilməsi üçün yeni struktura keçməsi lazımdır. Bu struktur təşkilatlar, şirkətlər və vətəndaş əməkdaşlığı sayəsində formalaşacaqdır [16].

E-dövlətin inkişaf konsepsiyası tədqiq edildiyi zaman xüsusilə 60 və 70 ci illərdə məlumat texnologiyalarının yalnız məlumat əməliyyatlarının avtomatlaşdırılmasında istifadə edildiyi görülməkdədir [17]. W. Howard Gammon öz məqaləsində ilk dəfə olaraq bu konsepsiyaya müraciət etmişdir [18]. Heeks və Bailur's-in "Analyzing e-Government Research" [19]məqaləsinə görə W. Howard Gammon "The Automatic Handling of Office Paper Work" məqaləsində e-dövlətlə bağlı bir ifadə işlətməmişdi. Buna baxmayaraq, Gammon İnformasiya Kommunikasiya Texnologiyari (İKT) resurslarının ictimai sektorda istifadəsi haqda yazmışdır. Bu da öz növbəsində e-dövlət haqqında yazılmış ilk anlayış deməkdir.Məlumat cəmiyyətinə keçiş müddətində e-dövlətlə əlaqədar ilk böyük addımın fərdi kompüterlərin məşhurlaşması ilə birlikdə 80ci illərdə formalaşdığını deyə bilərik.

E-dövlət konsepsiyası 1990 cı illərin əvvəllərində ABŞ da tətbiq edilməyə başlanıldı. Bir neçə il ərzində e-dövlət məfhumu yerli dövlət qurumları (ştatlar) arasında sürətlə adoptasiya olunmağa başlanıldı. 1995 ci ildə bu yerli dövlət qurumlarının internetdə sadəcə 8.7 faizinin dövlət məlumatı və kiçik xidmətləri əhatə edəcək şəkildə internet səhifələri var idi (Sprecher et al., 1996) [20]. Ancaq e-dövlətə adoptasiya çox böyük sürətlə gedirdi, belə ki, 2000 ci illərdə artıq bu yerli dövlət qurumlarının 83.7 faizi e-dövlətə adoptasiya olunmuşdu və şəxsi internet səhifələrini oluşdurmuşdular [21].

Termin olaraq elektron dövlət ABŞ Milli Performans İcmalı (U. S. National Performans Review) hesabatında ilk dəfə olaraq istifadə olunmuşdur.Bəzi mənbələrdə isə bu terminin həyata keçməsi 1997-ci illərə təsadüf edir. Burn və Robins'ə görə "e-dövlət vətəndaş və şirkətlərə daha yaxşı xidmətləri çatdıra bilmək üçün icmalar arası əlaqədir" [22]. Dünya ictimaiyət hesabatı (World public report, 2003) e-dövləti indiki informasiya və kommunikasiya texnologiyalarının (İKT) tətbiqi ilə daxili və xarici əlaqələrin transformasiyasına gedən yol olaraq ifadə etmişdir [23]. Birləşmiş Millətlərə (The United Nations) görə vətəndaşlara məlumatların və elekron xidmətlərin çardırılabilməsi üçün informasiya və kommunikasiya texnologiyalarından və onun resurslarından kifayət qədər geniş istifadəsinin e-dövlət üçün önəmli olduğunu ifadə etmişdir. Bu tərifə e-dövlətin səmərəli idarəetmə və xidmətlərin çatdırılma komponentləri daxildir. Əlavə olaraq Birləşmiş Millətlər terminologiyasında e-iştirak (e-participation) daha çox e-daxil edilmə (e-inclusion) olaraq ifadə edilməkdədir [24]. Dünya Bankına (The World Bank): "E-dövlət vətəndaşlar, şirkətlər və dövlət güc strukturları arasında əlaqələrin transformasiya olunması və informasiya texnologiyalarının (geniş zolaqlı şəbəkələr, internet və mobil kompyuterlər) dövlət qurumları arasında geniş istifadəsidir [25]." Aparıcı elmi tədqiqat şirkəti olan Gartner Group'a görə e-dövlət, davamlı xidmət optimallaşdırılması, internet və yeni media vasitələrinin daxili və xarici əlaqələrinin transformasiya və idarəedilməsidir [26].Elektron ticarət haqqında Global Business'ə görə elektron dövlət, inzibati və məhkəmə hakimiyyət orqanlarının (mərkəzi və yerli qurumlar daxil edilməklə) daxili və xarici əməliyyatlarının və ictimai xidmətlərinin daha keyfiyyətli həyata keçirilməsi uçun digitallaşdırılmasıdır. [27]

E-dövlətlə bağlı yuxarıda qeyd olunan anlayışları ümumiləşdirərsək, deyə bilərik ki, e-dövlət, İKT resurslarını istifadə edərək e-xidmətlərin (vətəndaşlar, şirkətlər və dövlət qurumları arasında) istifadəsi və eyni zamanda bu konteksdə yaranmış bir sosiallaşmadır. İnformasiya texnologiyaları resurslarının dövlət sektorunda tətbiqi nəticəsində daxili administrativ xidmətlərinin idarə edilməsi və hüquqi icra fəaliyyətlərində tətbiqi önəmli rola malik olmuşdur (Carr, 2004; Porter, 2001) [28, 29]. Dövlət e-dövlət vasitəsi ilə ictimaiyyətə daha çox və daha səmərəli məlumat və xidmətlərlə təmin etmək, bu xidmətləri asanlaşdırmaq və vətəndaşların bu xitmətləri şəffav və maneəsiz istifadəsini təmin etmək üçün informasiya kommunikasiya texnologiyalarından istifadə edilməsi zəruriyyətini öyrənmişdir [30].

3. E-dövlət veb reurslarında sosial şəbəkələr

Sosioloq George Homans tərəfindən təqdim olunan Sosial Mübadilə metodologiyası insanların birbirləri ilə əlaqə qurmasında qarşılıqlı əldə etdikləri qazancın sadəcə pul deyil, yeni imkanlar, yeni münasibətlərlərin olduğunu da vurğulayır. Mübadilə prosesində başqalarına təsir edə bilmək, başqalarının hörmətini qazanmaq üçün bir tərəfin digər tərəflə nəyisə paylaşması qarşı tərəfi daha çox şey vermək təzyiqi altına salır və bu sosial şəbəkələrdə insanların daha çox informasiya paylaşmasına, öyrəndikləri yeni məlumatları, bəyəndikləri və ya əksinə bəyənmədikləri məhsul, şirkət haqqında öyrəndikləri hər hansı yeni məlumatları digər insanlarla bölüşməsinə səbəb olur[31]

E-dövlətə doğru istiqamətlənmək - dövlətlə vətəndaş və biznes nümayəndələri arasındakı qarşılıqlı əlaqə yollarını dəyişməkdir. E-dövlətin inkişafının ilk mərhələlərində dövlət istifadəçilərlə qarşılıqlı əlaqələrə çox diqqət yetirmirdi, düşünülürdü ki, əhali və biznes nümayənədələri elektron xidmətlərə "ac"-dır. Onlar elə düşünürdülər ki, e-dövlətin uğuru yalnız sürətli e-xidmət göstərməkdən aslıdır. Bir çox ölkələrdə dövlət qüvvələri bu yolla irəlilədi və istifadəçilərin məmnuniyyəti, gözləntiləri və cəmiyyətin təlabatını ödəmək haqqda düşünmədilər. Buna görədə 60-80% e-dövlət layihələri uğursuzluğa düçar olmuşdur[32].

Sosial mühit insanların yaşadığı və ya cəmiyyətdə hadisələrin baş verdiyi və inkişaf etdiyi ətraf mühitə aid edilir. Bura müxtəlif fərdlər təhsil alarkən, yaşayarkən, bir-birilə ünsiyyət saxlayarkən yaranan münasibətlər daxildi. Sosial mühit mürəkkəb qarşılıqlı əlaqələr sistemidir və bu qarşılıqlı əlaqələr insanların ailəsilə, dostları ilə, qonşuları, dövlətlə və.s. ünsiyyəti zamanı meydana gəlir. Aid olduğumuz qruplar bizim sosial mühitini əmələ gətirir.

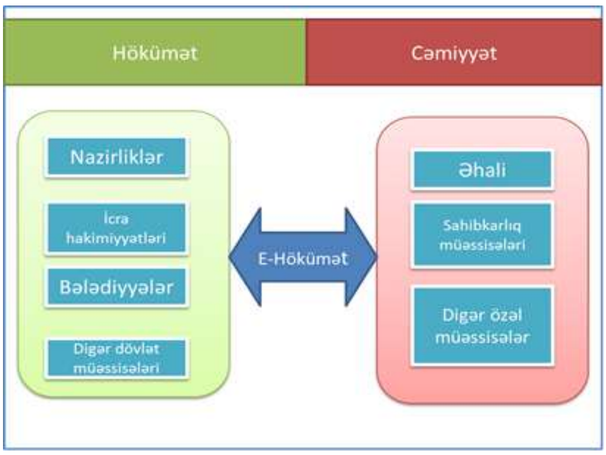
Sosial mühit hər hansı bir ölkədə cəmiyyətin adət və ənənələrindən ibarətdir. Bura həmçinin hər hansı cəmiyyətdə yaşayan insanların həyat tərzi, hobbiləri, təhsil səviyyəsi və bu kimi digər xüsusiyyətlər aid edilə bilər. Alimlər əsasən iki cür münasibətləri fərqləndirirlər:

1. Formal münasibətlər- bu cür münasibətlərə müəyyən qanunlarla tənzimlənən münasibətləri aid etmək olar. Məsələn, hər hansı təşkilata formal üzvlük, iş müqavilələrində yaranan qarşılıqlı əlaqələr və s.
2. Qeyri-formal münasibətlər- insanların dostları, qohumları, yaxınları ilə ünsiyyəti zamanı yaranan münasibətlər.

E-dövlət ümumiyyətlə məlumatların və xidmətlərin dövlətin müxtəlif qollarından əhaliyə və biznes nümayəndələrinə yönəldilməsi (çatdırılması) üçün informasiya kommunikasiya texnologiyalarına istinad edir. Beləliklə dövlət, informasiya vasitələri, proqramlar, internet üzərindən göstərilən xidmətlər və bu xidmətlərin istifadəçiləri (məs. vətəndaşlar) ilə birlikdə e-dövlətin sosial mühitini əmələ gətirir.

Yuxarıda qeyd etdiyim kimi, e-dövlətin iki böyük tərəfi var. Bir tərəfdə e-dövləti təşkil edən, yaradan və xidmətlər göstərən dövlət tərəfi, digər tərəfdə isə bu xidmətlərin istifadəçiləri (məs. vətəndaşlar) yerləşir.

Şəkil 1: E-dövlətdə sosial mühit və onun tələb və təklif tərəfləri



E-dövlətin təklif tərəfi:

Şəkil 1-də aydın olduğu kimi e-dövlətin təklif edən tərəfi kimi Nazirliklərin, İcra hakimiyyəti orqanlarının, bələdiyyə və digər dövlət orqanlarının vəhdətindən əmələ gəlir. Dövlət internet üzərindən cəmiyyətin hər bir üzvünə- fiziki və hüquqi şəxslərə xidmətlər təklif edir. Bu xidmətlərin istifadəçiləri bir növ alıcı qismində çıxış edirlər və dövlət əhalinin tələblərinə uyğun xidmətlər təklif etməlidir. Göründüyü kimi bu sahənin inkişafında dövlət böyük rol oynuyur, çünki yaradıcısı və təşkilatçısı kimi çıxış edir.

Dövlətin daxili fəaliyyətləri (Dövlətin daxili iş prosesi, "Arxa-Ofis") **-** buradövlətin nazirlikləri, dövlət agentliklərinin bir-birilə əməkdaşlığı daxildir. Burada həyata keçirilən əməliyyatlara informasiya mübadiləsi, regional palanlaşdırma, maliyyə transferləri və s. daxildir.

- ✓ Fəaliyyət prosesinin e-idarəetməsi: fəaliyyət resurslarının planlaşdırması, monitorinqi və yoxlanması (insan, maliyyə və digər resurslar).
- ✓ Dövlətdə strateji əlaqənin e-idarəedilməsi: dövlətin fəaliyyət strategiyasını və siyasətini inkişaf etdirmək, daha yaxşı həyata keçirmək üçün müxtəlif dövlət agentləri və qollarını, məlumat şöbələrini effektli şəkildə birləşdirmək.
- ✓ Sonda xüsusi səlahiyyətlər verməklə dövlət proseslərini inkişaf etdirmək: buna əvvəlki yerlərindən güclərin, resursların transfer edilməsi aiddir.

Xarici fəaliyyətlər (Dövlət və vətəndaşlar arasında əlaqələr, "Ön-Ofis") **-** Bu fəaliyyətlərə Vergilərin ödənməsi, Bilet və cərimələrin ödənməsi, Doğum və ölüm şəhadətlərinin verilməsi, İcazə Lisenziyalarının verilməsi və s. bu kimi tədbirlər daxildir

- ✓ Xarici əlaqələrin qurulması qədər bu cür təşəbbüslər də dövlət və cəmiyyət üzvləri arasında müəyyən qarşılıqlı əlaqələri bölüşdürür
- ✓ Xarici qarşılıqlı əlaqələrin qurulması, biznes nümayəndələri ilə işləmək bizneslə dövlət arasında effektli qarşılıqlı əlaqələrin qurulması mənasını verir.
- ✓ Bu həmçinin birliklərin və cəmiyyətlərin: inkişafı deməkdir: e-Cəmiyyətin həmçinin effektli əməkdaşlıqların qurulması deməkdir, hansi ki bu əməkdaşlıq vasitəsilə iqtisadi və sosial məqsədlərə nail olmaq olar.

Bu dövlət işləri yolunda yenidən təşkil prosesidir, daxili və xarici müştərilərə məlumatları, xidmətləri təklif edir. Bununla E-dövlət korrupsiyanı azaldır və bəzi digər xərcləri əhəmiyyətli dərəcədə azaldır, şəffaflığı isə artırır.

Elektron dövlət tələb tərəfi:

Veb sayt üzərindən elektron dövlətin təklif etdiyi müxtəlif xidmətləri və informasiyanı əldə edən vətəndaşlar, özəl müəssələr və digər qurumlar elektron dövlətin tələb tərəfini təşkil edir. Vətəndaşları elektron dövlətin necə təşkil olunduğu, təklif edilən xidmətlərin hansı dövlət orqanı və yaxud hansı özəl qurum tərəfindən verildiyi maraqlandırmır. Məsələn motor nəqliyyat vasitələrinin qeydiyyatının Vergi Komissiyasının funksiyası, sürücü lisenziyasının İctimai Təhlükəsizliyin funksiyası olduğunun vətəndaşlar üçün önəmi yoxdur. Vətəndaşın istəyi sadəcə vəzifələrini və istədikləri tapşırıqları mümkün olduğu qədər sürətli və asan şəkildə yerinə yetirə bilməkdir.

- ✓ Elektron dövlətin təklif etdiyi xidmətləri əldə etmək üçün ilk növbədə vətəndaş komputerlə təmin olunmalıdır. Dövlət cəmiyyətin internet resurslarından istifadəsini təmin etmək üçün əlverişli şərait və İKT infrastrukturunu yaradır. Əsas məsələ vətəndaşlar dövlət ilə müxtəlif kanallar vasitəsilə e-poçt, veb, telefon, kiosk və şəxsən əlaqə qurur ki, onlar bu kanalların hər birinin eyni sistemə, eyni prosseslərə, eyni verilənlər bazasına malik olmasını arzulayırlar ki eyni məlumatı müxtəlif orqanlar üçün yenidən daxil etməyə ehtiyac olmasın.

- ✓ Vətəndaşın e-dövlətdən gözləntisi təklif edilən xidmətin keyfiyyətinə istinad edir. Vətəndaşların e-dövlətdən istəklərinə arzuolunan xidmətin rahat şəkildə tapılması daha asan, sürətli şəkildə əldə edilməsi və yerinə yetirilməsi aid edilə bilər. Buna təklif edilən xidmətlərin vətəndaş nöqteyi-nəzərindən təşkil edilməsi də daxildir.
- ✓ Bu gün texnologiya veb saytların müştərilərin tələb və ehtiyaclarını qarşılamaq, e- dövlətdən məmnuniyyətini təmin etmək üçün fərdilləşdirməyə imkan verir. Bu vətəndaşlar üçün mühüm əhəmiyyətə malikdir.

Vətəndaşın xüsusiyyətləri:

Vətəndaşın riski və idaretməni qavrayışı, onun internet təcrübəsinin internetin istifadəsinə təsiri var və vətəndaşın xüsusiyyətləri və veb saytın dizayını elektron dövlətin qəbul edilməsi ilə birbaşa bağlıdır. Istifadəçi xüsusiyyətləri maliyyə və performans, həmçinin təhlükəsizlik və məxvilik riskinin qavrayışı ilə bağlıdır. Müştərilər öz şəxsi məlumatlarının necə istifadə olunmasından məlumatsız olduqları üçün onların prossesə nəzarətə qəbul etməsi və internet təcrübəsini genişləndirməsi, istifadə tezliyini və istifadə müddətinin artırması mühümdür. Elektron dövlətin təklif etdiyi onlayn məlumat və xidmətlərin faydalılığının vətəndaşlar tərəfindən qavranılmasının da onun qəbul edilməsində boyük əhəmiyyəti var. Təklif olunan xidmətlərin faydalılığı qədər onun asan əldə edilməsinin, həmçinin xidmətlərin keyfiyyətinin istifadəçilər tərəfindən dərkinin e-dövlətin qəbul edilməsində birbaşa təsiri var.

Dövlət üçün əhəmiyyətli olan aspekt - effektiv elektron dövlət strategiyasını inkişaf etdirməzdən əvvəl vətəndaş məmnuniyyətini təmin edən digər amillərlə yanaşı, vətəndaşın xüsusiyyətlərini düzgün başa düşülməsi vacibdir.

Elektron dövlətin tərəfdaşlıq növləri:

Elektron dövlət - dövlət və vətəndaşları, dövlət və əməkdaşları , dövlət və biznes , həmçinin dövlət və dövlət orqanları arasında rəqəmsal qarşılıqlı əlaqədir. Elektron dövlətin reallaşdırılması buraya daxil olan bir sıra qrupların-vətəndaşlar, biznes və digər dövlət qurumlarının iştirak dərəcəsindən asılıdır. Buna görədə, e-dövlət veb reursları istifadəçilərin ehtiyaclarına və İKT-nin tutumuna görə təsnif edilir.E-dövlətin müxtəlif istifadəçiləri və faydalananları e-dövlət veb resurslarının xarakterini formalaşdırır.

E-dövlət iştirak edən tərəflərlə əsasən aşağıdakı üç prinsipdə birləşir (Şəkil 2)::

a) Birinci sektora dövlət və dövlət orqanları daxilində və arasında olan əməliyyatlar daxildir.

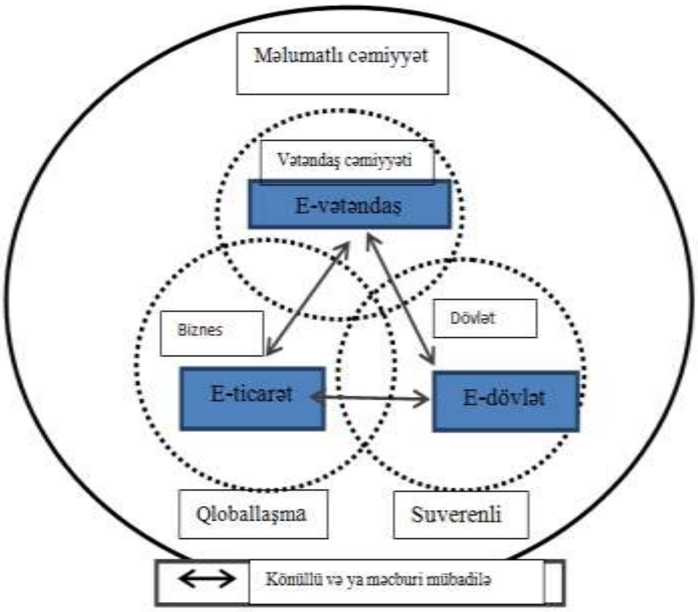
b) İkinci sektora dövlət və maraqlı tərəflər, özəl şirkətlər arasındakı qarşılıqlı əlaqələr daxildir.

c) Üçüncü sektora dövlət və vətəndaşlar arasında veb üzərindən qurulan bütün əməliyyatlar daxildir.

a) **Elektron dövlət və vətəndaşlar arasında tərəfdaşlıq**: Dövlət və vətəndaşlar arasında veb üzərindən qurulan bütün əməliyyatlar daxildir. Elektron dövlət yaradilmasının esas obyekti dövlət və vətəndaşlar arasında münasibətlərin daha səmərəli qurlmasıdır. Elektron dövlətin bu sektoru dövlət və vətəndaşlar arasında əməliyyatlarin daha asan və sürətli şəkildə həyata keçirilməsi üçündür.İnformasiya əsrində yaşayan gənclərin gündəlik həyatının əsas hissəsini şəxsi komputerlər və internet təşkil etdiyi üçün son 10 il ərzində elektron dövlətə tələbatın artacaği gözlənilir.

b) **Elektron dövlət və elektron biznes arasında tərəfdaşlıq:** Dövlət və bazarlar, dövlət və özəl şirkətlər arasında münasibətləri tənzimləyən prosses və strukturlar daxildir.

Şəkil 2: E-dövlət, vətəndaşlar və biznes arasında üçtərəfli münasibətlər



c) **Elektron dövlət və dövlət orqanları arasında tərəfdaşlıq**: Bu sektor dövlət və onun nümayəndəliklərinin daxili sistemlərini və prosseslərini bbir sistemdə birləşdirərək e- dövlətin onurğa sütunu funksiyasını daşıyır.Əsas hədəfi dövlət daxili təşkilatların prosseslərini əməkdaşlıq və tərəfdaşlıq baxımından birləşdirmək və vahid dövlət yaratmaqdır. Bu sektora dövlət qurumları arasında məlumat mübadiləsi və elektron əməliyyatların aparılması daxildir və bu sektorun esas hərəkətverici qüvvəsi əməliyyatların surətini artırmaq və xərclərini azaltmaq, həmçinin tapşırığı yerinə yetirmək üçün lazım olan işçi sayını azaltmaqla effektivliyi artırmaqdır.

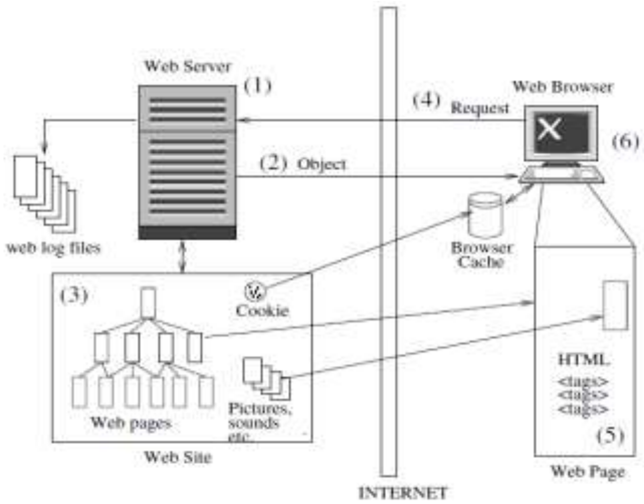
4. E-dövlət veb resurslarda sosial şəbəkələrin aşkarlanmasına dair mövcud metod və alqoritmlərin təsnifatı

E-dövlət veb resuralrında vətəndaş məmnuniyyətini artırmaq üçün vətəndaşın istəkləri çərçivəsində sosial xidmətlər verilməlidir. E-dövlət sisteminin daha vacib xüsusiyyərlərindən biri vətəndaşın tələblərinə uyğun yüksək texnologiyalı xidmətlər vasitəsilə adekvat informasiyanı təmin etməkdir. E-dövlət veb məkanında faydalı informasiyanın toplanması, aşkarlanması və analizi metodlarının istifadəsi vətəndaşlar üçün xüsusi elektron xidmətləri təmin edər. Beləki bu xidmətlər vasitəsilə vətəndaş məmnuniyyətini, yüksək keyfiyyətli xidməti, vətəndaşın qərar qəbul etmə bacarığını və sonuc olaraq social mənfəətləri artıra bilər. Ridelə görə e-dövlət informasiya xidmətlərini yenidən formalaşdırmaq vəya müasirləşdirmək üçün web mining üsulu istifadə edilərək vətəndaşın veb platformada hərəkəti izlənilməli və analiz edilməlidir [33]. Web mining termini veb mühitdə faydalı informasiyanın toplanması, biliklərin aşkarlanması və analizi kimi ifadə edə bilərik. E-dövlətlə əlaqədar elmi ədəbiyyatlar incələndiyi zaman son illər aparılan elmi-tədqiqat işlərində web mining üsullarının e-dövlət veb resurslarında istifadəsi əsas ağırlıq mərkəzinə çevrildiyini demək mümkündür [34]. Fang və Sheng daha yaxşı e-dövlət vahid pəncərə sistemini dizayn etmək üçün web mining yanaşmasını təklif etmişlər [35].Hong və Lee [36] isə web usage mining üsuluna əsaslanaraq zərərli istifadəçilərin e-dövlət veb resurlarında məmnunluqlarını artırmaq və düzgün qərar vermələrinə komek etmək üçün intellektual veb informasiya sistemini təklif etmişlər. Ricardo və Barbara istifadəçilərin veb səyfələrdə maraqlarını analiz etmək üçün web mining üsuluna əsaslanan model təklif etmişlər [37]. Suresh, Abdul Nabi, Anwar Ali və Raju veb istifadəçilər və onlar arasında qarşılıqlı əlaqəni aşkarlamaq, analiz eləmək və qiymətləndirilməsi məqsədilə web usage mining üsulundan istifadə eləmişlər [38].

Sadə veb əməliyyatları veb İstifadəçi bələdçi vasitəsilə veb serverə sorğu göndərərək İstifadəçi/server nümunəsinə [39] əsaslanır. Bilavasitə olaraq sorğu HTTP protokolunu istifadə edərək veb servere göndərilir və gözlənilən cavab veb İstifadəçiə qaytarılır.

Veb səyfələrdə istifadəçi profilinin və maraq dairəsinin əvvəlcədən təsəvvür eləmək üçün istifadəçi məmnunluğunu dərin analiz eləmək lazımdır [40]. Bunun üçün veb log fayllarının toplanması, ilkin emalı və anlizi prosesi həyata keçməlidir. Log fayllar saytların və onlara müraciət edən istifadəçilərin analizi və qiymətləndirilməsi məqsədilə istifadə olunurlar. Log fayylar istifadəçilərin müraciət vaxtı və tarixi, istifadəçinin kompüterinin IP-ünvanı, istifadəçinin brauzerinin adı, müraciət olunan səhifənin URL ünvanı və istifadəçi istinadlarını özündə əks etdirir.

Şəkil 3: Veb server – veb İstifadəçi qarşılıqlı əks əlaqə sistemi



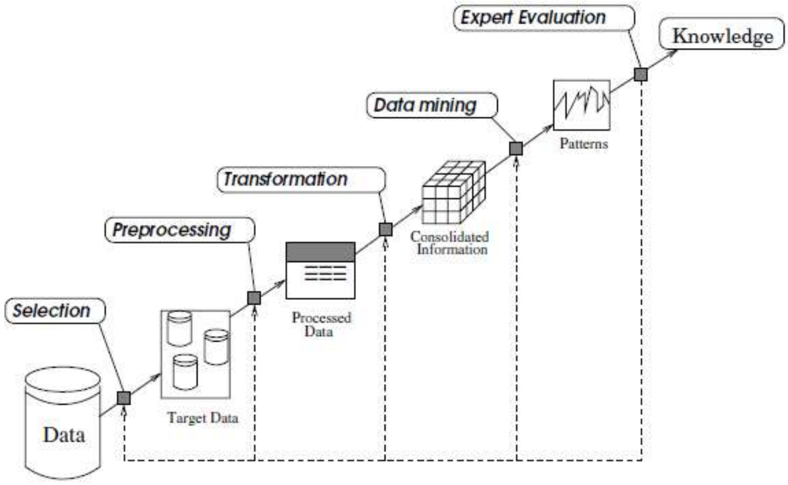
Data mining – Web serverdə toplanan qeydiyyat fayllarını (log fayllarını) verilənlərin intellektual analizi metodlarının köməyi ilə analiz edilməsi kimi tərif olunur. Data mining termini "verilənlərin intellektual analizi" və ya "verilənlərin qazılıb çıxarılması" kimi tərcümə edilir. Tez-tez Data Mining sözü ilə yanaşı "verilənlər bazasında biliklərin aşkarlanması" sözünə də rast gəlinir. Verilənlərin intellektual analizi (VİA) – nisbətən yeni elmi istiqamət olub tətbiqi statistika, süni intellekt nəzəriyyəsi, verilənlər bazası və bir sıra başqa nəzəriyyələrə əsaslanaraq, onların bazasında inkişaf edir.

Log-faylların analizi üçün verilənlərin hazırlanması və analizi aşağıdakı qaydada aparılır:

1. Maraq doğuran yazıların vaxtının və tarixinin yoxlanılması;
2. IP-ünvanın təyin edilməsi üçün istiqamətin müəyyənləşdirilməsi;
3. Sorğu olunan faylın adının və marşurutunun yoxlanması;
4. Məlumatın kodlarının öyrənilməsi;
5. İstifadəçinin işlətdiyi brauzerin təyin edilməsi;
6. İstinadların yoxlanması.

Biliklərin toplanması, aşkarlanması və analizi aşağıdakı şəkildəki kimi sistemləşdirmək mümkündür [41].

Şəkil 4: Biliklərin aşkarlanması və analizi mərhələləri (Fayyad ve b. istinadən)



Biliklərin seçilməsi, toplanılması və ilkin emailı nəticəsində yaranan məlumat şablonlarının aşkarlanması prosesi üçün data mining üsulu istifadə olunur [42].

Veb log fayllarının qazıb çıxartmaq (mining) üçün önəmli **data mining** üsulları istifadə olunur [43]. Bunlar **statistik analiz üsulu** (statistical analysis), **assosiativ qayda üsulu** (association rule mining), **klaster analizi üsulu** (clustering), **kalssifikasiya üsulu** (classification) və **ardıcıl şablonlar** (sequential pattern mining) üsullarıdır.

Statistik Analizin əsas məqsədi – peridoik hesabatlara dayanaraq sistemin performansını artırmaq, sistemin təhlükəsizliyini artırmaq və tələblər çərçivəsində sistemi mükəmməlləşdirmək üçün istifadə olunur. Statistik analiz üsulu biliklərin veb loglardan aşkarlanması üçün ən çox istifadə olunan üsuldur.

Cədvəl 1: Veb loglardan aşkarlanmış əhəmiyyətli statistik məlumatlar

Statistis Məlumatlar	Dolğun Məlumatlar
Veb səhifələrin fəaliyyət statistikası	a) Daxil olmaların ümumi sayı b) Ortalama zərbələrin (hit) sayı c) Uğurlu / uğursuz / istiqamətləndirilmiş / keş zərbələr
Diaqnostik statistika	a) Server xətaları b) Səhifə tapılmadı xətaları
Server statistikası	a) Ən yüksək səhifə ziyarəti b) Ən yüksək giriş/çıxış səhifələri c) Ən yüksək tək (bir dəfəlik) daxil olunan səhifə
İstifadəçi demoqrafik statistikası	a) Üst coğrafi yerləşmə b) Ən aktiv ölkələr/şəhərlər/təşkilatlars
Klinet statistikası	a) Veb səhifələrə, əməliyyat sistemlərinə və keşə daxil olmalar

Yuxarıdakı cədvəldə veb loglardan əhəmiyyətli məlumatların aşkarlanması göstərilməşdir.

Assosiativ qayda üsulu (association rule mining) böüyük verilənlər bazasında əlaqəli hadisələr arasındakı münasibətləri və qanunauyğunluqları tapmağa imkan verir. Assosiativ qaydalar, bazarlıq zamanı alıcıların seqmentləşdirilməsində, istifadəçinin xarakterinin analizində, əmtəə mallarının super marketlərdə yerləşdirilməsinin planlaşdırılmasında, ünvanlara göndərilmədə effektiv istifadə olunurlar. Lakin bu alqoritmlərin tətbiq dairəsi ancaq ticarət sahəsi ilə məhdudlaşmır. Onları həmçinin digər sahələrdə də uğurla tətbiq edirlər: tibbdə, Web-səhifələrdə olmaların analizində (Web Mining), mətnin analizi üçün (Text Mining), əhalinin siyahıya alınması verilənlərinin analizi üçün, telekommunikasiya avadanlıqların sıradan çıxma hallarının analizi və proqnozlaşdırılmasında və s. [44]

Assosiativ qaydaların tapılmasının klassik alqorotmi APriori alqoritmi hesab olunur [45]. Assosiativ qaydaların axtarışı zamanı assosiativ qaydaların dəstəklənməsinə və doğruluğuna hududlar daxil edilir.

Klaster analizi üsulunun əsas məqsədi – tədbiq olunan obyektlər və əlamətlər çoxluğunu uyğun anlamda bircins qruplara və ya klasterlərə bölməkdir. Beləliklə, verilənlərin klasterləşdirilməsi zamanı onlara uyğun strukturun aşkarlanması məsələsi həll olunur. Praktik tələblər zamanı sadə qruplaşdırmadan söhbət getdiyi halda klaster analizi üsulunu tətbiq etmək olar [46].

Klaster analizi üsulunun əhəmiyyətli tərəfi onun obyektlərin bir parametrə görə deyil, bütöv əlamətlər yığımına görə də bölünməsini həyata keçirməyə imkan verməsidir. Bundan başqa, əksər riyazi-statistik üsullardan fərqli olaraq klaster analizi baxılan obyektlərin növü üzərinə heç bir məhdudiyyət qoymur və praktiki olaraq ixtiyari təbiətli giriş verilənləri çoxluğuna baxmağa imkan verir [47]. Böyük verilənlər massivində *k-orta* (*k*-means) alqoritmi geniş yayılmışdır. Onun mahiyyəti ondadır ki, bütün giriş nümunələri yığımı k sinfə elə bölünür ki, siniflərin daxilində obyektlər arasındakı evklid məsafəsi minimallaşır və siniflər arasında evklid məsafəsi maksimallaşır [48].

Klassifikasıya üsulu verilmiş obyektlər çoxluğunu kateqoriyalara və siniflərə ayırır. Bu əməliyyat iki addımda həyata keçir : öyrənmə və klasifikasiya. Öyrənmə modunda ixtiyarı verilənlər nümunələri bazada olan nümunələrlə test edilərək müqayisə edilir. Klassifikasiya əməliyyatı verilmiş sərhədə çatanda proses son çatır. Klassifikasıya üsulu vasitəsilə veb platformada istifadəçi davranışını analiz eləmək mümkündür [49].

Həllər ağacı (decision trees) klassifikasıya məsələsinin həlli üçün nəzərdə tutulmuş önəmli qaydalardan biridir. Bəzən üsulun başqa adlarından istifadə edirlər – klassifikasiya ağacı, həlledici qaydalar ağacı. Onlar ağac formasında olan, "ƏGƏR...ONDA..." (if-then) tipli təsnifedici qaydaların iyerarxiyalı strukturunu yaradırlar.

Ardıcıl şablonlar üsulu zamana görə əlaqəli hadisələr arasındakı qanunauyğunluqların müəyyən edilməsini təmsil edirlər. Verilənlər bazasında oxşar qanunauyğunluqların aşkarlanması üçün hadisənin özündən əlavə müştəri və hadisələrin zamanı haqqında informasiyalar da saxlanılmalıdır.

İnternet şəbəkəsindəki informasiyanın həcminin böyüklüyü belə bir nəticəyə gətirib çıxarır ki, istifadəçinin sorğusu əsasında verilən obyektlərin həcmi həddindən artıq çox olur. Bu, öz növbəsində, alınan nəticələrin araşdırılmasını, tapılanlar arasında daha münasib materialın (məqalə, hesabat və s.) seçilməsini çətinləşdirir. Verilənlərin (bizim halda, mətnlərin) bu cür qruplaşdırılması prosesi klasterləşdirmə və ya mətnlərin klassifikasiya olunması adlanır [64].

Ardıcıl şablonlar aşkarlanması prosesində **Markov moddelləri** önəmli stoxastik yanaşma olaraq istifadə olunur. Bu model vasitəsilə istifadəçinin veb portalda daxil ola biləcək səyfələri əvvəlcədən təhmin etmək mümkündür [50].

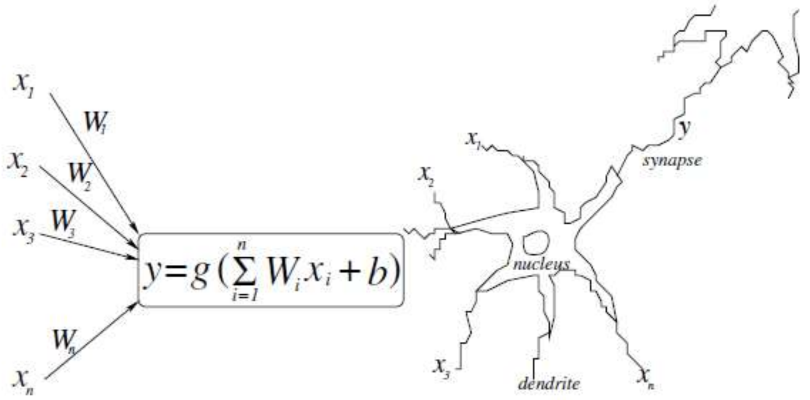
Maraqlı və təkrarlanan şablonları veb loqlar daxilindən aşkarlamaq üçün elmi tədqiqat məsələlərində bu üsul sıx-sıx istifadə olunur [51]. Ardıcıl şablonlar alqoritmləri assosiativ qaydalar alqoritmlərinə oxşardırlar. AprioriAll və AprioriSome geniş yayılmışlar. Ardıcıl şablonlar üsulunda əsas iki yanaşma əsaslanır: a) Apriori qazıb çıxarmasına əsaslanan alqoritma (**Apriori-based mining algorithm**) və b) Ümumiləşdirilmiş ardıcıl şablon qazıb çıxartma (**Generalized sequential pattern mining algorithm**) alqoritması [52].

Elmi tədqiqat qaynaqları incələndiyi zaman verilənlərin emalı, alınmış nəticələrin interpretasıyası və qısacası Data Mining məsələsinin həlli üçün elmi tədqiqatçılar tərəfindən istifadə olunan digər ən məşhur alqoritm və üsullar: Süni neyron şəbəkələrini və Özü təşkil olunan kartlardır[53].

Süni neyron şəbəkələri (Artificial Neural Network), çoxlaylı perseptron reqresiya və klassifikasiya məsələlərini həll edirlər. Neyron şəbəkələri özünü insan beynində gedən proseslərə analoji olaraq, sadə bioloji prosesləri modelləşdirən hesablama strukturu kimi təqdim edir.

Müsbət və mənfi təsirlərə reaksiyası vasitəsi ilə adaptiv öyrənmə qabiliyyətinə malik paylanmış və paralel sistemlərdir. Onların qurulmasının əsasında *süni neyron* və ya sadəcə özünün bioloji prototipinə analoji olaraq *neyron* adlanan elementar çevirici dayanır.

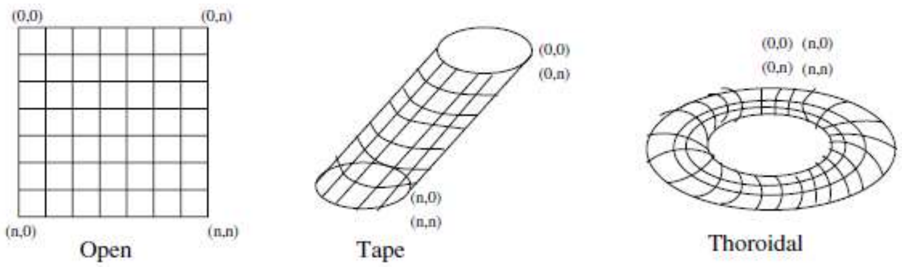
Şəkil 5: Bioloji neyronun təsviri



Özü təşkil olunan kartlar (Self Organizing Feature Maps - SOFMs) klasterləşmə və seqmentləşdirmə məsələlərinin həlli üçün istifadə olunur [54]. Özü təşkil olunan kartlar neyron şəbəkələrin bir variantıdır. Özü təşkil olunan kartlarda 3 topologiya istifadə olunur:

a) Açıq tolopogiya (Open topology) – iki ölçülü torda (massivdə) neyronlar nizamlanır.
b) Lent topologiyası (Lent tology)-neyronların en yaxın qonşuları düyünlərin sağında toplanır.
c) Thoroidal topologiyası – alınmış karta yaxın vektorlar elə giriş fəzasında da yaxın olurlar.

Şəkil 6: Özü təşkil olunan kartların topologiyası



Web mining termini Web məkanda faydalı informasiyanın toplanması, aşkarlanması və analizi kimi tərif oluna bilər. Web mining - data mining metodlarının tətbiq olunması ilə, Web-səhifələrin, Web-sənədlər arasında hiperistinadların, istifadə olunan Web-səhifələrin istifadəçiləri haqqında biliklərin əldə olunmasına imkan verir. Elmi tədqiqat qaynaqlarında Web mining terminini əsas üç istiqamətdə incələndiyi araşdırılmışdır [55].

a) Web content mining –Web məkanda Web resursların kontentə görə analiz etməklə faydalı biliklərin aşakarlanması kimi izah oluna bilər [56]. Kontent verilənləri kimi – mətn, şəkil, audio, video və ya strukturlaşdırılmış yazılar (siyahı və ya cədvəl) ola bilər.

b) Web structure mining – Web-səhifələrin strukturunu analiz etməklə Web haqqında struktur biliklərin aşakrlanması kimi tərif olunur [57]. Verilənlərin strukturuna əsasən analiz 2 sinifə ayrıla bilər:

- Hiperlinklər – bir səhifənin müəyyən hissələri və ya səhifələr arasında əlaqələri göstərir. Əgər hiperlink səhifənin müəyyən hissələrini əlaqələndirirsə bu səhifədaxili (İntra-Document), səhifələr arasında əlaqə isə səhifəarası (İnter-Document) adlandırılır.
- Sənədlərin strukturu - Web-səhifənin kontentlərini ağacvari struktur formasında, müxtəlif HTML və səhifələrin teq-ləri əsasında təsəvvür etmək olar. Burada analiz əsas etibarı ilə sənəd obyekt model (document object model) strukturunun aşkarlanmasından ibarətdir.

c) Web usage mining (WUM) –serverlərdə toplanan log-faylları (qeydiyyat jurnallarını) və digər istifadəçi verilənlərini analiz etməklə ümumilikdə İnternetdən istifadənin intellektual analizini, istifadəçi profilinin və maraq dairəsinin öyrənilməsinə dair faydalı biliklərin aşakarlanması kimi izah olunur [58]. Web usage mining aşağıdakı kimi siniflərə bölünə bilər:

- Web server data – Web-serverdə toplanan log-fayllar (IP ünvanları, reqistrasiya jurnalları, istifadəçinin müraciət vaxtı) aiddir.
- Application server data – kommersiya tipli serverlərdə: Weblogic, Broad Vision və s. toplanan verilənlər ola bilər və s.

Web məkanda faydalı informasiyanın toplanması, aşkarlanması və analizi məsələsi hal-hazırda bu istiqamətdə aparılan elmi-tədqiqat işləri daha çox maraq doğurur. Qısacası Web mining məsələsi elmi-tədqiqat işlərində aktual məsələ olaraq araşdırılır [59].

Qeyd edək ki, Web mining prosesinin göstərilən 3 istiqamətindən ən mürəkkəbi və zəif öyrəniləni WUM istiqaməti hesab olunur. Belə ki, digər iki istiqamətlə müqayisədə WUM prosesində verilənlərin toplanması olduqca çətin, bəzi hallarda isə demək olar ki, praktiki olaraq mümkün deyil. Bu səbəbdən də Web usage mining prosesi Web mining sahəsində ən zəif öyrənilən və araşdırmaya ehtiyac duyulan istiqamət hesab olunur. Hal-hazırda bu istiqamətdə aparılan elmi-tədqiqat işləri daha çox maraq doğurur [60].

6. Nəticə

E-dövlət veb resuralrında vətəndaş məmnuniyyətini artırmaq üçün vətəndaşın istəkləri çərçivəsində sosial xidmətlər verilməlidir.

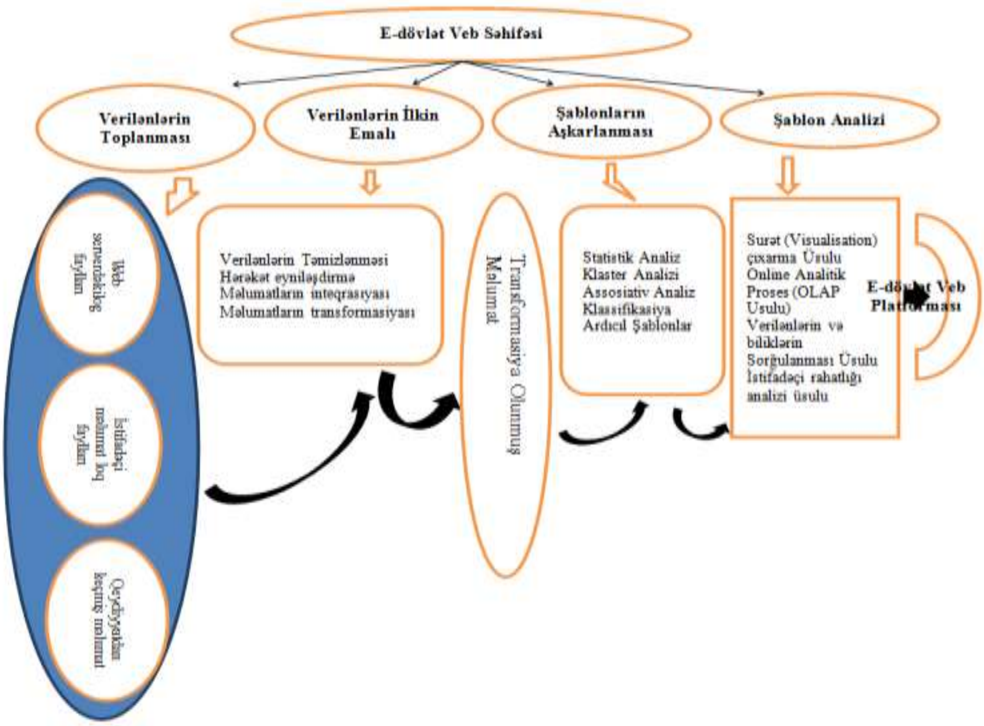
E-dövlət veb məkanında faydalı informasiyanın toplanması, aşkarlanması və analizi metodlarının istifadəsi vətəndaşlar üçün xüsusi elektron xidmətləri təmin edər. Beləki bu xidmətlər vasitəsilə vətəndaş məmnuniyyətini, yüksək keyfiyyətli xidməti, vətəndaşın qərar qəbul etmə bacarığını və sonuc olaraq sosial mənfəətləri artıra bilər.

Ridelə görə e-dövlət informasiya xidmətlərini yenidən formalaşdırmaq vəya müasirləşdirmək üçün web mining üsulu istifadə edilərək vətəndaşın veb platformada hərəkəti izlənilməli və analiz edilməlidir.

E-dövlətə məxsus veb resurslarda dövlət-vətəndaş qarşılıqlı münasibətləri kontekstində sosiallaşmanın məntiqi nəticəsində meydana çıxan sosial mühitin elmi nəzəriyyəyə söykənən analizinin aparılması və mövcud metod və modellərin təsnifatı nəticəsində təklif edilmiş informasiya modeli əsasında sosial şəbəkələrin aşkarlanaraq intellektual analizinin e-dövlət quruculuğunun e-demokratiya mərhələsinə yüksəldilməsində əhəmiyyəti aktual məsələdir.

Elmi tədqiqat işində Web usage mining (WUM) istiqaməti tədqiq olunaraq e-dövlət veb resurslarında verilənlərin ilkin emalı, şablonların aşkarlanma və analizi üçün bu sahədə olan mövcud aktual problemlər araşdırılmışdır. Aşağıdakı şəkildə e-dövlət veb reurslarında WUM üsulunun istifadə strukturu öz əksini tapmışdır (Şəkil 7).

Şəkil 7: E-dövlət veb resurslarında (platformasında) Web Usage Mining üsulunun tətbiqi



Nəticə olaraq

a) E-dövlətin ve e-dövlətdə sosial şəbkələrin müasir vəziyyəti araşdırılmış və inkişaf prespektivləri öyrənilmişdir.

b) E-dövlət veb resurslarında faydalı informasiyanın toplanması, aşkarlanması və analizi metodları tədqiq olunmuşdur.

ƏDƏBİYYAT

1. Arifoğlu, A., A. Körnes, A. Yazıcı, M.K. Akgül ve A. Ayvalı (2002), E-Devlet Yolunda Türkiye, Türkiye Bilişim Derneği: Ankara. s.12
2. OECD (2003a), The e-Government Imperative: Main Findings, Policy Brief, OECD Observer, March 2003.
3. OECD, "E-Government for Better Government", E-Government Studies Report, 2005, s. 11.
4. W. Howard Gammon writing in Public Administration Review in 1954, "The Automatic Handling of Office Paper Work".
5. Richard Heeks, Savita Bailur, "Analyzing e-government research: Perspectives, philosophies, theories, methods and practice" (ABŞ-da 1993-cü ildə 1-ci yer tutmuşdur.)
6. Sprecher, M. H., Talcove, H., & Bowen, D. (1996). Local government technology survey released. Government Technology ,1, 47–49.
7. Norris, P. (2001). Digital divide: Civic engagement, information poverty, and Internet worldwide . New York, NY: Cambridge University Press.
8. John Kamensky, Assistant to the Deputy Director of Management U.S. office of Management and Budget, The U.S. Perform Experience "The National Performance Review", http://govinfo.library.unt.edu/npr/library/papers/bkgrd/kamensky.html

9. Burn Janice and Robins Greg, "Moving towards e-government: a case study of organizational change processes", Logistics information management, 2003, Vol.24, p. 1-9.
10. "World Public Sector Report 2003: E-Government at the Crossroads", United Nations, New York 2003, Publication No.: ST/ESA/PAD/SER.E/49, p.1.
11. United Nations Public Administration Netüork (UNPAN). http://www.unpan.org/egovkb/global_reports/index.htm
12. http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTINFORMATIONANDCOMMUNICATIONANDTECHNOLOGIES/EXTEGOVERNMENT/0,,menuPK:702592~pagePK:149018~piPK:149093~theSitePK:702586,00.html
13. Shailendra C. Jain Palvia, Sushil S. Sharma, "E-government and e-governance: definitions/domain framework and status around the world"
14. Gregory G. Curtin, PhD, JD, Manuscript on E-Government accepted by Sage Publications for publication in the "Encyclopedia of Political Communications, Bedrosian Center on Governance and the Public Enterprise, University of Southern Califonia, 2007, p.2. https://bedrosian.usc.edu/files/2012/07/encyclopedia_of_political_communications.pdf
15. Arifoğlu, A., A. Körnes, A. Yazıcı, M.K. Akgül ve A. Ayvalı (2002), E-Devlet Yolunda Türkiye, Türkiye Bilişim Derneği: Ankara. s.12
16. OECD (2003a), The e-Government Imperative: Main Findings, Policy Brief, OECD Observer, March 2003.
17. OECD, "E-Government for Better Government", E-Government Studies Report, 2005, s. 11.
18. W. Howard Gammon writing in Public Administration Review in 1954, "The Automatic Handling of Office Paper Work".
19. Richard Heeks, Savita Bailur, "Analyzing e-government research: Perspectives, philosophies, theories, methods and practice" (ABŞ-da 1993-cü ildə 1-ci yer tutmuşdur.)
20. Sprecher, M. H., Talcove, H., & Bowen, D. (1996). Local government technology survey released. Government Technology ,1, 47–49.
21. Norris, P. (2001). Digital divide: Civic engagement, information poverty, and Internet worldwide . New York, NY: Cambridge University Press.
22. Burn Janice and Robins Greg, "Moving towards e-government: a case study of organizational change processes", Logistics information management, 2003, Vol.24, p. 1-9.
23. "World Public Sector Report 2003: E-Government at the Crossroads", United Nations, New York 2003, Publication No.: ST/ESA/PAD/SER.E/49, p.1.
24. United Nations Public Administration Netüork (UNPAN). http://www.unpan.org/egovkb/global_reports/index.htm
25. http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTINFORMATIONANDCOMMUNICATIONANDTECHNOLOGIES/EXTEGOVERNMENT/0,,menuPK:702592~pagePK:149018~piPK:149093~theSitePK:702586,00.html
26. Shailendra C. Jain Palvia, Sushil S. Sharma, "E-government and e-governance: definitions/domain framework and status around the world".
27. Shailendra C. Jain Palvia, Sushil S. Sharma, "E-government and e-governance: definitions/domain framework and status around the world"
28. Carr, N.G. (2004). "Does it matter? Information technology and the corrosion of competitive advantage". Boston: Harvard Business School Press.
29. Porter, A. (2002). "Accessibility of Alabama government Web sites". Journal of Government Information, 29, 303-317
30. Gregory G. Curtin, PhD, JD, Manuscript on E-Government accepted by Sage Publications for publication in the "Encyclopedia of Political Communications, Bedrosian Center on Governance and the Public Enterprise, University of Southern Califonia, 2007, p.2. https://bedrosian.usc.edu/files/2012/07/encyclopedia_of_political_communications.pdf
31. Gregory G. Curtin, PhD, JD, Manuscript on E-Government accepted by Sage Publications for publication in the "Encyclopedia of Political Communications, 2007, p.7.

32. INTRODUCING e-GOV: HISTORY, DEFINITIONS, AND ISSUES, Åke GrönlundÖrebro University, Communications of the Association for Information Systems (Volume 15, 2004)713-729

33. Riedl, R. (2003). Design Principles for EGovernment Services. In *Proc. eGov Day 200*3, Vienna, Austria.

34. Irani, Z., Al-Sebie, M., Elliman, T. (2006). Transaction Stage of e-Government Systems : Identification of its Location & Importance, *in Proceedings of the 39th HawaiiInternational Conference on System Sciences,* Hawai, USA.

35. Fang, X., Sheng, O.R.L. (2005). Designing a Better Web Portal for Digital Government: A Web-Mining Based Approach. In Proceedings of the 2005 National Conference on Digital Government Research, Atlanta, 277-278.

36. Hong, G.H., and Lee, J.H. (2005). Designing an Intelligent Web Information System of Government Based on Web Mining, *Lecture Notes in Computer Science*, 3614:1071-1078.

37. Richardo Baeza-Yates, Barbara Poblete. A Website Mining Model Cenetered on User Queries. EWMF/KDO 2005, LNAI 4289. Pp. 1-7, 2006.

38. D. Suresh Babu et al, / (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 2(5), 2011, 2390-2393.

39. J. Gallaugher and S. Ramanathan. Choosing a client/server architecture. a comparison of two-tier and three-tier systems. Information Systems ManagementMagazine, 13(2):7–13, 1996.

40. J. D. Vel´asquez, H. Yasuda, T. Aoki, and R. Weber. Data Mining, chapter A generic Data Mart architecture to support Web mining, pages 389–399. Wit Press, Ashurst, Southampton, UK, 2003.

41. G. J. Williams and Z. Huang. Modelling the kdd process: A four stage process and four element model. Technical Report TR-DM-96013, CSIRO Division of Information Technology, February 1996.

42. P. Adriaans and D. Zantinge. Data Mining. Addison Wesley, Edinbourgh, England, 1996.

43. Srivastava J., Cooley R., Deshpande M., and Tan P.-N., (2000). Web Usage Mining: Discover and Applications of Usage Patterns from Web Data. In *ACM SIGKDDExplorations*, Vol. 1, No. 2, pp. 12-23.

44. Mobasher B., Dai H., Luo T., and Nakagawa M., (2001). Effective Personalization Based on Association Rule Discovery from Web Usage Data. In *Proceedings of the 3rdInternational Workshop on Web Information and Data Management*, Atlanta, Georgia

45. Agrawal R. and Srikant R. (1994). Fast Algorithms for Mining Association. In *Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases*, Santiago, Chile, pp. 487-499.

46. Berkhin P., (2002). Survey of Clustering Data Mining Techniques. Accrue software, Technical Report.

47. Han E-H, Karypis G., Kumar V., and Mobasher B., (1998). Hypergraph based Clustering in Highdimensional Data Sets: A Summary of Results. In *IEEE Bulletin of theTechnical Committee on Data Engineering*, Vol. 21, No. 1, March 1998.

48. Banerjee A. and Ghosh J. (2000). Concept-based Clustering of Clickstream Data. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Information Technology*, pp. 145- 150.

49. B. Mortazavi-Asl. Discovering and mining user web-page traversal patterns. Master's thesis, Computing Science, Simon Fraser Univ., Canada, 2001.

50. A. Bestavros. Using speculation to reduce server loadand service time on the www. In In Proc. 4th Int. Conf. ACM International Conference onInformation and Knowledge Management, pages 782–786, Baltimore, Maryland, USA, 1995.

51. Srivastava J., Cooley R., Deshpande M., and Tan P.-N., (2000). Web Usage Mining: Discover and Applications of Usage Patterns from Web Data. In *ACM SIGKDDExplorations*, Vol. 1, No. 2, pp. 12-23.

52. Srikant R., and Agrawal R. (1996). Mining Sequential Patterns: Generalizations and Performance Improvements. In *Proceedings of the 5th International Conference onExtending Database Technology (EDBT)*, Avignon, France, pp. 3-17.

53. G.J. Myatt. Making Sense of Data. Willey-Interscience, 2007.

54. T. Kohonen. Self-Organization and Associative Memory. Springer-Verlag, 1987.

55. Cooley, R., Mobasher, B. and Srivastava, J., (1997). Web Mining: Information and Pattern Discovery on the World Wide Web, *9th International Conference on Tools with Artificial Intelligence(ICTAI '97)*, New Port Beach, CA,USA, IEEE Computer Society, 558-567.

56. Chakrabarti, S., (2000). Data Mining for Hypertext: A Tutorial Survey. *ACM SIGDDD Explorations*, 1(2):1-11.

57. Getoor, L. and Diehl, C.P. (2005). Link Mining: A Survey. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 7(2):3-12.

58. Srivastava, J., Cooley, R., Deshpande, M., and Tan, P. (2000). Web Usage Mining:Discovery and Applications of Usage Patterns from Web Data. *SIGKDD Explorations*, 1:12- 23.
59. Baldi, P., Frasconi, P., and Smyth, P. (2003). *Modeling the Internet and the Web: Probabilistic Methods and Algorithms*, Wiley, West Sussex, UK.
60. Spiliopoulou, M., and Pohle, C. (2001). Data Mining for Measuring and Improving the Success of Web Sites. *DataMining and Knowledge Discover*, 5(1-2):85-114.

JOURNAL OF BAKU ENGINEERING UNIVERSITY- MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE
2017. Volume 1, Number 1 *Pages 59-67*

UOT: 004.051

CRM SİSTEMLƏRİ VƏ ONUN TƏHSİLDƏ TƏTBİQİ

Sənarə İSMAYILOVA
Xəzər Universiteti
Bakı / AZƏRBAYCAN
sanarasuleymanova@gmail.com

XÜLASƏ

Məqalədə fəaliyyət zamanı subyektlərin real informasiya təlabatların ödənilməsi məqsədilə CRM sistemi araşdırılmış, fəaliyyətin daha səmərəli idarəolunması üçün bu texnologiyanın faydaları sadalanmış, digər sistemlərdən üstün cəhətləri şərh olunmuşdur. CRM sisteminin keçdiyi inkişaf yolu nəzərdən keçirilmiş və sistemin növləri şərh edilmişdir. Məqalədə həmçinin, CRM sisteminin təhsil və müxtəlif sahələrdə tətbiqi göstərilmişdir.

Açar sözlər: müştəri münasibətlərin idarəolunması, CRM, operativ CRM, kolabrativ CRM, analitik CRM, ROİ (Return on Investment), maksimum funksionallığı olan informasiya sistemləri, güclü funksionallığı olan informasiya sistemləri, Sales Logix informasiya sistemləri.

CRM SYSTEMS AND APPLICATION OF ITS IN EDUCATION

ABSTRACT

In article CRM system is investigated to ensure subjects of real information demands during activity, benefits of this technology are shown to manage activity more effectively, advantages of other systems are commented. Evolution of CRM system is reviewed and types of system are explained. Application of CRM system is also shown in education and other areas in this article.

Key words: customer relationship management, CRM, operational CRM, collaborative CRM, analytical CRM, ROİ (Return on Investment), maximum functionality being information systems, powerful functionality being information systems, Sales Logix information systems.

CRM СИСТЕМЫ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ОБРАЗОВАНИИ

РЕЗЮМЕ

В статье, CRM-система исследована в целях удовлетворения реальных потребностей субъектов информации, преимущества этой технологии перечислены для более эффективного управления. было прокомментировано преимущества других систем. Была рассмотрена развитие системы CRM и типы систем описаны. В статье, также система CRM были рассмотрены применения образовании и в различных областях.

Ключевые слова: управления отношений с клиентами, CRM, операционный CRM, коллаборативный CRM, аналитический CRM, ROİ (Return on Investment), информационной системы являющейся максимальной и мощной функциональностью, Sales Logix информационной системы.

Giriş

Müasir dövrümüzdə informasiya texnologiyalarının sürətli inkişafı, onların təhsil sistemində tətbiqi təhsil proqramlarının müasir tələblər səviyyəsində qurulmasına imkan verir. Məhz yeni, innovativ təlim metodlarının tətbiqi təhsilin məzmununun səmərəli mənimsənilməsini təmin edən effektiv təhsilverənin formalaşdırılması, təhsilverənlərin peşəkarlığının yüksəldilməsi, təhsilalanlara yüksək bilik və təcrübənin verilməsi, onların nailiyyətlərinin qiymətləndirilməsi üzrə yeni sistemlərin qurulması, təhsilalanların istedadının aşkar olunması və inkişaf etdirilməsi ilə bağlı müasir təlim metodologiyalarının yaradılmasını ehtiva edir.

Bu baxımdan təhsilin informasiyalaşdırılması həlli zəruri olan problemlərdən biri kimi durur. Təhsil sistemində müasir tələblərə cavab verən nailiyyətlərin əldə olunması, onun gələcəyi informasiya təminatından bilavasitə səviyyəsindən asılı olur. Ona görə də təhsilin informasiyalaşdırlması və informasiya təminatı prioritet məsələsi kimi daim diqqət mərkəsində durur.

Bu məqalədə də CRM (Customer Relationship Management) – müştəri əlaqələrinin idarə edilməsi sistemlərinə baxılır, onların təhsil sistemində tətbiqi və təhsilin səmərəliliyinin yüksəldilməsində bu sistemlərin imkanları tədqiq olunur. Məlum olduğu kimi, CRM sistemlərinin təşkilatlarda tətbiqi marketinq proseslərinin idarə olunması üçün tətbiq edilir. Bu proseslərə yeni tələbatların müəyyənləşdirilməsi, marketinqin məzmunu, gəlirlərin optimallaşdırılması və s. məsələlər aid edilir aiddir.

Aydındır ki, təhsil sistemində informasiya xidməti sistemləri də müştərilərə, yəni təhsilin iştirakçılarını (tələbələr, müəllimlər, elmi işçilər və digər istifadəçilər) üçün qurulmuş, onların tələbatlarına "köklənmiş" informasiya təminatı ideologiyasına əsaslanan texnologiyadır. Məhz buna görə də CRM texnologiyasının təhsilin informasiya təminatı sistemlərin reallaşdırılması üçün nəzəri və praktiki baza kimi müvəffəqiyyətlə tətbiq edilə bilər.

Müştərilərlə iş siyasəti, CRM

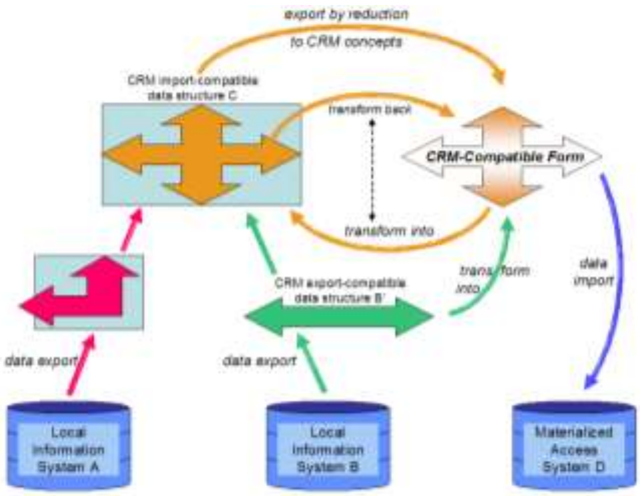
Bu gün getdikcə çətinləşən rəqabət mühitində müştəri sayının artması səbəbindən onlarla əlaqələrinin idarə olunması daha əhəmiyyətli məsələyə çevrilir. İşlərini elektron mühitə keçirən və bu sahədə məlumat axınına nəzarət edərək zəruri olan doğru məlumatların əldə olunması bütün təşkilatlar üçün önəmlidir, həmin məlumatların təhlili daha düzgün qərarların qəbul edilməsinə və optimal idarəetmənin qurulmasına kömək edir.

CRM – müştərilərlə qarşlılıqlı əlaqələrin idarə olunması texnologiyası olub müştərilərin qarşılıqlı faydalı, uzunmüddətli münasibətlərin qurulması, qorunması və inkişaf etdirilməsi prosesini özündə ehtiva edir. CRM sistemlər ilk dəfə 1993-cü ildə Tom Siebelin başçılığı ilə Siebel Systems Inc. tərəfindən praktikada reallaşdırılmışdır. Təkcə 2010-cu ildə dünya üzrə CRM texnologiyalarına xərclənən vəsaitin məbləği 11 milyard ABŞ dollarından artıq olmuşdur.

CRM texnoloji inkişafın köməyi ilə günümüzün iş dünyasında getdikcə daha çox önəm verməyə başlayan iş fəlsəfəsidir. CRM sistemi dedikdə, burada xüsusi proqram paketindən istifadə, müştərilərə münasibətdə vahid yanaşmanın mövcudluğu nəzərdə tutulur. Bu sistem müştərilərlə işləyən bütün təşkilatlarda bu və ya digər formada mövcud olur. Müştərilərlə münasibətlərin daha sistemli olmasını, müştəri xidmətinin keyfiyyətinin yüksəlməsini arzulayan təşkilatlar öz fəaliyyətlərində CRM texnologiyasından istifadə edirlər.

CRM sisteminin konseptual sxemi və iş prinsipi şəkil 1-də göstərilmişdir.

Şək.1. CRM sisteminin konseptual sxemi



Müştərilərlə iş siyasəti hər bir təşkilatın uzunmüddətli strategiyasının ayrılmaz hissəsidir. Bunu nəzərə alaraq, bütün təşkilatlarda hazırda müştərilərlə münasibətlərin idarə olunmasına xüsusi diqqət yetirilir, strateji qərarların verilməsində, resursların bölüşdürülməsində CRM texnologiyasından istifadə olunur.

CRM həmişə düşünülmüş, avtonom proqram təminatı olmadığından ona bir çox şirkətlər bu gün güvənir. Son dörd il ərzində, bir sıra biznes proqramları həyata keçirilmişdir. Bu zaman çərçivəsində CRM sistemi dəyişikliklərə məruz qalmış daha da təkmilləşmişdir.

1980-ci illərdə ilk dəfə Robert və Keyt Kestnbaum tərəfindən biznes məlumat bazası toplanıldı və müştəri informasiyası təhlil edildi. Statistik modelləşdirmədən istifadə edərək, bu məlumatlar daha sonra digər potensial alıcılarla rabitə qurmağa kömək etmək üçün istifadə edildi.

1986-cı ildə proqram təminatının idarə edilməsi ilə əlaqələrin qurulması biznes aləminə təqdim edildi. Əsasən müştəri əlaqə məlumatı səmərəli saxlanması və təşkili üçün icazə verilirdi. Onilliyin sonu proqram təminatının inkişafında fərdi kompüterlərin yayılması və server/client arxitekturanın meydana gəlməsi gözlənilməz zəmin yaratdı.

1990-cı illərin başlanğıcı əsl CRM proqram təminatına doğru ilk ciddi addım atılmışdır. Brok İdarəetmə Sistemləri kimi ilk yenilikçilər satışın avtomatlaşdırılması istiqamətində proqram təminatının idarə edilməsi əlaqəsinin inkişafına kömək etdi. Satışın avtomatlaşdırılması marketinq məlumat bazası funksiyalarının bir çoxunu özündə saxlayıb, onları avtomatlaşdırıb və əlaqə idarəedilməsi ilə birləşdirilmişdir. Bu daha çox şirkətlərə faydalı müştəri məlumatları üçün nəzərdə tutulub. Bu da inventar yoxlamaya oxşar biznes məsələlərini və müştəri ilə qarşılıqlı əlaqəyə oxşar satış məsələlərini avtomatlaşdırılmışdır.

1993-ci ildə Tom Siebel "Siebel Sistemləri" yaratmaq üçün Oracle şirkətini tərk etdi. Siebel Oracle şirkətində olarkən Şirkətinin Baş Direktoru Larri Ellison onların daxili satışın tətbiqini ayrıca məhsul kimi göstərmək və satmağa inandırmaq cəhdi uğursuz oldu. "Siebel Sistemlər"i tez bir zamanda bazarda satışın avtomatlaşdırılması üzrə aparıcı provayderə çevrildi.

1995-ci ildə satışın avtomatlaşdırılması və əlaqələrin idarəedilməsinin hərtərəfli inkişafı müasir CRM-in proqram təminatını xatırladırdı. Lakin bu yeni məhsulun hələ də düzgün adı yox idi. Müəssisə müştərilərinin idarə edilməsi və müştəri informasiya sistemi (MİS) kimi terminlərdən istifadə edilirdi. 1995-ci ilin sonunda, bu termin CRM sistemi kimi formalaşdı. Gartner tədqiqat şirkəti və Tom Siebel bu texnologiyanın bir sıra atributuna görə onu mümkün mənbə adlandırdı. Hər iki halda, CRM sənayesi son bir ad hesab olundu.

Onilliyin ötən yarısında CRM sənayesinə böyük dəyişikliklər baş verdi. Müəssisə resurslarının idarəedilməsində Oracle və Baan kimi təchizatçılar CRM-in biznes sferasına daxil oldular. Digər proqram təminatı şirkətləri CRM sisteminə keçid etməsinə baxmayaraq, SAP yeni sifarişlərində kapitallaşmaq məqsədilə bu bazara daxil oldu. Bütün rəqabətlər CRM təchizatçılarına ən yaxşı xidməti müəyyən etməkdə təkan verdi. Geniş biznes, satış və çeşidli xidmət imkanları CRM sisteminin tərkib hissəsinə daxil edildi.

1999-cu ildə CRM sənayesi üçün gərgin il oldu. Belə ki, əvvəllər intranet, extranet və internet istifadə edən e-CRM təchizatçıları CRM sənayesində mövcud olamayan daxili təşkilati əməkdaşlıq səviyyəsinə təklif edirdi. CRM sürətli bazara ilk olaraq Siebel Handheld vasitəsilə daxil oldu.

2000-ci ilin ilk illərində, Paul Greenberg "işıq sürəti ilə CRM" ("CRM at the Speed of Light") kitabında daha ətraflı bütün biznes əlaqələrini idarə edən CRM sistemindən bəhs etmişdir. Onilliyin sonuna yaxın bu CRM sənayesi üzrə ümumi düşüncə oldu.

Onilliyin ortalarında artıq bu proqram təminatı daha əhəmiyyətli oldu. Nəhəng Microsoft proqram təminatı CRM bazarına Dynamics CRM sistemi kimi daxil olmuş, Oracle Siebel və bir çox digər müəssisənin proqram təchizatcılarını əldə etdi.

2007-ci ildə Salesforce CRM sənayesində növbəti böyük dəyişikliyi yaratdı. Force.com CRM-i bütün dünyaya təqdim etdi.

CRM sisteminin hal-hazırki dövrümüzə qədər keçdiyi inkişaf yolu aşağıdakı qrafikdə öz əksini tapmışdır (Şək.2).

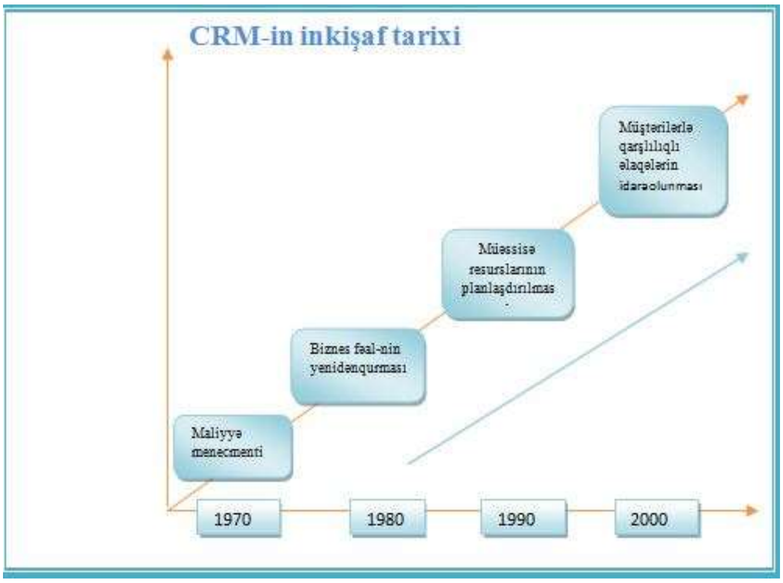
CRM sistemlərinin üç növü mövcuddur: *operativ, kolabrativ və analitik.*

Ümumiyyətlə, ***operativ CRM*** sistemlərinə öz müştərilərinin qayğısına qalan şirkət məhsulları və xidmətləri aid edilir. Bu, müxtəlif biznes əməliyyatlarının (satış, marketinq və xidmət) yerinə yetirilməsini təmin edir. Buna misal olaraq əlaqə mərkəzlərini, məlumatların ümumiləşdirmə sistemini və saytları göstərmək olar.

Kolabrativ CRM sistemləri - isə müştərilərlə kommunikasiya vasitəsi olub və müştərilər ilə birbaşa qarşılıqlı fəaliyyəti əhatə edir. Qarşılıqlı fəaliyyət web səhifə, elektron poçt, avtomatlaşdırılmış səsli cavab vasitəsilə reallaşdırıla bilər. Kolabrativ CRM təklif etdiyi xidmətləri keyfiyyətli olmağını təmin edir.

Analitik CRM - müxtəlif məqsədlər toplusunun reallaşması üçün müştəri məlumatların təhlilinə yönəldilmişdir. Ümumiyyətlə, bu, marketinq səmərəliliyinin optimallaşdıran məqsədyönlü marketinq kampaniyalarının işlənib hazırlanması və yerinə yetirilməsi üçün istifadə olunur. Analitik CRM sisteminə məhsul və xidmətdə qərar qəbuletmə, qiymət və yeni inkişaf məhsulu daxil edilir.

Şək. 2. CRM sistemlərin inkişaf dinamikası



CRM sisteminin faydaları

Hazırda CRM sistemi ən çox istifadə olunan menecment alətlərindən biri hesab olunur. CRM proqramı yalnız alətdir. Marketinq strategiyası deyil. CRM proqramı tətbiq etməmişdən öncə şirkətin marketinq strategiyası, müştərilərlə iş siyasəti olmalıdır. Bundan sonra CRM proqramının istifadəsi effektli ola bilər.

CRM sisteminin məhz özünəməxsus aşağıdakı xüsusiyyətlərini sadalamaq olar:

- Şirkət müştərilərlə işini vahid sistemdən idarə edir;
- İşlək müştəri bazası olur;
- Şirkətin bütün mağazaları və bölmələri eyni məlumat bazasından (şəbəkədən) faydalanır. Məsələn, şirkətin bir mağazası onlayn şəkildə ümumi anbardakı, hətta digər mağazadakı mal qalıqlarını görür;
- Müştərilər haqqında bütün məlumatlar onun kartoçkasında olur: Adı, telefonu, yaşadığı yer, sifarişləri, ona göndərilmiş sənədlər, müştəri ilə bütün əməliyyatlar, əlaqələndirici şəxs, email, faks və s;.
- Çox müxtəlif filtr imkanları. Müştərilərin yaşadığı ünvana görə, sifarişin həcminə görə, yaşına, cinsinə və s. görə təsnifləşdirmək olur;
- Müştərilərlə qeyri-satış əlaqələrinin qeydiyyatı və idarə olunması imkanı. Məsələn, potensial müştərilərlə görüşlərin nəticələri;
- "Reminder" (Xatırlama). Tutaq ki, potensial müştəri ilə görüşüldü, qərara aldıq ki, 10 gündən sonra zəng edilməlidir. "Reminder" qoymaqla proqram xəbərdar edəcək 10 gündən sonra. Bundan başqa, hər satışdan sonra Reminder qoymaq olar ki , 1 aydan sonra zəng edib maraqlanmaq və s;
- Menecment üçün çevik nəzarət və qərarvermə imkanı.
- Şikayətlərin və bütün növ Feedback-in idarə olunması. Belə ki, şikayətin səbəbi göstərilir, dövri (aylıq, illik) statistikalar çıxarılır ki, ən çox şikayət nə barədədir;
- Həm mövcud, həm də potensial müştərilərlə münasibətlərin mərkəzləşdirilmiş qaydada idarə olunması;
- Mağazalar, bölmələr arasındakı informasiya/sənəd mübadiləsinin avtomatlaşdırılması;
- Ən müxtəlif hesabatlar: hansı mallar daha çox satılır, hansı qrup müştərilər daha aktivdir, həftənin günlərinin müqayisəli təhlili, satış-mənfəət hesabatları və s.
- Reklamların effektivliyini müəyyən etmək olar;
- Müştərilərin məlumatlarının digər proqramlarla inteqrasiyası ilə toplum əməliyyatlar etmək olur: kampaniyalar, toplum-sms və s;
- Müxtəlif mağazaların və satış nöqtələrinin nəticələrinin (performansının) müqayisəli təhlili;
- Vaxta qənaət olunur, lazımsız kağız dövriyyəsi azalır;
- Məhsulların qruplaşdırılması imkanı (rəng, sinif, ölçü, model və s.) .

CRM sistemini digər sistemlərdən fərqləndirən üstün cəhəhləri aşağıdakılardır:

- Etibarlı informasiya bazası olur. Yəni, istədiyi informasiyanı vaxtında əldə edə bilir. İnformasiya "əlçatan" olur;
- İnsan amilinin minimumlaşdırılması. Bununla həm səhvlər azalır, həm də işçi qüvvəsinə çəkilən xərclər. Daha az işçiyə ehtiyac olur;
- Xərclərin azaldılması;
- Menecment üçün çevik nəzarət imkanı;
- İşçilərdən məlumat asılılığı azalır. İşçi işdən çıxanda məlumatla bağlı problem yaranmır;
- Müştərilərlə münasibətlər yaxşılaşır;
- Biznes prosesləri sürətlənir;

- Təchizatçılarla münasibətlər yaxşılaşır. Məsələn, dünyanın ən böyük supermarket şəbəkəsi olan Wall Mart şirkəti Retail Link sistemi ilə təchizatçılarla mağazaları əlaqələndirilib. Hər alış-veriş olduqca anbar qalığı barədə təchizatçılara birbaşa məlumat gedir;
- Vahid məlumat bazası əsasında dəyərli statistik təhlillər aparmaq olur;
- Qərarvermə prosesini asanlaşdırır. Qərarlar daha keyfiyyətli informasiya əsasında verilir;
- İnformasiya təhlükəsizliyi. Bu, həm də, hər bir işçidən asılıdır. İşçilər informasiya sisteminin əhəmiyyətini başa düşməlidir.

Belə bir sual meydana çıxır. CRM-in əsas üstünlüyünü nə hesab etmək olar? CRM sisteminin qurulması, dəstəyi və zamanla yenilənməsi ilə əlaqədar hər müştəri üzərində düşən (müştəri artımı da nəzərə alınaraq) xərclərlə müqayisə edilməlidir. Buradan yaranan fərqlər daha dəqiq qərar vermək üçün əhəmiyyətli ola bilər. Həmçinin, CRM sistemlərinə investisiya qoyularkən son dərəcə diqqətli olmaq lazımdır. Texnologiyalar üzrə dünyanın ən böyük tədqiqat şirkəti olan Gartner, Inc.-in sorğusunun nəticələrinə görə, tətbiq olunmuş CRM sistemlərinin yalnız 50%-i uğurlu hesab olunmuşdur. Əksəriyyətində tətbiq olunan biznesin özəllikləri tam nəzərə alınmamışdır. Bəzisində praktiki olmamışdır. Yəni ya əməliyyatların sürəti ilə proqramdakı iş uzlaşmamış, ya da proqramla işləyənlər üçün olduqca çətin olmuşdur. Bunun səbəblərindən biri odur ki, bəzən menecment CRM proqramını alarkən onun son məhsuluna – alınan hesabatlara, proqramla nəzarət imkanlarına diqqət yetirir, proqramla işləyən personalın qabiliyyətini və iş şəraitini nəzərə almır.

CRM sisteminin gələcəyi barədə mütəxəssislərdə ümumi fikir ondan ibarətdir ki, bu sistem gec-tez bütün normal şirkətlərdə olacaq. Proses ona doğru gedir. Bu fikri qüvvətləndirən əsas amil odur ki, müştəriyə yönəlik tədbirlər arasında CRM sistemi ən yüksək ROİ-yə malikdir. ROİ (Return on Investment) qoyulmuş investisiyaya görə götürülmüş qazancdır. ROİ aşağıdakı kimi hesablanır:

ROİ = (investisiyaya görə götürülmüş qazanc) / (qoyulmuş investisiya)

Düzdür, CRM sisteminin tətbiqi ilə əlaqədar götürülmüş mənfəəti hesablamaq çətin olsa da, kobud şəkildə hesablanmışdır ki, CRM-in tətbiqi ilə müştəri portfelini 20-30% artırmaq olur. CRM-in faydasını hesablamaqda əsas çətinlik ondadır ki, həm CRM-in faydası uzunmüddətlidir, həm də pulla ifadə olunmayan faydası kifayət qədərdir.

CRM sisteminin tətbiq sahələri

CRM sistemi şirkətin imici baxımından da əhəmiyyətlidir. Bu sistemin biznes sahəsində tətbiqi zamanı müştərilər biznes proseslərinin kortəbii deyil, sistemli olmasını hiss edirlər ki, bu, şirkət haqqında birbaşa olaraq müsbət fikir formalaşdırır.

Biznesin inkişafını təmin edən əsas amil mövcud və potensial müştərilərlə iş üzrə düzgün seçilmiş strategiyadır. Şirkət və müştərilər arasında əlaqələrin keyfiyyətli idarə olunmasında CRM sistemi (Customer Relationship Management – Müştərilərlə əlaqələrin idarə edilməsi) kömək edə bilər. Bu sistemdə müştəri müəssisənin əsas aktivi hesab olunur, buna görə də onlarla qarşılıqlı əlaqələr şirkətin əsas fəaliyyətini təşkil edir. Yalnız bir neçə halda CRM sistemi biznesdə istifadə edilmir:

- Şirkət rəqabət aparmadıqda və ya onun səviyyəsi kifayət qədər yüksək olmadıqda;
- Müştərilər təsadüfi olduqda (məsələn, əgər obyekt insanların kütləvi toplaşdığı ərazilərdə, aeroportlar, vağzallarda yerləşdikdə);

- Şirkət özünün inkişafında maraqlı olmadıqda;
- Şirkətin kompüter texnikası olmadıqda.

Qalan digər hallarda isə CRM sistemin istifadəsi müştəri haqqında informasiya ilə işləmək üçün birgə işin təşkilində səmərəli üsul sayılır.

Sistem həmçinin, bank fəaliyyətində aktualdır. Bankların müştərilər uğrunda müasir mübarizəsində qalib ən yaxşı faiz dərəcələri təklif edən deyil, vaxtında müştəriyə ona lazım olan xidmətlər təklif edən bankdır. Bu işdə əsasən CRM sistemi kömək olur, çünki orada nəinki müştəri və onun məhsulları haqqında, həm də onun istəkləri barədə informasiya saxlanılır. Sistem müştərinin bankın xidmətlərindən razılıq səviyyəsini qaldırmağa və yeni müştəriləri cəlb etməyə (köhnələrini qaytarmağa) kömək edir.

Beləliklə, CRM sistemini tətbiq edib etməmək» sualı deyil, hansı sistemdə və necə tətbiq etmək sualı əsasdır. Hazırda bazarda müştəri haqqında informasiya ilə birgə işləmək və onu təhlil etmək üçün çoxlu sayda proqramlar var. «Funksionallıq - qiymət» qarşılığında proqramları bir neçə qrupa bölmək olar:

1. Maksimum funksionallıq və qiyməti 1 milyon dollardan başlayan informasiya sistemləri. Siebel (çox geniş imkanlara malik olan CRM), Oracle E-Business Suite (CRM funksional bloku olur), SAR/R3 (CRM funksiyalı ERP), Microsoft Axapta (CRM funksiyalı ERP*). Bu sistemlər beynəlxalq səviyyəli, müştərilərlə mürəkkəb münasibətlərə malik olan böyük şirkətlərin səmərəliliyini artırmaq üçün ən funksional sistemlərdir. Onların funksiyaları, təhlil etmə qabiliyyəti, çoxlu imkanları var. Həm də prestijlidir, sərmayədarların xoşuna gəlir. Amma problem ondadır ki, qiymətinin baha olması ilə yanaşı, bu proqramlar çox uzun müddətə (2-3 ilə) və çətinliklə (personalın ciddi təlimi və biznes-proseslərin optimallaşdırılması tələb olunur) tətbiq edilir. Nəticədə adətən (xarici mətbuata görə, 80% hallarda) alıcılar istədikləri səmərəni müşahidə etmir və məyus olurlar.

2. Güclü funksionallığı və qiyməti 200 min dollardan başlayan informasiya sistemləri. Microsoft Axapta (CRM funksiyalı ERP), Microsoft Navision (CRM funksiyalı ERP), Microsoft CRM, BAAN İnvensys CRM. Bu informasiya sistemləri birinci qrupdan qiyməti və mövzu əhatəsinə görə fərqlənir. Birinci və ikinci qrup arasında funksionallıq və qiyməti arasında fərq aydın deyil. Bir qədər tez (6 aydan başlayaraq), amma eyni zamanda da çətin tətbiq olunur. Tətbiq edilməzdən əvvəl biznes proseslərini optimallaşdırılması üzrə məsləhətçilərlə iş lazım olacaq.

3. Sales Logix (orta ***qiyməti 20.000-50.000 dollar).*** Yaxşı qiymətə əla proqram təminatı hesab olunur. Lazım olduqda birinci və ikinci qrupdakı bahalı sistemlərə məxsus funksiyaların 90 %-ni təkrar edə bilər. Bir-iki aya artıq qurulmuş biznes-proseslərdə tətbiq edilir. Məsləhətçilərsiz də keçinərək çoxlu pula qənaət etmək olar.

CRM diskret proqram alətləri və texnologiyaları olub, müştəri gəlirlərinin artırılması, yeni imkanların müəyyən edilməsi, müştəri dəyərini və məmnuniyyətinin saxlanmasına xidmət edir. CRM şirkətlərin məqsədlərinə nail olmaq üçün ən yaxşı praktikaları özündə birləşdirir və qabaqcıl texnikaları tətbiq edir. CRM özündə müştəri əlaqələrinin idaəedilməsi sahələri olan komplektləşdirmə, biznes, kommunikasiya idaəedilməsi, xidmət və kömək məqsədilə avtomatik və təkmilləşmiş prosesləri cəmləşdirir.

CRM sistemlərin təhsildə tətbiqi

Dünyada təhsil müəssisələri "müştəri"lərinin (tələbə, məzun, elmi işçi, fakültənin kadr heyəti və s) idarə olunması və qarşılıqlı fəaliyyət göstərilməsində köklü dəyişikliklər edilməsinə məruz qalmışdır. 1995-ci ildə Kotler və Fox "Strategic marketing for Educational instutions" kitabında bildirmişdilər ki, ən yaxşı şirkət belə diqqətini müştərilərdən çəkmiş olsa, onda o, tez bir zamanda öz keyfiyyətini itirəcəkdir. Hələ 1980-ci ilin ortaları, 1990-cı ilin sonu universitet və kolleclərdə yenidənqurma işlərinin başlaması onların arasında rəqabətin yaranmasına səbəb oldu. İlk əvvəl təhsil müəssisələri üçün "CRM" və ya "müştəri" terminləri bir qədər qəribə səslənirdi. Belə ki, təhsil sahəsində bu termini tələbə, müəllim, abituriyent, məzun, təhsilalan sözləri ilə asanlıqla əvəz etmək olar. Təhsil sahəsində CRM sistemlərinin istifadəsinin ən yaxşı nümunələrini xarici təcrübələr təsvir edir. CRM sistemləri tələbə, müəllim və elmi işçilərin universitet, tədqiqat insititutlar və digər təhsil müəssisələri arasında əlaqələrin inkişafına səbəb olur. Əgər hal-hazırda Amerika və Avropanın universitet, kollec və məktəblərinin böyük hissəsi ödənişli əsaslarla həyata keçirilirsə, amma bizdə bu ideya artıq indi əmələ gəlir. Düzdür, təhsil müəssisələrinin tamamilə ödənişli əsaslara keçməsi təəssüf ki, bu bizim cəmiyyətə mənfi təsir göstərə bilər. Lakin ilk növbədə bu məqsəd təhsil xidmətlərinin keyfiyyətinin və ümumi təhsil səviyyəsinin yaxşılaşdırılmasına xidmət edir.

Bugünki dövrümüzdə təhsilə qoyulmuş investisiya ölçüsünü biznesə qoyulmuş investisiya ölçüsü ilə müqayisə edək. İnvestisiya qoymamışdan əvvəl tətbiq olunan sistemin bütün imkanlarının güclü və zəif cəhətlərini bilmək vacidir. Sistemin tətbiqi zamanı aşağıdakı məqamları nəzərə almaq lazımdır: bazarda mövcud mütəxəssislərin dəstəyindən istifadə və quraşdırma rahatlığını müasir texnologiyanın dəstəyini digər proqramlar və cari sistemlərin uyğunluğunun inteqrasiyası.

Bu tələblərin yalnız kiçik bir hissəsidir hansı ki, əsas diqqət ayırmaq lazımdır. CRM sisteminin əsas inkişafında əhəmiyyətli rolu onun interfeysi oynayır. Məsələn, asanlıqla demək olar ki, adətən tanış interfeys proqramı olan MS Office, geniş istifadə olunan Microsoft Dynamics CRM-i, qüsursuz inteqrasiya imkanı olan Microsoft Outlook, Office Word, Excel proqramları müəllim və akademik sfera nümayəndələrinin bu sistemlərlə işləyəndə özlərini rahat hiss etməyə imkan verir.

CRM-in idarəolunması üçün sistemin digər mühüm aspekti arxitektura hesab olunur. Düzgün seçilmiş arxitektura gələcəkdə inkişafa, sistemin icrasına və ya tələblərini yenidən icra olunması üçün təsirsiz biznes dəyişikliyinə uyğunlaşmaya müsbət təsir edir. Mobillik, miqyaslaşdırma, elastiklik, quraşdırma imkanları arxitekturanın funksiyaları hesab olunur.

Hal-hazırda CRM sistemi proqram təminatı çərçivəsindən kənara çıxıb. Reallıqda CRM fəlsəfəsi idarəetmənin daha səmərəli həyata keçirilməsinə kömək üçün proqram məhsulunun bir hissəsi olan alət kimi özünü təqdim edirdi. Bütün təhsil müəssisələrində bu fəlsəfənin tətbiqindən danışmaq çətindir.

CRM sistemlərindən elmi-pedaqoji fəaliyyət zamanı geniş tətbiq etmək, intellektual informasiya ximəti kimi onun faydalarından yararlanmaq olar. Belə ki, hər bir universitet, elmi tədqiqat institutları fəaliyyətlərində səmərəliliyi təmin etmək məqsədilə bu sistemdən istifadə edə bilər. Belə ki, bu sistemdən elmi-pedaqoji fəaliyyətin subyektləri olan tələbə, müəllim, elmi işçi və inzibati işçilər öz tələbatlarını təmin etmək üçün istifadə edə bilərlər.

Bunun üçün ilk növbədə, CRM sistemləri "müştəri"lərinin (tələbə, məzun, elmi işçi, inzibati işçi və s) maraqlarını müəyyən edir və bunlara uyğun informasiya tələbatı öyrənilir. Bunu üçün anket sorğuları aparılır, elmi ədəbiyyatdan istifadə göstəriciləri təhlil olunur, habelə onlardan daxil olmuş sorğular nəzərə alınır. Əldə edilmiş tələbatlara uyğun olaraq zəruri informasiya əldə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, informasiyanın əldə olunması yolları və mənbələri müxtəlifdir. Belə ki, informasiya ənənəvi abunə yolu ilə alınmış çap materiallarından, xarici elmi cəmiyyətlərin elektron kitabxanalarından, elektron nəşrlərdən və digər internet resurslardan, habelə elmi əməkdaşlıq xətti ilə müxtəlif elmi-tədqiqat və təhsil müəssisələrindən əldə olunur.

Növbəti mərhələdə, əldə olunmuş elmi-texniki informasiya elmi tədqiqatçıların asan istifadəsi üçün xüsusi şəkildə emal olunur. İnformasiya resursları sistemdə qeydiyyata alınaraq sistemli elektron kataloqa daxil edilir. Bundan sonra, yeni əldə olunmuş informasiya ayrı-ayrı subyektlərin informasiya tələbatlarına uyğun olaraq sistemləşdirilir.

Hazırlanmış informasiya resursları və ya onlar haqqında istiqamətverici məlumatlar informasiya xidməti sisteminin müvafiq bazalarında (kontent serverdə, konfranslar və on-line İnternet resurslar bazalarında, elektron kataloqda və s.) yerləşdirilərək, habelə elektron poçtu vasitəsi ilə bilavasitə ünvana göndərilərək müvafiq informasiya tələbatının subyektlərinə çatdırılır. Bu da elmi-pedaqoji fəaliyyətin həyata keçirilməsi zaman itkisini aradan qaldırır.

Bugün respublikamızda, müxtəli sektorlarda CRM sisteminə olan maraq bizə yaxın gələcəkdə yeni-yeni müştəri tələbatlarının ödəniləcəyini, yeni-yeni bazarların formalaşmasını işarə edir. Ümid edirik ki, Azərbaycanda da yaxın zamanlarda bu fəaliyyət sahəsi üzrə ixtisaslaşmış təcrübəli şirkətlər bazarı daha da dinamikləşərək rəqabətdə yeni səviyyə yaradacaqlar.

ƏDƏBİYYAT

1. Kumar V., Reinartz W. Customer Relationship Management. 2nd Edition. Springer, 2010
2. Foss B., Stone M. CRM in Financial Services .A Practical Guide to Making Customer Relationship Management Work. KoganPage, 2002.
3. Arman Kırım. Strateteji və bire- bir pazarlama CRM. Sistem Yayıncılık, 2001. http://www.straightmarketing.com/customer_relations_management.asp.
4. Stanley Brown. Customer Relationship Management, J.Willey, Toronto, 2000. http://www.itinfo.am/eng/customer-relationship-management/.
5. Adrian Payne. Customer Relationship Management. Cranfield University. June 2006. https://www.crmswitch.com/crm-industry/crm-industry-history/.

JOURNAL OF BAKU ENGINEERING UNIVERSITY- MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE
2017. Volume 1, Number 1 *Pages 68-72*

UOT: 004.72

ŞƏBƏKƏ FUNKSİYALARININ VİRTUALLAŞDIRILMASI

S.H. ƏLİYEVA
Bakı Dövlət Universiteti
Bakı / AZƏRBAYCAN
saliyeva@bsu.edu.az

XÜLASƏ

Şəbəkə funksiyalarının virtuallaşdırılması (NFV) şəbəkə xidmətlərinin rahatlığının artırılması, yeni xidmətlərin bazara çıxarılması vaxtının azaldılması və xərclərin aşağı salınması məqsədi ilə təklif olunan yeni texnologiyadır. NFV konsepsiyasın əsasən şəbəkə funksiyalarının fiziki infrastrukturdan ayırılmasıdır. Şəbəkə funksiyaları ilə aparat təminatı arasında əlaqənin kəsilməsi bir çox üstünlüklər vəd edir. İşdə NFV-nin ümumi konsepsiyası, tələbləri və arxitekturası araşdırılmışdır.NFV-nin imkanları həm texniki, həm də yerinə yetirilmə nöqteyi-nəzərdən qiymətləndirilmişdir. Bu məqalə ETSI NFV (NetworkFunctionVirtualization) arxitekturasını dəstəkləmək üçün mövcud olan virtuallaşdırılmış şəbəkə funksiyaları üçün model təqdim edir.

Açar sözlər: virtuallaşdırılmış şəbəkə funksiyaları, orkestrasiya, deskriptor, elementlərin idarə olunması.

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ СЕТЕВЫХ ФУНКЦИЙ

РЕЗЮМЕ

Виртуализация сетевых функций (NFV) - это новая технология, предлагаемая для увеличения удобства сетевых сервисов, сокращения времени на новые услуги и сокращения затрат. Концепция NFV - это прежде всего разделение сетевых функций от физической инфраструктуры. Отключениесвязи между сетевыми функциями и аппаратной поддержкой обещает много преимуществ. В работе рассматривалась общая концепция, требования и архитектура NFV. Возможности NFV оценивались как с технической точки зрения, так и с точки зрения производительности. В этой статье представлена модель виртуальных сетевых функций, доступных для поддержки архитектуры ETSI NFV (Network Function Virtualization).

Ключевые слова:виртуализация сетевых функций, оркестрация, дескриптор, администрирование элементов.

NETWORK FUNCTIONS VIRTUALIZATION

ABSTRACT

Virtualization of network functions (NFV) is a new technology offered to increase the convenience of network services, reduce the time for new services and reduce costs. The concept of NFV is, first of all, the separation of network functions from physical infrastructure. Disabling the connection between network functions and hardware support promises many benefits. The work examined the general concept, requirements and architecture of NFV. The capabilities of NFV were evaluated from a technical point of view, and in terms of performance. This article presents a model of virtualized network functions available to support the ETSI NFV (Network Function Virtualization) architecture.

Keywords: virtualized network functions, orchestration, descriptor, Element Manager.

Giriş

Hər bir şəbəkə bir çox müxtəlif təyinatlı aparat qurğularından ibarətdir və onların müxtəlifliyi ildən ilə artır.Hər hansı bir yeni şəbəkə xidmətinin işə salınması avadanlıqların, yeni enerji mənbələrinin və bu texnika ilə işləməyi bacaran ixtisaslaşmış işçilərə ehtiyac yaradır. Bundan əlavə, şəbəkə qurğuları sürətlə yenilənir. Texnologiyanın inkişafı və innovasiyaların yaranması sürətləndiyindən avadanlıqların xidmət müddəti qısalır. Bu səbəbdən şəbəkənin inkişafı üçün olunan xərclər ilə bu xərclərin yönəldiyi gəlirlərin artımı tərs mütənasib olur. Artıq aydındır ki, bu xərclərin azaldılması üçün standart şəbəkə texnologilarının quruluşunda ciddi dəyişikliklər etmək vacibdir.

Texnologiyanın inkişafı ilə simsiz şəbəkələrdə də müəyyən dəyişikliklər gedir, artıq trafikin-dəyişmə sxemi, mobilliyin artması və bulud xidmətlərin təsiri nəzərə alınmalıdır. Əvvəllər trafik əsasən P2P və ya kliyent-server tipli olurdu. Hal-hazırda bir-birini əvəz edə bilən, qarşılıqlı əlaqədə olan serverlərin təmin etdiyi kliyent/xidmət "bulud xidmət" modelinə keçmişik. İstifadəçilərin artması, cihazların dəyişməsi onlar arasında qarşılıqlı əlaqəni də dəyişir. Bulud xidmətlər və "big-data"-nın gəlişi ilə verilənlər bazasının vəşəbəkə resurslarının miqyaslaşdırılması, uyğunluğu,təhlükəsizliyinin artırılması nöqteyi-nəzərdən verilənlərin ötürülməsi və idarə olunmasınımürəkkəbləşdirdi. Bu problemlərə həll kimişəbəkə funksiyalarının virtuallaşdırılmasıtəklif olunur. Şəbəkə funksiyalarının virtuallaşdırıması(NFV) Avropa Telekommunikasiya Standartları İnstitutunun OSİ modelinin 4-7 laylarının virtullaşdırılmasını tədqiq etmək üçün yaradılmış qrupudur. Ümumiyyətlə 3 tip virtuallaşdırılma mümükündür. Birinci hostunvirtuallaşdırılması, hansı ki, cihazı istifadəçı/proqram təminatından ayırır. İkinci şəbəkənin virtuallaşdırılması, yəni şəbəkədə olan bütün aparat və proqram təminatı ayrılaraq birlikdə bir qurum kimi istifadə olunur. Üçüncü tip isə, şəbəkə funksiyalarının virtuallaşdırılmasıdır [1]. Bu zamanşəbəkədə olan sərhədmarşrutizatorlar və ya WAN sürətləndirici kimi individual funksiyalar ayrılaraq birlikdə kommunikasiya xidmətini təmin edir.

Tədqiqat işinin müzakirəsi və nəticələri

Şəbəkə funksiyalarının virtuallaşdırılmasında əsas cəhət sorğuya əsasən virtual resursların xidmətəverilməsidir. Bunun nəticəsində serverlərin, verilənlər bazasının və şəbəkə resurslarının optimal istifadəsi təmin olunur. Bu məqsəd üçün NFV-də MANO (Managment and Orchestration) komponenti nəzərdə tutulmuşdur [2].Orkestrasiya dedikdə mürəkkəbkompüter sistemlərinin və xidmətlərinin avtomatik yerləşdirilməsi, koordinasiyası və idarə olunması başa düşülür.MANO daxilində əsasən 3 tip menecer var:

- VIM-virtuallaşdırılmışinfrastrukturun meneceri
- VNFM-virtuallaşdırılmış olunmuş funksiyaların meneceri
- NFV orkestratoru
- Depolar(melumat bazası) qrupu

Həmçinin MANO-nunxaricində də 2 blok var: şəbəkə elementlərini idarə edən ənənvi sistem-EM və operatorun ənənvi OSS/BSS sistemləri. Onların MANO-nun tərkibində olmadıqlarına baxmayaraq, aralarında məlumat mübadiləsi baş verir [3].

VIM-virtuallaşdırılmış infrastrukturun meneceri vahid NVFI domenində resursların istifadə olunmasını idarə edir. Resurs olaraq həm fiziki (serverlər, yaddaş qurğuları, şəbəkə cihazları), həm virtual (virtual maşınlar), həm də proqram resursları (hipervizorlar) başa düşülür. Vahid domen o deməkdir ki, MANO-nun tərkibində bir neçə VIM ola bilər və hər biri öz NFVI infrastrukturunun domeninin idarə edir. Ümumiyyətlə VIM-in əsas funksiyaları aşağıdakılardır:

- NFVIdomenində virtual resursların fəaliyyəti dövrünün(lifecycle), yəni NFVI domeninin fiziki resurslarında virtual maşınların (VM) yaradılması, təminatı və işinin sona çatması proseslərinin idarə olunması
- Virtual maşınların və onlara təyin olunmuş fiziki resursların qeydiyyata alınması
- Proqramların və virtual resursların səhvlərinin, quruluşlarının, hesabatlarının, məhsuldarlığının, qısaca-FCAP(fault, configuration, accounting,performance), idarə olunması
- Fiziki və virtual resursların digər idarəetmə sistemlərinə təqdim olunmaq üçün istifadə olunan tətbiqlərinin proqramlaşdırıla bilən interfeyslərinə dəstək

VIM və NFVI üzərində iş OpenPlatformfor NFV təşkilatının əsas məsələlərindəndir. Onların əsas məqsədi NFV-nin yeni məhsullarının və xidmətlərinin tətbiq olunmasını, həmçinin digər NFV sistemləri üçün acıq tətbiqlərin, VIM və NFVI vaxitəslərinin istifadə olunmasını sürətləndirməkdir.

VNFM-virtalşəbəkə elementlərinin, məsələn, virtual marşrutizator və ya virtual kommutatorun,funksiyalarını idarə edir. Əsasən onun funksiyaları aşağıdakılardan ibarətdir:

- VNF-in fəaliyyət dövrünü idarə etmək, yəni, virtual şəbəkə elementlərini yaranmasına, işləməsinə və silinməsinə nəzarət
- VNF-in və şəbəkə elementlərinin səhvlərinin, quruluşlarının, hesabatlarının, məhsuldarlığının, qısaca-FCAP(fault, configuration, accounting,performance), idarə olunması
- VNF-in funksiyaların miqyaslanması, yəni VNF işləyən, depo resursları olan, şəbəkənin kommutasiyası resursları olan fiziki serverin prosessorunun az və ya çoxistifadə olunmasına nəzarət

Qeyd etmək lazımdır ki, müxtəlif VNF idarə edən bir neçə VNFM meneceri eyni vaxtda işləyə bilər, və yaxud bir VNFM bir neçə VNF-i idarə edə bilər.NFVI-nindomenlərini idarə edən bir neçə VIM ola bilər. Bu zaman aşağıdakı suallar meydana çıxır:

Əgər bir qovşaqda bir neçə VIM işləyirsə, və yaxud bir VIM bir neçə qovşaqda işləyirsə onlara aid resursların işini kim kontrol və koordinasiya edir? VNFM-in müxtəlifdomenlərindən bir neçə VNF-in istifadəsi ilə kompleks xidmətlərin yaranması necə idarə və koordinasiya olunur?

Bu məsələlərin həlli ilə NFVO-nunorkestratoru məşğul olur. NFVO bir ya bir neçə qovşaqlarda olan NFVI resurslarını, VİM və ya tətbiqlərin interfeysi vasitəsi ilə koordinasiya edir,tanıyır, islədir və boşaldır[5].

Müxtəlif VNF-lərinkompleks xidmətlərinin yaranmasını xidmətlərin orkestratoruaşağıdakı kimitəşkil edir:

O uyğun VNFM-lərin koordinasiyası ilə müxtəlif VNF-lərdən kompleks xidmətlər yaradır, buna görə də ayrı-ayrı VNF-lərlə birbaşa qarşılıqlı əlaqəyə ehtiyac qalmır.Xidmətlərin orkest-rasiyası zamanı ehtiyac duyulduqca yeni VNFM-lər işə salına bilər.Şəbəkə xidmətləri topolo-giyasının idarə olunması həyata keçirilir.

Depo MANO-nun NFV-də müxtəlif məlumatları (fayllar, siyahılar) yadda saxlayır. Əsasən 4 tip depo vardır:

Şəbəkə xidmətlərinin kataloqu (NS Catalog)- burada istifadə olunan şəbəkə xidmətlərini istifadə etmə şablonları yerləşir.

Virtual şəbəkə funksiyaları kataloqu (VNF Catalog)- bütün istifadə olunan VNF deskriptorları üçün depodur. VNF deskriptoru onunqurulmasını vəişləməsini ssenarisini təsvir edən bir şablondur. VNF meneceri prosesi işə salan və fəaliyyət dövrünü idarə edən zaman ondan istifadə edir. Bu deskriptorda yerləşən məlumat həm də şəbə funksiyalarının virtuallaşdırılması orkestratorunda virtual resursların və şəbəkə xidmətlərinin idarə olunması zamanı istifadə olunur.

NFV nümunələri kataloqu (NFV Instances)-nümunələrin bütün hissələrini və uyğun VNF nümunələrinin siyahısını özündə saxlayır.

Elementlərin idarə olunması sistemi (EM) də VNFM kimi FCAPS idarəetməsini təmin edir. Lakin ondan fərqli olaraq bunu qapalı interfeyslər vasitəsilə həyata keçirir, lakin buna baxmayaraq EM VNFM ilə məlumat mübadiləsini açıq interfeyslər vasitəsilə həyata keçirir. OSS /BSS sistemi şəbəkə operatorunun biznesə dəstək və idarə olunma üçün istifadə etdiyi sistem və tətbiqi proqramlar sistemini özündə saxlayır.

Şəbəkə funksiyalarının virtuallaşdırılmasını həyata keçirmək üçün adətən şəbəkə qovşağı və ya fiziki cihaz olan səbəkə funksiyası və onun elementlərin idarə olnması sistemi (EM) virtuallaşdırırlmalıdır. NFV şəbəkə funksiyalarının yerinə yetirilməsini onun istifadə etdiyi hesablama və şəbəkə resurslarından, depolardan ayırır. O rabitə şəbəkələrinə yeni imkanlar əlavə edir və resursların təqdim olunması, xidmət olunması və idarə etməsi üçün yeni əməliyyatlar tələb edir. Hal-hazırda praktikada NFV kimi reallaşan və daxilində öz VNF idarəedicisi olan telekommunikasiya məhsulları var.Lakin bu mövcud məhsullar içərisində artıq öz NFV orkestratoru olan ancaq VNF istəyən istehlakçı üçün həll yoxdur. Bu məsələni həll etmək üçün 2 mümkün hal nəzərdən keçirilə bilər.

Birincisi, mövcud EM-in inkişafı və öz VNF idarəedicinin qurulması üçün VNF komandanın yaradılması. Lakin bu zəhmət və maddi cəhətdən effektiv həll deyil, çünki hər komanda üçün səylərin təkrarlanması lazımdır. Bəzi şəbəkə funksiyalarının zəngin idarəetmə xüsusiyyətləri var, lakin bunun tətbiqi VNF komandaları üçün çətin ola bilər. Çünki bu xüsusiyyətlərin hamısı NFV üçün nəzərdə tutulmayıb, EM kodun dəyişdirilməsi isə çətin ola bilər. Digər şəbəkə funksiyalarının isə idarəetmə əvəzinə əmr sətri interfeysi kimixüsusiyyəti olur. Bu halda idarəetmə platformasının yaradılmasına ehtiyac duyulur.

İkinci halda isə paylanmış NFV-D və onun qurulmuş olan VNF idarəedicisindən istifadə etmək lazım gəlir. Bu zaman isə infrastrukturda olan orkestratora uyğunlaşmaq problemlərini də nəzərə almaq lazımdır. Ümümiyyətləbir çox araşdırılmalar aparılsa da, Hal-hazırda VNF-in qurulması və operativ işləməsi nöqteyi-nəzərdən standart vahid VNF deskriptoru mövcud deyil. ETSI deskriptorlarüçün bəzi xüsusiyyətlər təyin etmişdir, lakin VNF-in qurulması və fəaliyyət dövrünün idarə olunması üçün ətraflı xüsusiyyətlər toplusu verilməyib.

Eyni zamanda, rabitə xidməti provayderlərixərclərin azalması və sürətin artması ümidi ilə sürətlə şəbəkə funksiyalarının virtuallaşdırılmasına keçid edirlər. Onlar öz NFV infrastrukturunda VNF-in imkanlarını göstərməsi üçün asan həllər gözləyirlər.

Məqalədə təklif olunan həll virtuallaşdırılmış şəbəkənin istənilən funksiyasını istifadə edən idarəedici interfeysin qurulmasıdır. Bu interfeys VNF-dən asılı olmadan istənilən mövcud idarəedici ilə inteqrasiya edə biləcək. Təklif olunan interfeysdəXML əsaslı iş prinsipi, mühitin konfiqurasiyası haqqında məlumat, qurulma ssenarisi və s. olacaqdır.

Proqram təminatında SSH xüsusiyyəti olan istənilən VNF ilə inteqrasiyanı təmin edən SSH və şablonlara əsaslanan mexanizmin olması nəzərdə tutulmuşdur. Bu yaxınlaşma istənilən əməliyyat sistemində vardır və ixtiyari mövcud şəbəkə funksiyaları ilə inteqrasiyaya imkan verəcəkdir. Həmçinin VİM ilə Openstack-ın inteqrasiyası üçün proqram modulu nəzərdə tutulmuşdur. VNF deskriptoru mühüm bütün hesablama, şəbəkə, yaddaş resurslarını, miqyaslama və işləmə proseslərini təsvir edəcəkdir, həmçinin müxtəlif tip qoşulmalara dəstək verəcəkdir. Hər bir VNF komponentideskriptorda olan müəyyən sayda nümunəyə əsasən bir neçə virtual maşınnümunəsi üçün yaradıla bilər.Təklif olunan proqram təminatı VNF-in tam fəaliyyət dövrünü qoşulmasını, sazlanmasını, proseslərin başlanmasını və bitməsini idarə edə bilər.Prosesin başlanmasınıvirtual sessiyalar nəticəsində alınana məlumatlar əsasında məsələn, trafikinqabiliyyəti, əllə proqram təminatı və yaxud xarici NFV orkestratoruvasitəsilə həyata keçirmək olar.Virtuallaşdırılmış şəbəkənin elementlərinin idarəetməsi VNF və onun nüsxələri ilə işləmək üçün əmr komandası interfeysi təmin edir.VNF emal olunduqdan sonra xüsusi deskriptora əsasən nüsxəsi yaranır və yeni VNF qeydiyyatı aparılır. Bu qeydiyyatda yaradılmış nüsxənin dəyişdirilməsi və idarə olunması üçün məlumat (məsələn, ip ünvan), məntiqi və fiziki resurslar yerləşir.

SSH və şablonlara əsaslanan mexanizmin iş prosesini VNF-in komponenti həyata keçirir. Qeydiyyat, deskriptor, nüsxələr və konfiqurasiyaları daxil olmaqla VNF-in bütün məzmundan giriş parametrləri kimi istifadə etmək mümkündür və çıxışa nəticə verə bilir. SSH və şablonlara əsaslanan mexanizmi görüləcək işlər ardıcıllığından ibarətdir və nümunələr-şablon şəkilində verilir.

Şəbəkə funksiyalarının virtuallaşdırılması yeni texnologiyadır və onun orkestratoru ilə əlaqədar bir çox müzakilər və araşdırmalar hələ dəaparılmaqdadır [4]. VNF və elementlərin idarə olunmasınınınkşafı individual VNF qrupundan asılıdır, hal-hazırda VNF proqram tərtibatçıları üçün qəbul olunmuş standartlar, xüsusiyyətlər və məhsullar mövcud deyil. Bu isə öz növbəsində mövcud şəbəkə funksiyalarının virtuallaşdırılmış şəbəkə funksiyalarına çevrilməsində və ETSI-nin NFV MANO qrupundan dəstək almağa ciddi çətinliklər yaradır.

Təklif edilən həll üzərində tədqiqatlar hələ də davam edir və mümkün qanunauyğunluqlar sxemi yaradılacaqdır.

ƏDƏBİYYAT

1. http://www.etsi.org/
2. ETSI. NetworkFunctionsVirtualisation; UseCases, fromhttp://www.etsi.org/technologiesclusters/technologies/nfv
3. NetworkFunctionVirtualisation; Architecturalframeworkby ETSI; ETSI GSNFV 002 v.1.1.1 (2013-10)
4. NetworkFunctionVirtualisation; usecasesby ETSI; ETSI GS NFV 001 v.1.1.1 (2013-10)
5. NetworkFunctionsVirtualization: Challenges and OpportunitiesforInnovationsby AT&T LabsResearchBedminster, NJ 07921, USA

JOURNAL OF BAKU ENGINEERING UNIVERSITY- MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE
2017. Volume 1, Number 1 Pages 73-82

UOT:002.63

EVALUATION OF ERP SOFTWARE INVESTMENT IN SMALL AND MID-SIZED ENTERPRISES

Laman HAMIDOVA
Baku Engineering University
Baku / AZERBAIJAN
leman.hemidova92@gmail.com

ABSTRACT

The software should provide more than a basic functional fit, it should provide a strategic advantage to drive efficiency and expand business. At the point when a tool is purchased that it is utilized to support the business functions of its company and give a competitive advantage. Because the technology business environment is cons tantly changing, evaluation of the software vendor is as crucial as the evaluation of the functionality. ERP software is a key component of the organization that requires care, maintenance, and upgrading. By focusing on what need and understanding the total cost of ownership of the software options, should make sure is paid the right amount for the software. In this article was used the six factors which affected to investment of ERP in SMEs and some evaluating investment methodologies.

Keywords: Information Technology, ERP,NPV, ROI, investment, small and mid-sized enterprises.

KİÇİK VƏ ORTA ÖLÇÜLÜ ŞİRKƏTLƏRDƏ ERP PROQRAM TƏMİNATINA QOYULAN İNVESTİSİYALARIN QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

XÜLASƏ

Proqram təminatı şirkətin iş prosesindəki əsas funksiyalarını daha rahat yerinə yetirməsini təmin edir, biznes stratejiyasını şirkət daxili proseslərə tətbiq etməklə daha çox gəlir əldə etməyə kömək edir. Hər hansı bir proqram təminatı alındığı zaman şirkətin biznes funksiyaları nəzərə alınmalıdır və bu rəqabətə davamlı olmalıdır. Texnologiya biznes mühitində daim dəyişir və proqram təminatını təklif edən şirkətlərin qiymətləndirilməsi onun funksionallığının qiymətləndirilməsi kimi ciddi əhəmiyyət kəsb edir. ERP proqram təminatı şirkətin əsas kompanentlərindən biridir, hansı ki, xüsusi texniki xidmət və yenilənmə tələb edir. Şirkət üçün proqram təminatı alındığı zaman ümümi xərclər hesablanmalıdır və onun düzgünlüyü yoxlanmalıdır. Bu məqalədə kiçik və orta ölçülü şirkətlərdə ERP proqram təminatına kapital qoyulmasına təsir edən altı faktor araşdırılmış və investisiya metodologiyaları qiymətləndirilmişdir.

Açar sözlər: İnformasiya Texnologiyaları, ERP, NPV, ROI, investisiya, kiçik və orta ölçülü şirkətlər.

ОЦЕНИВАНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ В ПРОГРАМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРП В МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

РЕЗЮМЕ

Программное обеспечение обеспечивает более комфортное выполнение основных функций в процессе работы компании, а также, применяя бизнес-стратегию во внутренних процессах компании, позволяет увеличивать доход. При покупке какого-либо программного обеспечения должны быть учтены бизнес-функции и конкурентоспособность данного программного обеспечения. Технологии постоянно меняются в бизнес-среде и оценивание программных обеспечений компаниями которые их предлагают имеет такое же большое значение как и оценивание их функциональности. Программное обеспечение ERP является одним из основных компонентов компании которая требует специального обслуживания и модернизации. При покупке программного обеспечения для компании должна быть вычислена её стоимость и проверена на точность. В этой статье были рассмотрены шесть факторов влияющих на вложение капитала в программное обеспечение ERP в малых и средних компаниях и были оценены методологии инвестиций.

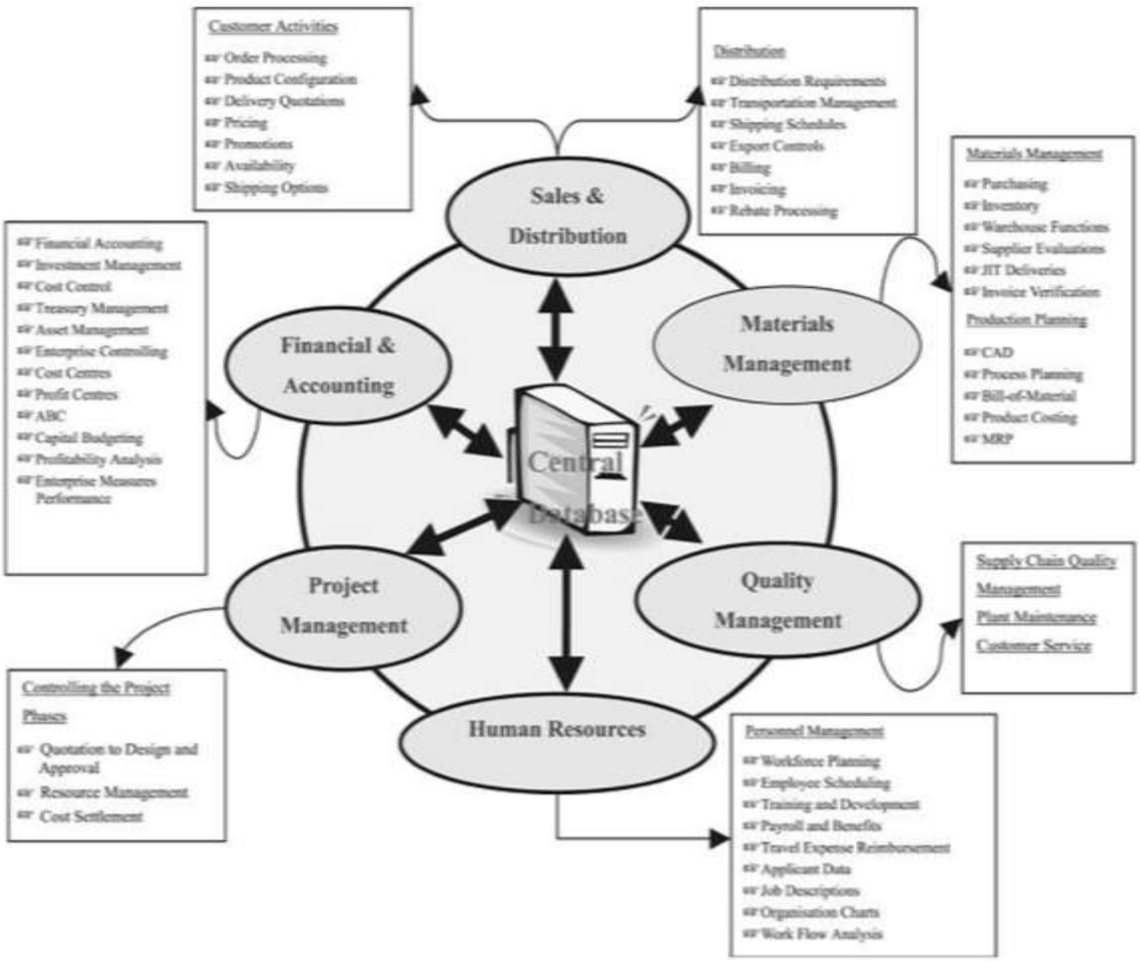
Ключевые слова: Информационные технологии, ПРП, ЧПС, ОИ, инвестиции, малые и средние предприятия.

Actuality of evaluating ERP investment

In recent past, the business environment in which companies operated has undergone profound changes. Earlier companies competed in market place on basis of performance objectives like price or quality. However, market now demands customer satisfaction and service flexibility along with competitive price and quality. To meet these challenges, organizations are employing various measures such as improved processes, better supply chain management, automation, better customer service such as Enterprise Resource Planning (ERP). ERP is a comprehensive packaged software solution that integrates organizational processes like sales, finance, purchase, inventorymanagement etc through shared information and data flows. The information/data flow and its integration results in complexity of an ERP package. It is generic in nature and need to be configured for specific organization, industry sector, and country [1].

Current industry demand to implement ERP system is fast growing despite the fact that ERP projects are the largest information technology projects in terms of project investment world-wide [2].The ERP systems as a whole are meant to support enterprises in various phases of the business, e.g., logistics, billing, sales and supply chain management. ERP systems include software applications that are typically integrated via shared data warehouse. The application software typically includes warehouse management, material management, production plan ning and management, people management, purchase management, customer relations mana-gement (CRM), and supply chain management (SCM). This figure is a whole ERP software [3].

Figure 1. ERP system



The scope of this article is defined as ROI methodology for evaluating ERP on demand for SMEs.

Tangible and Intangibles benefits of ERP

Some of the quantifiable and tangible benefits of ERP system are mentioned below: Implementation of ERP, however, does not lead to headcount reduction (redundancies of few lower ended positions of payroll and accounts payable gets counterbalanced by additional higher paid IT staff) [3].

1. Reduced level of inventory, including raw material, work in progress and finished goods, through improved planning and control.
2. Reduced materials cost through improved procurement and accounts payable practices, less obsolescence and wastage.
3. Reduced labor cost through better allocation and reduction of overtime of workmen directly involved with production such as technicians and skilled workers.
4. Improved production throughput through better scheduling of critical equipment and sub contracting operations, there by minimizing shortages, interruption and rework.
5. Reduction in the cost of after sales services.

In addition to tangible benefits, following intangible benefits also occur:

1. Integration of information resulting efficiency, transparency and effective MIS.
2. Error reduction, accuracy of inventory record.
3. Improved customer service, on time shipment, shorter order to shipment cycle.
4. Establishment of standardized procedures.
5. Improved accounting control and shorter sales to cash cycle.
6. Legal and regulatory compliance.

Evaluating ERP software

- Functionality
- Technology
- Software Vendor
- Implementation Vendor
- Support & Maintenance
- Total Cost of Ownership

Software Functionality: Software functionality is the set of decision criteria that most people think about when they embark on a software evaluation process. The software must meet your basic functional requirements in order to be a useful tool for your business. Ideally, the software should provide you with more than a basic functional fit, it should provide a strategic advantage to drive efficiency and expand your business.

Software Technology: The most important thing to remember as you evaluate technology is that you are not buying technology for its own sake. You are buying a tool that you can use to support the business functions of your company and give you a competitive advantage. Therefore, although technology is a strong consideration in the evaluation of ERP software, the functional needs of your company should drive the selection process.

Software Vendor: The software vendor is the company that develops software product and functionality and will continue to develop it in the future. Because the technology business environment is constantly changing, evaluation of the software vendor is as crucial as the evaluation of the functionality. You should not merely look at the vendor's current strength as a company, you should look at how the vendor plans to develop its software going forward. Because you will pay annual maintenance for several years, you want the vendor to create new functionality and technology that will continue to be useful to your company [4].

Software vendors use four main strategies when they acquire other software vendors or products:

- To add additional functionality to its own product
- To eliminate a competitor
- To gain entry to a vertical market
- To obtain its user base

Implementation Vendor: The most overlooked, yet often the most important, aspect of the ERP software selection process is selection of the implementation partner. The right implementation partner can bring experience, industry knowledge, best practices, and technical capabilities to the table that will have a big impact on the success of your project. It is important to understand that you have implementation options available to you. You should exercise your right to select an implementation partner on your own terms.

Maintenance and Support: The main thing to keep in mind with regard to maintenance and support is that you are not implementing a static system. You should regard your ERP software as a key component of your organization just as you would a machine on the shop floor that requires care, maintenance, and upgrading. As the software vendor improves its technology and functionality, you should be able to take advantage of those enhancements. You will then be able to maximize your investment and use the system to gain a strategic advantage [4].

Total Cost of Ownership: In general, companies spend more money on software than they should because they buy more software than they need. By focusing on what you need and understanding the total cost of ownership of your software options, you make sure you pay the right amount for your software. The challenge with evaluating the total cost of ownership of a software solution is that not all costs can be known before you begin implementation. Also, there is usually some discounting of the software license during the sales process that may obscure the total cost. The key is to look at cost from a long term perspective—usually five years—to help you get past the initial "sweet deal" discounting process and focus on what the real costs will be. You should consider three main cost areas: software license, implementation, and maintenance and support [5].

Costs of ERP

Annual ongoing costs related to ERP system can be divided into three different groups:

1. Internal Costs: How much of the company's own resource are used in the adoption of an ERP system (training, IT support, financing…)
2. External Costs: Costs from using 3rd party services (consultancy, IT vendors, contractors used to modify ERP)
3. Maintenance and support: Fees paid to annually to application vendor [2].

Investment Strategy of ERP Project

An enterprise might choose to achieve a complete as opposed to a partial implementation at the beginning of an ERP implementation project. Two possible investment strategies have been identified and given as follows:

Strategy -1 Purchase the complete, integrated ERP system from a leading ERP solution provider. A comprehensive suite of major modules are available to support business functions (finance, production, human resource, market and sales). This is followed by the project rollout whose tasks include process analysis and design, implementation tasks including system configuration, installation of software components, customization, development of interfaces, training, etc.

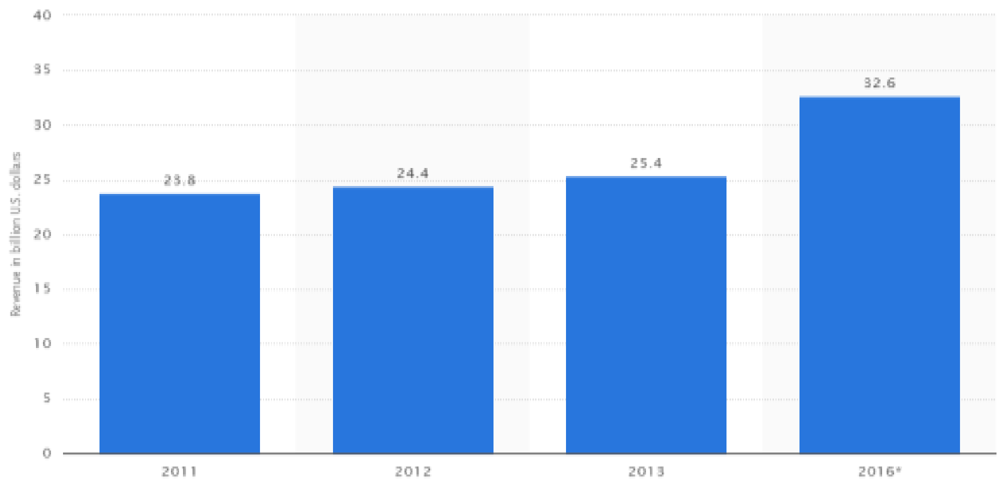
Strategy -2A Select the minimum system configuration to provide a software solution for major function departments in an enterprise;

Strategy -2B Enhance the system capabilities by including other application components for use by other departments; design and develop interface software (which is used to connect application programs) and perform overall system integration [8].

Global enterprise resource planning software revenue in 2011 and 2016 (in billion U.S. dollars)

This statistic shows the global revenue for ERP (enterprise resource planning) software from 2011 to 2013, and a forecast for 2016. The source estimates that global revenue for ERP software will reach 32.6 billion U.S. dollars by 2016.

Figure 2. ERP Implementation Success Rate Report



Source: Panorama Consulting 2013

For those of you who are working on or considering ERP implementations, whether in-house or as SaaS, Panorama consulting has release a survey that delivers some solid statistics as to the likely success of that.

Their survey was taken over the period from September 2012 to January 2013 from 172 respondents.

Among their key findings:

- Average cost of implementation was $7.3 million dollars
- Average duration 16.6 months
- 59% went over budget
- 53% failed to meet their projected schedule
- 56% realized half or less of hope-for or promised business benefits

Panorama's conclusion: "An organization is more likely to surpass its costs and timeline expectations and receive less than half of the benefits it expects than it is not."

Respondents

- 61% In-house ERP implementations
- 14% SaaS
- 14% cloud-hosted ERP
- 13% others
- Lots of different vendors with the obvious three out front: SAP, Oracle, and Microsoft.

Financial Methodologies

For the last four decades, researchers and practitioners have been proposing methods to facilitate the IT investment decision-making process. Over fifty methods or techniques originating from the disciplines of accounting, management, and finance have been recommended by researchers. In this article has shown some information of PV, NPV and ROI methodologies for evaluating ERP investment [6, 7].

Net present value analysis methodology: Net present value (NPV) is another way of carrying out present value analysis. NPV is the present value of cash flows minus the initial investment cost and may be calculated as:

$$\mathrm{NPV} = \mathrm{C} + \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \ldots + \frac{Cm}{(1+r)^{\mathrm{m}}}$$

Where C, is the initial investment, C ... C are the expected cash flows, r is the discount rate and n in the number of time periods.

If NPV is greater than zero, then make the investment.

If NPV is less than or equal to zero, then do not make the investment.

Traditional ERP evaluation uses NPV, which must be established at a specific point in time and results in a huge opportunity cost. A static now-or-never decision is made which neglects the value of postponing the project. NPV provides a measure that takes into account expected benefits and costs. A negative NPV suggests that the costs of ERP outweigh the benefits, and that management should bring to an end their ideas of using ERP. A positive NPV signals to management that the benefits outweigh the costs, justifying the investment of ERP without a need for future decision-making, simply based on the NPV result. Simple well-defined IT applications such as office automation systems (OAS) and transaction processing systems (TPS), designed to replace workers such as payroll clerks who perform repetitive tasks, work well with the NPV criteria because application costs and benefits are determined relatively easily and requirements are clear.

However, applying NPV to ERP evaluation can create problems. Firstly, ERP differs from other information systems in that substantial costs often emerge unexpectedly. This is often due to customization, training and consulting. These unpredictable costs alone imply that decisions regarding ERP must be made with more caution. In addition, ERP is not simply a larger scale equivalent to other larger scale IT applications. ERP affects the organizational reengineering process that results in a major organizational change. This change is the source of considerable benefits and unmanageable costs. Failure to identify the full costs and benefits of ERP investment can have serious problem for ERP investment. Secondly, given the rapidly changing world, the long investment process for ERP gives rise to uncertainties. ERP is significantly more time-consuming to invest than ordinary IT applications, often taking two to five years to get into operation. When implementing technology spans years, a revolution in standards can produce an entirely new paradigm, making a discontinuous gap from the old. Doubling the investment time can more than double the uncertainties. Another unique characteristic of ERP projects is the multiple-phase feature.

ERP investments are in three steps: The first is the pre-investment phase, during which the company selects the ERP system vendor to match their business vision and working process. The second is the shakedown phase during which the ERP system is starting be adopted into the business. The third is the onward phase during which the company onward upgrades the ERP adoption. Companies do not start to invest ERP systems until the pre-investment phase is ready, during which the management makes their ERP system selection process that can take 20 employees and for 14 months [6]. Therefore, before the investment of ERP projects, there is a deferral decision with which the management decides when to invest the ERP project. Evaluation of ERP investments should take the above unique ERP characteristics as well as concerning the postponement of ERP into account .The most serious problem in applying the NPV rule to ERP investment is the implicit static worldview held by NPV. NPV assumes that ERP investments are reversible, and non-deferrable. However, ERP projects are irreversible, deferrable and undertaken in conditions of uncertainty. Adopting pinpoint now-or-never evaluation by the NPV rule leads companies to give up the managerial flexibility to defer a ERP investment which is critical in successful ERP investment, can results in a huge opportunity cost for the company [7].

Suggested Investment Methodology

When a proposal is put forward for implementing an ERP system, two questions are invariably asked

1) How much it is going to cost
2) What is the pay back period.

It is always preferable to have a cost benefit analysis before embarking on ERP project. A pro perly done ROI analysis builds a business case for the project. The organization is in a better position to make a decision, set goals and deadlines. This analysis will also create a base that can be used to measure future performance of the system.

A ROI for ERP project represents metric of completed due diligence and a time phased plan that define when money will be needed and what for it will be used. ROI calculation is made by dividing monetary gain by amount spent. While it is easier to calculate the expenditure for an ERP project, it is difficult to determine the gain, as several gains from the project are intangible and not quantifiable. Typically, ROI involves a pay back period, which is the length of time taken for the cumulative expenditure equals cumulative cost of investment.

Return on Investment Methodology: Calculation of ROI

There is no standard method of calculation of ROI for an ERP project but a structured method of analysis is achievable. It may be too cumbersome and subjective to factor in intangible benefits. But these factors are important for creating an overall business case and in many instances, where ROI is not calculated, form a base line objective for the project.

First step is to determine cost of various components of the project such as consulting fees, license fee, modification and implementation cost, hardware cost etc. Maintenance fees for a pre determined period (say for three or five years) should be added to arrive at Total Cost of Ownership over the specified period. The estimated expenditure should be time phased over the period, used to calculate TCO (Total Cost of ownership).

Next step is the more difficult part which is to estimate expected benefits over a period of time. For estimating these figures, there should be wide consultation and reference to statistics emanating from various survey reports. Benefits will largely occur from the reduction of inventory level, operation cost, labor cost and improved production. Whereas the last three elements will have a direct impact on profit and loss account, the reduction in inventory will cause release of additional cash which can be assigned to a yearly value of saving, based on organization's standard internal rate of return.Relationship between time phased cost and benefit will project a time phased ROI, which will be negative at the outset and will turn positive over the pay back period.

Return on investment (ROI) methodology is another technique traditionally used in capital budgeting decisions where the rate of return of an investment is compared to the opportunity cost of capital. The return on an investment is calculated as the profit of the investment divided by the cost of the investment. If the return from the investment is greater than the opportunity cost of capital then the investment is worth more than it costs and should be undertaken. The opportunity cost of capital may be thought of as the expected return forgone by investing in the technology rather than in an equally risky investment in the capital market.

The return on investment formula:

$$\mathrm{ROI} = \frac{(Gain\ from\ Investment - Cost\ of\ Investment)}{Cost\ of\ Investment}$$

Another way to calculate ROI is to divide the net profit by the amount that was invested:

ROI (%) = Net profit / Investment x 100

1. If return is greater the opportunity cost of capital, then make the investment.
2. If return is less than or equal to the opportunity cost of capital, then do not make the investment.

Some companies are required to perform an ROI analysis to justify selection and implementation of a new ERP system. ROI analyses depend on assumptions of intangible benefits. ROI is typically determined by estimating the cost outlay and comparing that to the long run cost savings from assumptions of efficiency and time savings that result from use of the new system. In order to calculate these savings, you either need to reduce headcount or cut hours for employees that are using the new system. In reality, people are typically not let go, and the hours that had been spent in data entry into the old system shift to other new, more productive activities. Although there are many different methods of ROI analysis including payback period and economic value-added, the basic components include:

- Software license cost estimate
- Implementation cost estimate
- Software maintenance cost estimate
- Cost of capital
- Estimated hours of savings
- Time period

Because ROI is based on estimates, the validity of the ROI analysis is dependent on the accuracy of your estimates. It is important to understand that ERP software is typically not purchased based on an ROI analysis. Rather, it is used to increase efficiencies and make sure that you are able to take advantage of both the functional and technical capabilities of the system.

The purpose of ROI varies and includes:

1. Providing a rationale for future investments and acquisition decisions:
- Project prioritization/ justification.
- Facilitating informed choices about which projects to pursue (which solutions to implement).
2. Evaluating existing systems.
- Project post-implementation assessment.
- Facilitating informed decisions within the process of evaluating existing projects/solutions.
3. Performance management of the business unit and evaluation of the individual managers in decentralized companies.

Objective Reasons for ROI Popularity:

- Easy to understand and straightforward.
- Easy to compute.
- Encourages prudent detailed financial analysis.
- Encourages cost efficiency and focuses on one of the main corporate metrics – profitability.
- Being based on the accounting records, provides objective outputs.
- Data used is available in the accounting system or official documentation.
- Permits comparisons of profitability of dissimilar businesses/projects.
- Promotes accountability.
- Encourages project teams and finance/accounting practitioners to collaborate.
- Feels familiar from personal investment experience.
- Seemingly easy to collect and process data.
- Use of data and math makes creates anticipation of an accurate and definitive result.
- Single number result – simplifying for the mind.
- Provides quantifiable evidence of value.
- Single measure offers a seemingly global evaluation of performance.

Conclusion

ERP investments are costly, lengthy, and risky, replete with complex organizational factors, such as initially unknown requirements, unexpected user adoption contingencies, and rapidly changing IT environments. But the enterprises if used ERP on demand they costs will be lower they don't need so much investment for using ERP system and they avoid the upgrading, license costs, maintenance, testing, monitoring, supporting and other additional costs. It will be so good choice for small and medium enterprises. In this article has shown some information of PV, NPV and ROI methodologies for evaluating ERP investment. I think ROI methodology is the best method for evaluating ERP software. A ROI for ERP project represents metric of completed due diligence and a time phased plan that define when money will be needed and what for it will be used. ROI calculation is made by dividing monetary gain by amount spent. While it is easier to calculate the expenditure for an ERP project, it is difficult to determine the gain, as several gains from the project are intangible and not quantifiable. Typically, ROI involves a pay back period, which is the length of time taken for the cumulative expenditure equals cumulative cost of investment. ROI is a bit problematic particularly in term of unquantifiable figures. But it offer a measure of success or otherwise of the project. ROI measurements help in many circumstances specially buy in from project stakeholders, which enhance chances of a successful completion of the project.

REFERENCES

[1] Moutaz Haddara, Ondrej Zach "ERP Systems in SMEs: An Extended Literature Review" (2012)

[2] Aleksandar Bogojevski Edelson da Glória Baltazar Buanahagi Patrik Svensson "Web-based ERP Systems Wih a focus on SMEs Bachelor's"(2010)

[3] Juho Eskeli, Samuli Heinonen, Tapio Matinmikko, Päivi Parviainen, Pasi Pussinen"Challenges and Alternative solutions for ERP's" (2010)

[4] Liang-Chuan Wu Chorng-Shyong Ong Yao-Wen Hsu "ERP Investment Evaluation Based on Options Theory" (2015)

[5] Schniederjans, Marc J. Schniederjans Jamie L. Hamaker Ashlyn M. "INFORMATION TECHNOLOGY INVEST MENT Decision-Making Methodology." (2005): 119.

[6] Alexei Botchkarev Peter Andru "A Return on Investment as a Metric for Evaluating Information Systems: Taxonomy and Application"(2011)

[7] Goran MILANOV, Angelina NJEGUS"Analysis of Return on Investment in Different Types of Agile Software Development Project Teams", Informatica Economica, 2012

[8] Kamal Khanna, Gazal Preet Arneja "Choosing an Appropriate ERP Implementation Strategy", IOSR Journal of Engineering Mart, 2012

JOURNAL OF BAKU ENGINEERING UNIVERSITY- MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE
2017. Volume 1, Number 1 Pages 83-90

UOT: 510.6

DEFINING THE INTERVAL LIMITS OF REAL CUBE EQUATION ROOTS

Ilyas HASANOV, Rauf HASANOV
Neft Qaz Elmi-Tədqiqat Lahiyə İnstitutu
Bakı / AZƏRBAYCAN
rauf.hasanov1984@gmail.com

ABSTRACT

It is known that many practical and theoretical solution to address the issues brought to the cubic equation. Sometimes it is needed to solve polynomial and cubic equation for modelling the physical processes. In connection with applying math in such issues sometimes we need to clarify the borders within which this root are located while not knowing the polynomial roots. In such cases, the methods to define and distinguish the borders of the interval which includes real roots and the true polynomial coefficients are of a great importance.Therefore, in this article determination of the finite intervals of cubic equation which include roots of this equation and analytical view of this intervals are shown.

Keywords: cube, equation, real, roots, polynomial, finite, intervals, analytical, limits.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ПРОМЕЖУТКОВ В КОТОРЫХ НАХОДЯТСЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫЕ КОРНИ КУБИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

РЕЗЮМЕ

Известно что решение некоторых теоретических и практических задач, а также моделирование некоторых физических процессов требует определение границ отрезков в которых находятся корни кубического уравнения с действительными коэффициентами.

В предлагаемой статье предлагается способ по которому можно определить аналитический вид вершин таких границ.

Ключевые слова: кубическое уравнение, действительные корни, многочлен, конечные промежутки, аналитический, границы.

KUB TƏNLİYİN HƏQİQİ KÖKLƏRİNİN YERLƏŞDİYİ ARALIQLARIN TAPILMASI

XÜLASƏ

Məlumdur ki, bir çox praktik və nəzəri məsələlərin həlli kub tənliyinin həllinə gətirilir. Bəzən də bir çox fiziki prosesləri modelləşdirdikdə də polinomların həllinə o cümlədən kub tənliyinin həllinə gəlib çıxır.

Riyaziyyatın tətbiq edildiyi bu cür məsələlər ilə əlaqədar olaraq ədədi əmsallı çoxhədlinin köklərini bilmədən, bəzən həmin köklərin hansı sərhədlər daxilində olduğunu aydınlaşdırmaq lazım gəlir. Belə hallarda həqiqi əmsallı çoxhədlinin həqiqi köklərininyerləşdiyi aralıqların sərhədlərini müəyyən etmək və onları ayırmaq üsulları mühüm əhəmiyyətə malikdir. Ona görə də məqalədə kub tənliyinin köklərinin yerləşdiyi sonlu aralıqların müəyyən edilməsi, bu aralıqların analitik şəkildə verilməsi üsulu göstərilmişdir.

Açar sözlər: kub, tənlik, həqiqi, köklər, çoxhədli, sonlu, aralıqlar, analitik, sərhədlər.

Həqiqi köklərin ayrılması üçün Şturm üsulunu, çoxhədlinin əmsallarında işarə dəyişməsinə nəzərən qruplaşdırma üsulunu [1] və s. misal göstərmək olar.

Ona görə də kub tənliyinin köklərinin yerləşdiyi sonlu aralıqların müəyyən edilməsi, bu aralıqların analitik şəkildə verilməsi və köklərin istənilən dəqiqliklə tapılması böyük əhəmiyyət daşıyır. Bu məqalənin qoyduğu məqsəd çox asan və praktik üsulla köklər təkrarlanan olduqda onların dəqiq təyini, fərqli üç kökü olduğu halda isə onların yerləşdiyi və analitik şəkildə ifadə olunan aralıqlarını təyin etməkdir. Kub tənliyin həllinin müxtəlif üsulları vardır. Onları şərti olaraq analitik (dəqiq) və ədədi (təqribi) üsullara ayırırlar. Analitik (dəqiq) üsullara Kardano formulunu, Viyetin triqonometrik formulunu, Bezu teoremini, qayıtma tənliklərini misal göstərmək olar [2].

Ədədi (təqribi) üsullara Nyuton metodunu (toxunanlar, vətərlər və onların birgə tətbiqi) [1-4], Horner üsulunu, Lobarevski, iterasiya, parçanı yarıya bölmə, sürətlə enmə (qradientlə) və s. üsullarını nümunə göstərmək olar. Adları çəkilən üsulların hər birinin müəyyən üstün və mənfi cəhətləri vardır.

Təqdim edilən üsul dəqiq üsullarla hesablama üsulları arasında orta mövqe tutur. Belə ki, əgər kub tənliyin ikiqat və ya üçqat təkrarlanan kökləri olarsa, bu üsul onları dəqiq analitik yolla tapmağa imkan verir. Lakin kub tənliyin fərqli üç kökü olduqda analitik şəkildə verilmiş üç aralıq ayrılır. Aralıqların analitik şəkildə verilməsi mühəndislər üçün böyük əhəmiyyət daşıyır. Köklərin tapılmasını müxtəlif üsullarla həyata keçirmək olar, lakin fiziki prosesləri ifadə edən kub tənliyin köklərinin yerləşdiyi aralıqların analitik şəkildə verilməsi tənliyə daxil olan fiziki parametrlərin qiymətlərinin də dəyişmə aralıqlarının təyin edilməsini mümkün edir.

Indi isə bu düsturların təyininə keçək.

Məlumdur ki, [2] $ax^3+bx^2+cx+d=0$ şəklində kub tənliyin max və min nöqtələrini və artma azalma aralıqlarını tapmaq üçün aşağıdakı əməllər yerinə yetirilir. Əvvəlcə kub tənliyində x^2 -ın əmsalını yox etmək üçün $x=y+\lambda$ şəklində əvəzləmə edək. Onda

$a(y+\lambda)^3+b(y+\lambda)^2+c(y+\lambda)+d=0$ alarıq.

$$a\left(y^3+3y^2\lambda+3y\lambda^2+\lambda^3\right)+b\left(y^2+2y\lambda+\lambda^2\right)+c(y+\lambda)+d=0$$

$$ay^3+3ay^2\lambda+3ay\lambda^2+a\lambda^3+by^2+2b\lambda y+b\lambda^2+cy+c\lambda+d=0$$

$$ay^3+y^2(3a\lambda+b)+y\left(3a\lambda^2+2b\lambda+c\right)+\left(a\lambda^3+b\lambda^2+c\lambda+d\right)=0$$

$3a\lambda+b=0$ olsun. Onda $\lambda=-\dfrac{b}{3a}$ əvəzləməsini yerinə yazsaq,

$$ay^3+y\left(3a\cdot\left(-\frac{b}{3a}\right)^2+2b\left(-\frac{b}{3a}\right)+c\right)+\left(a\cdot\left(-\frac{b}{3a}\right)^3+b\left(-\frac{b}{3a}\right)^2+c\left(-\frac{b}{3a}\right)+d\right)=0$$

$$ay^3+y\left(\frac{b^2}{3a}-\frac{2b^2}{3a}+c\right)+\left(-\frac{b^3}{27a^2}+\frac{b^3}{9a^2}-\frac{cb}{3a}+d\right)=0$$

$$ay^3+y\left(-\frac{b^2}{3a}+c\right)+\left(\frac{2b^3}{27a^2}-\frac{bc}{3a}+d\right)=0$$

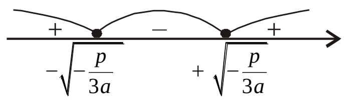
$$ay^3+\frac{3ac-b^2}{3a}y+\left(\frac{2b^3}{27a^2}-\frac{bc}{3a}+d\right)=0$$

$$p=\frac{3ac-b^2}{3a};\ q=\frac{2b^3}{27a^2}-\frac{bc}{3a}+d;$$

$$ay^3+py+q=0 \qquad z'=\left(ay^3+py+q\right)'=0$$

$$3ya^2+p=0 \qquad y^2=-\frac{p}{3a} \qquad y=\pm\sqrt{-\frac{p}{3a}}$$

Deməli $a>0$ olarsa,



Başqa sözlə $p>0$ olduqda funksiya artan, $p<0$ olduqda isə:

1) $\left(-\infty;\ -\sqrt{-\frac{p}{3a}}\right]$ aralığın artan;

2) $\left[-\sqrt{-\frac{p}{3a}};\quad \sqrt{-\frac{p}{3a}}\right]$ aralığında azalan;

3) $\left[\sqrt{-\frac{p}{3a}}\ ;\quad +\infty\right)$ aralığında artandır.

Digər tərəfdən $x=y+\lambda=y-\frac{b}{3a}$, $p=\frac{3ac-b^2}{3a^2}$ və $y=x+\frac{b}{3a}$ olduğunu nəzərə alsaq,

$a>0,\ \ b^2-3ac\le 0$ olduqda $z=ax^3+bx^2+cx+d$ funksiyası artan $b^2-3ac\ge 0$ olduqda isə

a) $\left(-\infty;\ -\frac{b}{3a}-\frac{1}{3}\sqrt{\frac{b^2-3ac}{a^2}}\right]$ aralığında artan;

b) $\left[-\frac{b}{3a}-\frac{1}{3}\sqrt{\frac{b^2-3ac}{a^2}}\ ;\ -\frac{b}{3a}+\frac{1}{3}\sqrt{\frac{b^2-3ac}{a^2}}\right]$ aralığında azalan;

c) $\left[-\frac{b}{3a}+\frac{1}{3}\sqrt{\frac{b^2-3ac}{a^2}};\ +\infty\right)$ aralığında artandın.

Burada aydındır ki, ortada yerləşən kök $\left[-\frac{b}{3a}-\frac{1}{3}\sqrt{\frac{b^2-3ac}{a^2}};\ \ -\frac{b}{3a}+\frac{1}{3}\sqrt{\frac{b^2-3ac}{a^2}}\right]$ aralığında yerləşir. Lakin digər iki kök sonsuz aralıqlarda yerləşir. Köklərin yerləşdiyi aralıqları soldan və sağdan hüdudlandırmaq üçün. Fərz edək ki, $ax^3+bx^2+cx+d=0$ tənliyinin köklərindən biri x_o-dır.

Onda $a\left(x-x_o\right)\left(x^2+mx+n\right)=0$ olar.

Buradan $a\left(x^3+mx^2+nx-x^2\cdot x_o-mx\cdot x_o-nx_o\right)=0$,

$$ax^3+x^2\left(m-x_o\right)a+x\left(n-mx_o\right)a-nax_o=0$$

Sonuncu tənliyi verilmiş tənliklə müqayisə etsək:

$$\begin{cases} b=a\left(m-x_o\right) \\ c=a\left(n-mx_o\right) \\ d=-anx_o \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m-x_o=\frac{b}{a} \\ n-mx_o=\frac{c}{a} \\ d=-anx_o \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m=x_o+\frac{b}{a} \\ n=mx_o+\frac{c}{a} \\ d=-anx_o \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} m=x_o+\frac{b}{a} \\ n=\left(x_o+\frac{b}{a}\right)x_o+\frac{c}{a}=x_o^2+\frac{b}{a}x_o+\frac{c}{a} \end{cases}$$

Beləliklə kub tənliyin bir kökü $x = x_o$ digər iki kökü isə $x^2 + mx + n = 0$ və ya

$x^2 + \left(x_o + \frac{b}{a}\right)x + \left(x_o^2 + \frac{b}{a}x_o + \frac{c}{a}\right) = 0$ tənliyindən alınır. Sonuncu tənliyin köklərinin olması

üçün $D \geq 0$ olmalıdır. Onda $D = \left(x_o + \frac{b}{a}\right)^2 - 4\left(x_o^2 + \frac{b}{a}x_o + \frac{c}{a}\right) \geq 0$

$$x_o^2 + 2x_o\frac{b}{a} + \frac{b^2}{a^2} - 4x_o^2 - \frac{4bx_o}{a} - \frac{4c}{a} \geq 0$$

$$-3x_o^2 + x_o\left(\frac{2b}{a} - \frac{4b}{a}\right) + \frac{b^2 - 4ac}{a^2} \geq 0$$

$3x_o^2 + \frac{2b}{a}x_o - \frac{b^2 - 4ac}{a^2} \leq 0.$ İndi x_o–ın yerləşdiyi aralığı təyin edək:

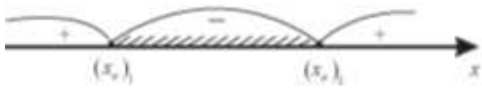
$$D_1 = \left(\frac{b}{a}\right)^2 + \frac{3\left(b^2 - 4ac\right)}{a^2} = \frac{b^2 + 3b^2 - 12ac}{a^2} = -\frac{4b^2 - 12ac}{a^2} = \frac{4\left(b^2 - 3ac\right)}{a^2}.$$

Onda $\sqrt{D_1} = \frac{2}{a}\sqrt{b^2 - 3ac}.$

$\left(x_o\right)_{1,2} = -\frac{b}{3a} \pm \frac{2\sqrt{b^2 - 3ac}}{3a}$ olur.

$$\left(x_o\right)_1 = \frac{-b + 2\sqrt{b^2 - 3ac}}{3a}$$

$$\left(x_o\right)_2 = \frac{-b + 2\sqrt{b^2 - 3ac}}{3a}$$

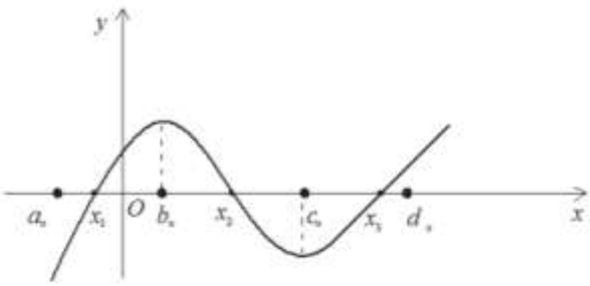


Göründüyü kimi köklər $\left[-\frac{b - 2\sqrt{b^2 - 3ac}}{a}; \frac{-b + 2\sqrt{b^2 - 3ac}}{a}\right]$ aralığında yerləşməlidir.

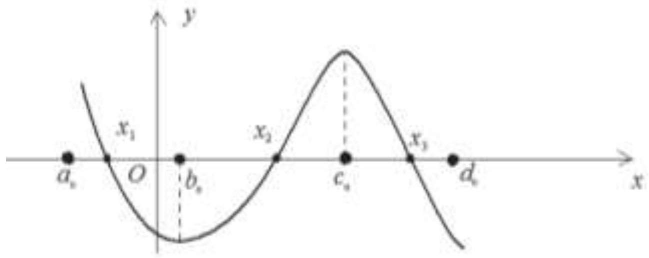
İndi isə $b^2 - 3ac = \Delta,\ a_o = \frac{-b - 2\sqrt{\Delta}}{3a},\ b_o = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{3a},\ c_o = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{3a},\ d_o = \frac{-b + 2\sqrt{\Delta}}{3a}$ kimi işarə edək. Burada $a_o \leq b_o \leq c_o \leq d_o$.

Bərabərlik halı $\Delta = 0$ olduqda mümkündür.

Deməli verilmiş funksiyanın artma və azalma aralıqlarını da nəzərə alsaq $a > 0$ olduqda



$a < 0$ olduqda.



alarıq.

İndi fərz edək ki, köklər təkrarlanır, yəni verilmiş tənlikdə $x_o > x_1 = x_2$. Onda $(x-x_o)(x-x_t)^2=0$. Burada $x_t = x_1 = x_2$. Onda

$(x^2-2x\cdot x_t+x_t^2)(x-x_o)=0,\ x^3-x^2\cdot x_o-2x^2\cdot x_t+2x\cdot x_t\cdot x_o+x_t^2\cdot x-x_t^2\cdot x_o=0$

$x^3+x^2(-x_o-2x_t)+x(2x_tx_o+x_t^2)-x_t^2\cdot x_o=0$, burada

$a=1,\ b=-(2x_t+x_o);\quad c=2x_tx_o+x_t^2;\ d=-x_t^2x_o;$

$$b_o=\frac{-b-\sqrt{\Delta}}{3a}=\frac{2x_t+x_o-\sqrt{(2x_t+x_o)^2-3\cdot1(2x_t\cdot x_o+x_t^2)}}{3}=$$

$$=\frac{2x_t+x_o-\sqrt{4x_t^2+4x_t\cdot x_o+x_o^2-6x_tx_o-3x_t^2}}{3}=\frac{2x_t+x_o-\sqrt{x_t^2-2x_tx_o+x_o^2}}{3}=$$

$$=\frac{2x_t+x_o-\sqrt{(x_t-x_o)^2}}{3}=\frac{2x_t+x_o-(x_o-x_t)}{3}=\frac{3x_t}{3}=x_t \text{ alarıq.}$$

Burada $x_o > x_t$ olduğundan, $|x_t-x_o| = x_o-x_t$.

Beləliklə köklər təkrarlananda $x_t=x_1=x_2=b_o$.

$$d_o=\frac{-b+2\sqrt{\Delta}}{3a}=\frac{2x_t+x_o+2(x_o-x_t)}{3}=\frac{3x_o}{3}=x_o \quad \text{olar.}$$

Yəni $x_o = d_o$.

Uyğun qayda ilə göstərmək olar ki, $x_o < x_1 = x_2 = x_t$ olduqda $x_o = \dfrac{-b-2\sqrt{\Delta}}{3a} = a_o$

$x_1 = x_2 = \dfrac{-b+\sqrt{\Delta}}{3a} = c_o$ olur.

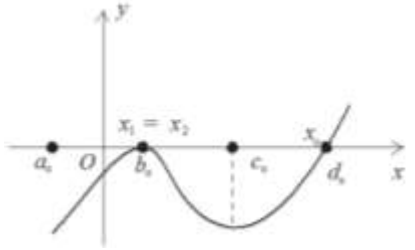
Əgər köklərin üçü də bərabər olarsa, onda $(x-x_t)^3=0$ $\ x^3-3x^2\cdot x_t+3x\cdot x_t^2-x_t^3 = 0$. Burada

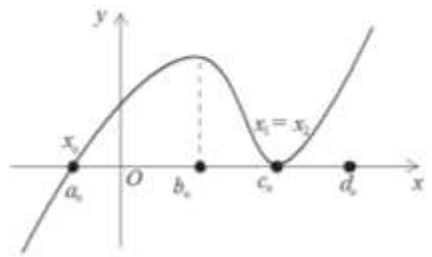
$a=1,\ b=-3x_t,\ c=3x_t^2,\ \ d=x_t^3$ olur.

$\Delta=b^2-3ac=9x_t^2-3\cdot1\cdot3x_t^2=0$ olduğundan $x_t=x_1=x_2=x_o$. Bu halda $a_o=b_o=c_o=d_o$ olur. Göründüyü kimi əgər köklərin iksi və ya üçü də təkrarlanarsa, onda bu köklər tapılmış $a_o,\ b_o,\ c_o,\ d_o$ nöqtələri ilə üst-üstə düşür və onları dəqiq tapmaq olur. Asanlıqla göstərmək olar ki, belə halda funksiyanın qrafiki absis oluna toxunur. Həqiqətən də əgər $f(x)=(x-x_t)^2(x-x_o)$ şəklində olarsa $f(x_t)=0$ və

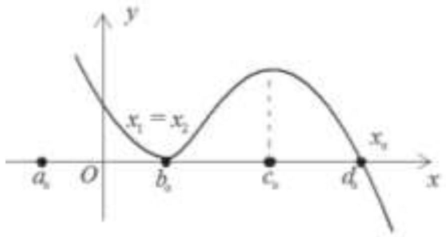
$f'(x) = 2(x-x_t)(x-x_o)+(x-x_t)^2\cdot 1$ və $f'(x_t) = 0$ olar. Onda $x = x_t$ nöqtəsində toxunanın tənliyi $y = f(x_t)+f'(x_t)(x-x_t) = 0$ olar. $y = 0$ isə absis oxunun tənliyidir. Bu halda funksiyanın qrafiki

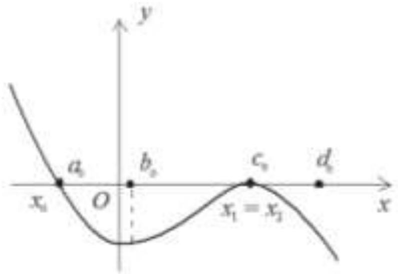
$a > 0$





$a < 0$ olduqda isə





Beləliklə, əgər bizə $ax^3+bx^2+cx+d = 0$ şəklində tənlik verilərsə, $p = c-\dfrac{b^2}{3a}$, $q = \dfrac{2b^3}{27a^2}-\dfrac{bc}{3a}+d$ və D=$\left(\dfrac{q}{2}\right)^2+\left(\dfrac{p}{3}\right)^3$ ifadəsinin işarəsi təyin edilir. Əgər ifadə mənfi (<0) olarsa, kub tənliyin 3 kökü olur. Digər tərəfdən əgər $p<0,\ \ q>0$ olarsa, tənliyin bir kökü mənfidir. $p<0,\ \ q<0$ olarsa, tənliyin mənfi kökü yoxdur. $\left(\dfrac{q}{2}\right)^2+\left(\dfrac{p}{3}\right)^3=0$ olarsa, onda funksiyanın qrafiki absis oxunu bir nöqtədə kəsir digər nöqtədə toxunur, yəni köklər ikiqat təkrarlanır. Köklərin üçü də təkrarlanarsa, $p = q = 0$ olur. $\left(\dfrac{q}{2}\right)^2+\left(\dfrac{p}{3}\right)^3>0$ halını nəzərdən keçirək. Bu halda $b^2-3ac\le 0$ olur. Belə hallarda kub tənliyin bir həqiqi kökü olur və funksiyanın qrafiki absis oxunu bir nöqtədə kəsir. Bu nöqtənin absisini tapaq.

Tutaq ki, $b^2-3ac = 0$. Onda

$$ax^3+bx^2+cx+d = a\left(x+\frac{b}{3a}\right)^3+\left(d-\frac{b^3}{27a^2}\right)-\left(\frac{b^2-3ac}{3a}\right)\cdot x = a\left(x+\frac{b}{3a}\right)^3+\left(d-\frac{b}{27a^2}\cdot 3ac\right)=$$

$$= a\left(x+\frac{b}{3a}\right)^3+\left(d-\frac{bc}{9a}\right)=0$$

Buradan $x+\dfrac{b}{3a}=-\sqrt[3]{\dfrac{9ad-bc}{9a^2}}$ və ya $x=-\dfrac{b}{3a}-\sqrt[3]{\dfrac{9ad-bc}{9a^2}}$.

Burada $bc = 9ad$ olduqda $x = -\dfrac{b}{3a}$ üçqat kök alınır.

Qeyd edək ki, dönmə nöqtəsinin kub tənliyin kökü olması üçün o üçqat kök olmalıdır. Həqiqətən də $f(x) = ax^3+bx^2+cx+d = a(x-x_t)^3$ olduqda $f'(x) = 3ax^2+2bx+c,\ f''(x) = 6ax+2b = 0$, $x_t = -\dfrac{b}{3a}$.

Bu nöqtədə $f'\left(-\frac{b}{3a}\right)=f''\left(-\frac{b}{3a}\right)=0$ olduğundan, $x=-\frac{b}{3a}$ dönmə nöqtəsidir.

Digər tərəfdən bu nöqtədə

$tg\alpha=f'(x_t)=3a\cdot x_t^2+2bx_t+c=3a\cdot\frac{b^2}{9a^2}+2b\left(-\frac{b}{3a}\right)+c=\frac{3ac-b^2}{3a}=-\frac{\Delta}{3a}$. Üçqat təkrarlanan kök olduqda $\Delta=b^2-3ac=0$ olduğu üçün $tg\alpha=0$ və $\alpha=0$ olur. Yəni bu nöqtədə funksiyanın qrafikinə çəkilən toxunan absis oxu ilə üst-üstə düşür. Bu halda funksiyanın qrafiki kub parabola olur.

Onu da qeyd edək ki, kub tənliyində bərabərlikdən sol tərəfdə olan funksiya $f(x)=ax^3+cx$, yəni tək funksiya olarsa, kub tənliyinin kökləri $x_1=0$ və $x_2=-\sqrt{-\frac{c}{a}}$, $x_3=\sqrt{-\frac{c}{a}}$ olar.

Məqalədə $b^2-3ac<0$ halına baxılmır.

Nəticə

1. Verilmiş üsul üç kökü olan kub tənliyin köklərinin yerləşdiyi aralıqları analitik şəkildə ifadə etməyə imkan verir.

1.Köklər ikiqat təkrarlandıqda

a) $x_t=x_1=x_2,\ x_o>x_t$ halında

$$x_t=\frac{-b-\sqrt{\Delta}}{3a},\quad x_o=\frac{-b+2\sqrt{\Delta}}{3a}$$

b) $x_t=x_1=x_2,\ x_o<x_t$ halında

$$x_o=\frac{-b-2\sqrt{\Delta}}{3a},\quad x_t=\frac{-b+\sqrt{\Delta}}{3a},$$

burada $\Delta=b^2-3ac$.

2. Köklər 3-qat təkrarlandıqda

$$x_1=x_2=x_3=-\frac{b}{3a}.$$

3. Köklər fərqli olduqda

$$x_1\in[a_o;b_o],\quad x_2\in[b_o,c_o],\ x_3\in[c_o;\ d_o]$$

Burada $a_o=\frac{-b-2\sqrt{\Delta}}{3a}$, $b_o=\frac{-b-\sqrt{\Delta}}{3a}$, $c_o=\frac{-b+\sqrt{\Delta}}{3a}$, $d_o=\frac{-b+2\sqrt{\Delta}}{3a}$.

Köklər ikiqat təkrarlandıqda bu köklər $x_{\max}$ və ya $x_{\min}$ nöqtəsi ilə üst-üstə düşür (b_o və ya c_o nöqtələri). Bu nöqtədə funksiyanın qrafiki absis oxuna toxunur. Digər tərəfdən funksiyanı qrafiki a_o və ya d_o nöqtələrində 3-cü kökdən keçir.

4. Bu məqalənin yazılmasında məqsəd təkcə köklərin tapılması deyil. Bunun üçün müxtəlif başqa üsullar da var. Məqsəd köklərin yerləşdiyi aralıqların verilməsidir. Çünki fiziki prosesləri ifadə edən kub tənliyin köklərinin yerləşdiyi aralıqların analitik şəkildə verilməsi tənliyə daxil olan fiziki parametrlərin qiymətlərinin də dəyişə bilmə aralıqlarının təyin edilməsini mümkün edir.

ƏDƏBİYYAT

1. M.Əkbərov. Aıi cəbr. Maarif nəşriyyatı. Bakı 1978. 387 səh.
2. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике – Изд 7-е стереотипное. – М: Государственное издательство технико – теоретической литературы, - с.138-139.
3. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа – М.: Наука, 1968.
4. Копченова Н.В., Марон И.А. Вычислительная математика в примерах и задачах. – М. : Наука 1972.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

1. "The Baku Engineering University Mathematics and Computer Science" accepts original unpublished articles and reviews in the research field of the author.
2. Articles are accepted in English.
3. File format should be compatible with **Microsoft Word** and must be sent to the electronic mail (**journal@beu.edu.az**) of the Journal. The submitted article should follow the following format:

- Article title, author's name and surname
- The name of workplace
- Mail address
- Abstract and key words

4. The title of the article should be in each of the three languages of the abstract and should be centred on the page and in bold capitals before each summary.
5. **The abstract** should be written in **9 point** type size, between **100** and **150** words. The abstract should be written in the language of the text and in two more languages given above. The abstracts of the article written in each of the three languages should correspond to one another. The keywords should be written in two more languages besides the language of the article and should be at least three words.
6. .**UDC** and **PACS** index should be used in the article.
7. The article must consist of the followings:

- Introduction
- Research method and research
- Discussion of research method and its results
- In case the reference is in Russian it must be given in the Latin alphabet with the original language shown in brackets.

8. **Figures, pictures, graphics and tables** must be of publishing quality and inside the text. Figures, pictures and graphics should be captioned underneath, tables should be captioned above.
9. **References** should be given in square brackets in the text and listed according to the order inside the text at the end of the article. In order to cite the same reference twice or more, the appropriate pages should be given while keeping the numerical order. For example: [7, p.15].

Information about each of the given references should be full, clear and accurate. The bibliographic description of the reference should be cited according to its type (monograph, textbook, scientific research paper and etc.) While citing to scientific research articles, materials of symposiums, conferences and other popular scientific events, the name of the article, lecture or paper should be given.

Samples:

a) ***Article:*** Demukhamedova S.D., Aliyeva İ.N., Godjayev N.M.. *Spatial and electronic structure af monomerrik and dimeric conapeetes of carnosine üith zinc,* Journal of structural Chemistry, Vol.51, No.5, p.824-832, 2010

b) ***Book:*** Christie ohn Geankoplis. *Transport Processes and Separation Process Principles*. Fourth Edition, Prentice Hall, p.386-398, 2002

c) ***Conference paper:*** Sadychov F.S., Aydın C., Ahmedov A.İ.. Appligation of Information – Commu-nication Technologies in Science and education. II International Conference."*Higher Twist Effects In Photon- Proton Collisions", Bakı, 01-03 Noyabr, 2007, ss 384-391*
References should be in 9-point type size.

10. The margins sizes of the page: - Top 2.8 cm. bottom 2.8 cm. left 2.5 cm, right 2.5 cm. The article main text should be written in Palatino Linotype 11 point type size single-spaced. Paragraph spacing should be 6 point.
11. The maximum number of pages for an article should not exceed 15 pages
12. The decision to publish a given article is made through the following procedures:

- The article is sent to at least to experts.
- The article is sent back to the author to make amendments upon the recommendations of referees.
- After author makes amendments upon the recommendations of referees the article can be sent for the publication by the Editorial Board of the journal.

YAZI VƏ NƏŞR QAYDALARI

1. "Journal of Baku Engineering University- Riyaziyyat və kompüter elmləri" - əvvəllər nəşr olunmamış orijinal əsərləri və müəllifin tədqiqat sahəsi üzrə yazılmış icmal məqalələri qəbul edir.
2. Məqalələr İngilis dilində qəbul edilir.
3. Yazılar **Microsoft Word** yazı proqramında, (**journal@beu.edu.az**) ünvanına göndərilməlidir. Göndərilən məqalələrdə aşağıdakılara nəzərə alınmalıdır:

- Məqalənin başlığı, müəllifin adı, soyadı,
- İş yeri,
- Elektron ünvanı,
- Xülasə və açar sözlər.

4. **Məqalədə başlıq hər xülasədən əvvəl** ortada, qara və böyük hərflə xülasələrin yazıldığı hər üç dildə olmalıdır.
5. **Xülasə** 100-150 söz aralığında olmaqla, 9 punto yazı tipi böyüklüyündə, məqalənin yazıldığı dildə və bundan əlavə yuxarıda göstərilən iki dildə olmalıdır. Məqalənin hər üç dildə yazılmış xülasəsi bir-birinin eyni olmalıdır. Açar sözlər uyğun xülasələrin sonunda onun yazıldığı dildə verilməklə ən azı üç sözdən ibarət olmalıdır.
6. Məqalədə UOT və PACS kodları göstərilməlidir.
7. Məqalə aşağıdakılardan ibarət olmalıdır:

- Giriş,
- Tədqiqat metodu
- Tədqiqat işinin müzakirəsi və onun nəticələri,
- İstinad ədəbiyyatı rus dilində olduğu halda orjinal dili mötərzə içərisində göstərməklə yalnız Latın əlifbası ilə verilməlidir.

8. **Şəkil**, **rəsm**, **grafik** və **cədvəllər** çapda düzgün, aydın çıxacaq vəziyyətdə və mətn içərisində olmalıdır. Şəkil, rəsm və qrafiklərin yazıları onların altında yazılmalıdır. Cədvəllərdə başlıq cədvəlin üstündə yazılmalıdır.
9. **Mənbələr** mətn içərisində kvadrat mötərizə daxilində göstərilməklə məqalənin sonunda mətn daxilindəki sıra ilə düzülməlidir. Eyni mənbəyə iki və daha cox istinad edildikdə əvvəlki sıra sayı saxlanmaqla müvafiq səhifələr göstərilməlidir. Məsələn: [7,səh.15].

Ədəbiyyat siyahısında verilən hər bir istinad haqqında məlumat tam və dəqiq olmalıdır. İstinad olunan mənbənin biblioqrafik təsviri onun növündən (monoqrafiya, dərslik, elmi məqalə və s.) asılı olaraq verilməlidir. Elmi məqalələrə, simpozium, konfrans, və digər nüfuzlu elmi tədbirlərin materiallarına və ya tezislərinə istinad edərkən məqalənin, məruzənin və ya tezisin adı göstərilməlidir.

Nümunələr:

a) ***Məqalə:*** Demukhamedova S.D., Aliyeva İ.N., Godjayev N.M.. *Spatial and electronic structure af monomeric and dimeric complexes of carnosine with zinc,* Journal of structural Chemistry, Vol.51, No.5, p.824-832, 2010

b) ***Kitab:*** Christie ohn Geankoplis. *Transport Processes and Separation Process Principles*. Fourth Edition, Prentice Hall, 2002

c) ***Konfrans:*** Sadychov F.S., Aydın C., Ahmedov A.İ.. Appligation of Information-Communication Technologies in Science and education. II International Conference. *"Higher Twist Effects In Photon- Proton Collisions", Bakı, 01-03 Noyabr, 2007, ss 384-391*

Mənbələr 9 punto yazı tipi böyüklüyündə olmalıdır.

10. **Səhifə ölçüləri:** üstdən 2.8 sm, altdan 2.8 sm, soldan 2.5 sm və sağdan 2.5 sm olmalıdır. Mətn 11 punto yazı tipi böyüklüyündə, **Palatino Linotype** yazı tipi ilə və tək simvol aralığında yazılmalıdır. Paraqraflar arasında 6 punto yazı tipi aralığında məsafə olmalıdır.
11. Orijinal tədqiqat əsərlərinin tam mətni bir qayda olaraq 15 səhifədən artıq olmamalıdır.
12. Məqalənin nəşrə təqdimi aşağıdakı qaydada aparılır:

- Hər məqallə ən azı iki ekspertə göndərilir.
- Ekspertlərin tövsiyələrini nəzərə almaq üçün məqalə müəllifə göndərilir.
- Məqalə, ekspertlərin tənqidi qeydləri müəllif tərəfindən nəzərə alındıqdan sonra Jurnalın Redaksiya Heyəti tərəfindən çapa təqdim oluna bilər.

YAZIM KURALLARI

1. "Journal of Baku Engineering University- Matematik ve Bilgisayar Bilimleri" önceler yayımlanmamış orijinal çalışmaları ve yazarın kendi araştırma alanın-da yazılmış derleme makaleleri kabul etmektedir.
2. Makaleler İngilizce kabul edilir.
3. Makaleler Microsoft Word yazı programında, (**journal@beu.edu.az**) adresine gönderilmelidir. Gönderilen makalelerde şunlar dikkate alınmalıdır:

- Makalenin başlığı, yazarın adı, soyadı,
- İş yeri,
- E-posta adresi,
- Özet ve anahtar kelimeler.

4. **Özet** 100-150 kelime arasında olup 9 font büyüklüğünde, makalenin yazıldığı dilde ve yukarıda belirtilen iki dilde olmalıdır. Makalenin her üç dilde yazılmış özeti birbirinin aynı olmalıdır. Anahtar kelimeler uygun özetin sonunda onun yazıldığı dilde verilmekle en az üç sözcükten oluşmalıdır.
5. Makalede UOT ve PACS tipli kodlar gösterilmelidir.
6. Makale şunlardan oluşmalıdır:

- Giriş,
- Araştırma yöntemi
- Araştırma
- Tartışma ve sonuçlar,
- İstinat Edebiyatı Rusça olduğu halde orjinal dili parantez içerisinde göstermekle yalnız Latin alfabesi ile verilmelidir.

7. **Şekil, Resim, Grafik** ve **Tablolar** baskıda düzgün çıkacak nitelikte ve metin içerisinde olmalıdır. Şekil, Resim ve grafiklerin yazıları onların alt kısımda yer almalıdır. Tablolarda ise başlık, tablonun üst kısmında bulunmalıdır.
8. **Kullanılan kaynaklar**, metin dâhilinde köşeli parantez içerisinde numaralandırılmalı, aynı sırayla metin sonunda gösterilmelidir. Aynı kaynaklara tekrar başvurulduğunda sıra muhafaza edilmelidir. Örneğin: [7,seh.15].

Referans verilen her bir kaynağın künyesi tam ve kesin olmalıdır. Referans gösterilen kaynağın türü de eserin türüne (monografi, derslik, ilmî makale vs.) uygun olarak verilmelidir. İlmi makalelere, sempozyum, ve konferanslara müracaat ederken makalenin, bildirinin veya bildiri özetlerinin adı da gösterilmelidir.

Örnekler:

a) ***Makale:*** Demukhamedova S.D., Aliyeva İ.N., Godjayev N.M.. *Spatial and Electronic Structure of Monomerik and Dimeric Conapeetes of Carnosine Üith Zinc,* Journal of Structural Chemistry, Vol.51, No.5, p.824-832, 2010

b) ***Kitap:*** Christie ohn Geankoplis. *Transport Processes and Separation Process Principles*. Fourth Edition, Prentice Hall, p.386-398, 2002

c) ***Kongre:*** Sadychov F.S., Aydın C., Ahmedov A.İ. Appligation of Information-Communication Technologies in Science and education. II International Conference. "*Higher Twist Effects In Photon- Proton Collisions", Bakı, 01-03 Noyabr, 2007, ss 384-391*

Kaynakların büyüklüğü 9 punto olmalıdır.

9. **Sayfa ölçüleri**; üst: 2.8 cm, alt: 2.8 cm, sol: 2.5 cm, sağ: 2.5 cm şeklinde olmalıdır. Metin 11 punto büyüklükte **Palatino Linotype** fontu ile ve tek aralıkta yazılmalıdır. Paragraflar arasında 6 puntoluk yazı mesafesinde olmalıdır.
10. Orijinal araştırma eserlerinin tam metni 15 sayfadan fazla olmamalıdır.
11. Makaleler dergi editör kurulunun kararı ile yayımlanır. Editörler makaleyi düzeltme için yazara geri gönderilebilir.
12. Makalenin yayına sunuşu aşağıdaki şekilde yapılır:

- Her makale en az iki uzmana gönderilir.
- Uzmanların tavsiyelerini dikkate almak için makale yazara gönderilir.
- Makale, uzmanların eleştirel notları yazar tarafından dikkate alındıktan sonra Derginin Yayın Kurulu tarafından yayına sunulabilir.

13. Azerbaycan dışından gönderilen ve yayımlanacak olan makaleler için,(derginin kendilerine gonderilmesi zamani posta karşılığı) 30 ABD Doları veya karşılığı TL, T.C. Ziraat Bankası/Üsküdar-İstanbul 0403 0050 5917 No'lu hesaba yatırılmalı ve makbuzu üniversitemize fakslanmalıdır.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. **«**Journal of Baku Engineering University» - Математики и информатики публикует оригинальные, научные статьи из области исследования автора и ранее не опубликованные.
2. Статьи принимаются на английском языке.
3. Рукописи должны быть набраны согласно программы **Microsoft Word** и отправлены на электронный адрес **(journal@beu.edu.az)**. Отправляемые статьи должны учитывать следующие правила:

- Название статьи, имя и фамилия авторов
- Место работы
- Электронный адрес
- Аннотация и ключевые слова

4. **Заглавие статьи** пишется для каждой аннотации заглавными буквами, жирными буквами и располагается по центру. Заглавие и аннотации должны быть представлены на трех языках.
5. **Аннотация**, написанная на языке представленной статьи, должна содержать 100-150 слов, набранных шрифтом 9 punto. Кроме того, представляются аннотации на двух других выше указанных языках, перевод которых соответствует содержанию оригинала. Ключевые слова должны быть представлены после каждой аннотации на его языке и содержать не менее 3-х слов.
6. В статье должны быть указаны коды UOT и PACS.
7. Представленные статьи должны содержать:

- Введение
- Метод исследования
- Обсуждение результатов исследования и выводов.
- Если ссылаются на работу на русском языке, тогда оригинальный язык указывается в скобках, а ссылка дается только на латинском алфавите.

8. **Рисунки, картинки, графики и таблицы** должны быть четко выполнены и размещены внутри статьи. Подписи к рисункам размещаются под рисунком, картинкой или графиком. Название таблицы пишется над таблицей.
9. **Ссылки** на источники даются в тексте цифрой в квадратных скобках и располагаются в конце статьи в порядке цитирования в тексте. Если на один и тот же источник ссылаются два и более раз, необходимо указать соответствующую страницу, сохраняя порядковый номер цитирования. Например: [7, стр.15]. Библиографическое описание ссылаемой литературы должно быть проведено с учетом типа источника (монография, учебник, научная статья и др.). При ссылке на научную статью, материалы симпозиума, конференции или других значимых научных мероприятий должны быть указаны название статьи, доклада или тезиса.

Например:

a) ***Статья:*** Demukhamedova S.D., Aliyeva I.N., Godjayev N.M. *Spatial and electronic structure of monomeric and dimeric complexes of carnosine with zinc,* Journal of Structural Chemistry, Vol.51, No.5, p.824-832, 2010

b) ***Книга:*** Christie on Geankoplis. *Transport Processes and Separation Process Principles.* Fourth Edition, Prentice Hall, 2002

c) ***Конференция:*** Sadychov F.S, Fydin C,Ahmedov A.I. Appligation of Information-Communication Nechnologies in Science and education. II International Conference. *"Higher Twist Effects In Photon-Proton Collision",* Bakı,01-03 Noyabr, 2007, ss.384-391

Список цитированной литературы набирается шрифтом 9 punto.

10. **Размеры страницы:** сверху 2.8 см, снизу 2.8 см, слева 2.5 и справа 2.5. Текст печатается шрифтом **Palatino Linotype**, размер шрифта 11 punto, интервал-одинарный. Параграфы должны быть разделены расстоянием, соответствующим интервалу 6 punto.
11. Полный объем оригинальной статьи, как правило, не должен превышать 15 страниц.
12. Представление статьи к печати производится в ниже указанном порядке:

- Каждая статья посылается не менее двум экспертам.
- Статья посылается автору для учета замечаний экспертов.
- Статья, после того, как автор учел замечания экспертов, редакционной коллегией журнала может быть рекомендована к печати.