

ANNUAL

OF KONSTANTIN PRES LAVSKY

UNIVERSITY OF SHUMEN

FACULTY OF MATHEMATICS AND

INFORMATICS

Vol. XXV C

ГОДИШНИК

НА ШУМЕНСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ

„ЕПИСКОП КОНСТАНТИН ПРЕСЛАВСКИ“

ФАКУЛТЕТ ПО МАТЕМАТИКА И

ИНФОРМАТИКА

Том XXV C

SHUMEN

2024

Главен редактор: проф. д.н. Наталия Павлова

Редакционна колегия: проф. д.н. Борислав Стоянов
проф. д-р Красимир Кордов
доц. д-р Радостина Енчева
доц. д-р Мирослав Христов
доц. д-р Павлина Димитрова

© Факултет по математика и информатика

© Университетско издателство

„Епископ Константин Преславски“

ISSN 3033-2133

ITERATIVE METHODS FOR SOLVING A LINEAR MATRIX EQUATION*

VEJDI I. HASANOV

ABSTRACT: *In this paper we study iterative methods for solving a linear matrix equation. The considered type of equations appear when applying Newton's method for nonlinear matrix equations. The convergence of the studied methods was investigated. Theoretical results are illustrated by numerical examples.*

KEYWORDS: *Linear matrix equation, Iterative method*

2010 Math. Subject Classification: 15A24

ИТЕРАЦИОННИ МЕТОДИ ЗА РЕШАВАНЕ НА ЛИНЕЙНО МАТРИЧНО УРАВНЕНИЕ

ВЕЖДИ И. ХАСАНОВ

АБСТРАКТ: *В тази статия разглеждаме итерационни методи за решаване на едно линейно матрично уравнение. Разглеждания тип уравнения се появяват при прилагане на метода на Нютон за нелинейни матрични уравнения. Изследвана е сходимостта на изследваните методи. Теоретичните резултати са илюстрирани с числени примери.*

КЛЮЧОВИ ДУМИ: *Линейно матрично уравнение, Итерационен метод*

*This paper is partially supported by Scientific Research Grant RD-08-144/02.02.2024 of the Konstantin Preslavsky University of Shumen

1 Въведение

В тази статия изследваме итерационни методи за матричното уравнение

$$(1) \quad X - A^*XA - B^*XB = Q,$$

където A, B са $n \times n$ комплексни матрици, Q е положително определена матрица и с A^* е отбелязана спрягната матрица на A .

Уравнение 1) е частен случай на по-общото уравнение

$$(2) \quad X - A_1^*XA_1 - A_2^*XA_2 - \dots - A_m^*XA_m = Q,$$

което е изследвано от Ran и Reurings [1]. В [1] са получени достатъчни условия за съществуване на единствено решение на (2), което е и положително определено. Друг частен случай на уравнение (2) и на уравнение (1) е добре познатото уравнение на Stain:

$$(3) \quad X - A^*XA = Q,$$

познато още като дискретно уравнение на Ляпунов.

Едно от приложенията на всяко едно горните матрично уравнение е при прилагане на метода на Нютон за решаване на нелинейни матрични уравнения. На всяка итерация при метода на Нютон за уравнението

$$X + B_1^*X^{-1}B_1 + B_2^*X^{-1}B_2 + \dots + B_m^*X^{-1}B_m = P$$

се налага да се решава уравнение от вида на (2) [2, 4]. В случай на $m = 2$ следва да се решава уравнение от вида (1) [3], а при $m = 1$ уравнение на Sein [5].

Всяко линейно матрично уравнение може да се сведе до $n^2 \times n^2$ система от линейни уравнения чрез използване на кронекерово произведение. Това еквивалентно представяне е полезно за определяне на условия за съществуване на решения, но от изчислителна

гледна точка не е за предпочитане. В случай на $m = 1$, т.е. за уравнението на Stain са предложени ефективни директни методи, чрез разлагане на матрицата A (вижте [6]) или прилагане на итерационни методи [7]. Приближенията на решенията на линейни матрични уравнения чрез итерационни методи се използват за модификации на метода на Нютон, наречени неточни методи на Нютон (Inexact Newton's methods) [8].

Мотивирани от изследванията в [3, 7, 8] разглеждаме итерационни методи за решаване на (1). Освен това провеждаме числени експерименти за илюстриране на теоретичните резултати.

В рамките на тази статия $\mathcal{C}^{n \times n}(\mathcal{R}^{n \times n})$ означава множеството на $n \times n$ комплексни (реални) матрици, $\mathcal{C}^n$ – множеството на n мерните комплексни вектори, а $\mathcal{H}^n$ – множеството на $n \times n$ ермитови матрици. $A > 0$ ($A \geq 0$) означава че A е ермитова положително определена (полуопределена) матрица. $A > B$ ($A \geq B$) означава $A - B > 0$ ($A - B \geq 0$). С $\rho(A)$, $\|A\|$, $\|A\|_F$ и $A \otimes B$ бележим съответно спектралния радиус, спектралната норма ($\|A\| = \sqrt{\rho(A^*A)}$) и нормата на Фробениус ($\|A\|_F = \sqrt{\sum_{i,j} |a_{ij}|^2}$) на матрица A и кронекерово произведение ($A \otimes B = (a_{ij}B)$) на матриците A и B . За матрица $A = (a_1, a_2, \dots, a_n) \in \mathcal{C}^{n \times n}$, където a_i , $i = 1, 2, \dots, n$ са стълбовете на A , дефинираме функция $\text{vec}(A) = (a_1^T, a_2^T, \dots, a_n^T)^T \in \mathcal{C}^{n^2}$.

2 Предварителни резултати

В тази точка ще представим някои предварителни резултати.

Лема 1. [9] Нека A и Q са квадратни матрици.

- (а) Ако $\rho(A) < 1$, то уравнение (3) има единствено решение X_+ .
 $X_+ \geq 0$ ($X_+ > 0$), когато $Q \geq 0$ ($Q > 0$).
- (б) Ако съществува $P > 0$ такава, че $P - A^*PA > 0$ (≥ 0), тогава $\rho(A) < 1$ ($\rho(A) \leq 1$).

Забележка 1. Ако $\rho(A) < 1$, $Q_1 \leq Q_2$ ($Q_1 < Q_2$) и P_i , $i = 1, 2$, са единствените решения съответно на уравненията $P - A^*PA = Q_i$, $i = 1, 2$, то от лема 1 имаме $P_1 \leq P_2$ ($P_1 < P_2$).

Забележка 2. В случай на $\rho(A) < 1$ единственото решение X_+ на уравнение (3) има следното представяне

$$X_+ = Q + \sum_{j=1}^{\infty} (A^*)^j Q A^j.$$

Ran и Reurings [1] обобщават лема 1 за уравнение (2). Тук ще представим съответните резултати при $m = 2$, т.е., за уравнение (1).

Лема 2 ([1]). Нека A, B и Q са квадратни матрици и

$$L = A^T \otimes A^* + B^T \otimes B^*.$$

- (а) Ако $\rho(L) < 1$, то уравнение (1) има единствено решение X_+ .
 $X_+ \geq 0$ ($X_+ > 0$), когато $Q \geq 0$ ($Q > 0$).
- (б) Ако съществува $P > 0$ такава, че $P - A^*PA - B^*PB > 0$ (≥ 0), тогава $\rho(L) < 1$ ($\rho(L) \leq 1$).

Нека с $(A, B)_k$ бележим произволен едночлен на A и B от степен k и $\mathcal{M}_{AB}^k$ е множеството на всички такива едночлени. Например:

$$\mathcal{M}_{AB}^1 = \{A, B\};$$

$$\mathcal{M}_{AB}^2 = \{A^2, BA, AB, B^2\};$$

$$\mathcal{M}_{AB}^3 = \{A^3, BA^2, ABA, B^2A, A^2B, BAB, AB^2, B^3\};$$

Забележка 3. Нека L е от лема 2. В случай на $\rho(L) < 1$ единственото решение X_+ на уравнение (1) има следното представяне

$$X_+ = Q + \sum_{j=1}^{\infty} \sum_{(A,B)_j \in \mathcal{M}_{AB}^j} (A, B)_j^* Q (A, B)_j.$$

3 Итерационни методи

Съгласно лема 2 уравнение (1) има единствено решение, което е положително определено тогава и само тогава, когато $\rho(L) < 1$, където $L = A^T \otimes A^* + B^T \otimes B^*$. По-нататък ще предполагаме, че $\rho(L) < 1$ и X_+ е единственото решение на (1) и $X_+ > 0$.

Първия метод, който ще разгледаме е базиран на принципа на неподвижната точка:

$$(4) \quad \begin{cases} X_0 \geq Q, \\ X_{k+1} = Q + A^* X_k A + B^* X_k B, \quad k = 0, 1, \dots \end{cases}$$

По индукция може да се докаже, че при $X_0 = Q$ (вижте [1, лема 2.5])

$$X_{k+1} = Q + \sum_{j=1}^k \sum_{(A,B)_j \in \mathcal{M}_{AB}^j} (A, B)_j^* Q (A, B)_j.$$

Освен това в случай на X_0 такова, че $X_0 - A^* X_0 A - B^* X_0 B \leq Q$, редицата $\{X_k\}$ определена с (4) има свойството

$$(5) \quad X_0 \leq X_1 \leq \dots \leq X_k \leq \dots \leq X_+,$$

докато за редицата $\{X'_k\}$, определена с (4) при $X_0 = X'_0$ такова, че $X'_0 - A^* X'_0 A - B^* X'_0 B \geq Q$, имаме

$$(6) \quad X'_0 \geq X'_1 \geq \dots \geq X'_k \geq \dots \geq X_+.$$

Горните свойства следват от лема 2 и следствие 2.4 в [1].

Теорема 1. *За всяко $X_0 \geq Q$ и $k \geq 0$ за матричната редица $\{X_k\}$, определена с метод (4) имаме*

$$\|X_{k+1} - X_+\| \leq (\|A\|^2 + \|B\|^2) \|X_k - X_+\|.$$

Освен това

$$\limsup_{k \rightarrow \infty} \sqrt[k]{\|X_k - X_+\|_F} \leq \rho(L) < 1.$$

Доказателство: За решението X_+ и X_{k+1} от (4) получаваме

$$(7) \quad X_{k+1} - X_+ = A^*(X_k - X_+)A + B^*(X_k - X_+)B,$$

откъдето

$$\begin{aligned} \|X_{k+1} - X_+\| &\leq \|A^*(X_k - X_+)A\| + \|B^*(X_k - X_+)B\| \\ &\leq \|A\|^2 \|X_k - X_+\| + \|B\|^2 \|X_k - X_+\| \\ &= (\|A\|^2 + \|B\|^2) \|X_k - X_+\|. \end{aligned}$$

Равенство (7) е еквивалентно на

$$\begin{aligned} \text{vec}(X_{k+1} - X_+) &= (A^T \otimes A^* + B^T \otimes B^*) \text{vec}(X_k - X_+) \\ &= L \text{vec}(X_k - X_+). \end{aligned}$$

Следователно $\text{vec}(X_k - X_+) = L^k \text{vec}(X_0 - X_+)$. Относно евклидовата норма $\|x\|$ на вектор $(\|x\| = \sqrt{\sum_i |x_i|^2})$ имаме

$$\|\text{vec}(X_k - X_+)\| \leq \|L^k\| \|\text{vec}(X_0 - X_+)\|,$$

откъдето следва $\|X_k - X_+\|_F \leq \|L^k\| \|X_0 - X_+\|_F$. Оттук получаваме

$$\limsup_{k \rightarrow \infty} \sqrt[k]{\|X_k - X_+\|_F} \leq \rho(L).$$

С това теоремата е доказана □

Понеже $\rho(L) < 1$, то метод (4) има R -линейна скорост на сходимост.

Втория метод, който ще разгледаме се състои в решаване на две уравнения на Stein с постоянни матрични коефициенти съответно A и B на всяка итерация:

$$(8) \quad \begin{cases} X_0 \geq Q, \\ Y_k - A^* Y_k A = Q + B^* X_k B, & k = 0, 1, \dots \\ X_{k+1} - B^* X_{k+1} B = Q + A^* Y_k A. \end{cases}$$

Теорема 2. Матричните редици $\{Y_k\}$ и $\{X_k\}$ в метод (8) са добре определени и имат следните свойства:

(а) за X_0 такава, че $X_0 - A^*X_0A - B^*X_0B \leq Q$,

$$X_0 \leq Y_0 \leq X_1 \leq Y_1 \leq \dots \leq X_+;$$

(б) за X_0 , такава, че $X_0 - A^*X_0A - B^*X_0B \geq Q$,

$$X_0 \geq Y_0 \geq X_1 \geq Y_1 \geq \dots \geq X_+.$$

Доказателство: По предположение в началото на точката уравнение (1) има решение и то е $X_+ > 0$, т.е.

$$(9) \quad X_+ - A^*X_+A - B^*X_+B = Q.$$

Следователно

$$X_+ - A^*X_+A = Q + B^*X_+B > 0,$$

$$X_+ - B^*X_+B = Q + A^*X_+A > 0.$$

Оттук и лема (2) следва $\rho(A) < 1$ и $\rho(B) < 1$.

Следователно $\{Y_k\}$ и $\{X_k\}$ в (8) са добре определени.

(а) Доказателството ще извършим по индукция. Нека $X_0 \geq Q$ съгласно (8) и $X_0 - A^*X_0A - B^*X_0B \leq Q$. Оттук и (8) имаме

$$Y_0 - X_0 - A^*(Y_0 - X_0)A = Q - X_0 + B^*X_0B + A^*X_0A \geq 0,$$

откъдето съгласно лема 1 следва $X_0 \leq Y_0$.

След почленно изваждане на уравненията

$$X_+ - A^*X_+A - B^*X_+B = Q,$$

$$Y_0 - A^*Y_0A = Q + B^*X_0B,$$

получаваме

$$X_+ - Y_0 - A^*(X_+ - Y_0)A - B^*(X_+ - Y_0)B = B^*(Y_0 - X_0)B \geq 0.$$

Съгласно лема 2 последното уравнение има единствено решение, което е положително полуопределено, т.е. $Y_0 \leq X_+$.

Нека за произволно k са изпълнени $X_k \leq Y_k \leq X_+$. Тогава за X_{k+1} и Y_{k+1} от (8) имаме

$$(10) \quad X_{k+1} - B^*X_{k+1}B = Q + A^*Y_kA,$$

$$(11) \quad Y_k - A^*Y_kA = Q + B^*X_kB,$$

$$(12) \quad Y_{k+1} - A^*Y_{k+1}A = Q + B^*X_{k+1}B.$$

След почленно изваждане на уравненията (11) и (12) от уравнение (10), получаваме съответно:

$$X_{k+1} - Y_k - B^*(X_{k+1} - Y_k)B = B^*(Y_k - X_k)B \geq 0,$$

$$X_{k+1} - Y_{k+1} - A^*(X_{k+1} - Y_{k+1})A = A^*(Y_k - X_{k+1})A,$$

откъдето съгласно лема 1 последователно получаваме $Y_k \leq X_{k+1}$ и $X_{k+1} \leq Y_{k+1}$.

Отново след почленно изваждане на уравнение (9) и от (12), получаваме

$$\begin{aligned} X_+ - Y_{k+1} - A^*(X_+ - Y_{k+1})A - B^*(X_+ - Y_{k+1})B \\ = B^*(Y_{k+1} - X_{k+1})B \geq 0, \end{aligned}$$

откъдето съгласно лема 2 имаме $Y_{k+1} \leq X_+$. С това доказателството на (а) е завършено. Доказателството на (б) е аналогично на (а). $\square$

4 Числени експерименти

В тази точка провеждаме числени експерименти с предложените методи за пресмятане на единственото положително определено решение на уравнение (1).

Нека $res(X) = \|X - A^*XA - B^*XB - Q\|_\infty$, където използваната норма е $\|A\|_\infty = \max_i \sum_j |a_{ij}|$. За стоп-критерий на двата метода (4) и (8) използваме

$$\|X_{k+1} - X_k\|_\infty \leq tol = 10^{-8},$$

където k е броят на итерациите.

За реализация на метод (8) използваме функцията *dlyap*. Отбелязваме, че би могло да се реализира чрез ортогонални методи. Поради факта, че матричните коефициенти са едни и същи на всяка итерация, то тяхната трансформация следва да се изпълни еднократно (за подробности вижте [6]).

Пример 1. Разглеждаме уравнение (1) със следните матрични коефициенти

$$A = \frac{1}{7} \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 3 & 5 \end{pmatrix}, \quad B = \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 1 \end{pmatrix}, \quad Q = \begin{pmatrix} 7 & 5 \\ 5 & 10 \end{pmatrix}.$$

За матриците A и B от пример 1 имаме $\rho(A)^2 = 0.8107$,

$$\rho(B)^2 = 0.1809, \quad \rho(A^T \otimes A^* + B^T \otimes B^*) = 0.9884.$$

В таблица 1 са представени резултатите от експериментите за пример 1 с методите (4) и (8).

Таблица 1: Резултати от експериментите за пример 1	
Метод (4)	Метод (8)
$k = 1826$	$k = 301$
$\ X_k - X_{k-1}\ _\infty = 9.94e - 09$	$\ X_k - X_{k-1}\ _\infty = 9.40e - 09$
$res(X_{1826}) = 9.8233e - 09$	$res(X_{301}) = 1.3723e - 09$

Пример 2. Разглеждаме уравнение (1) със следните матрични коефициенти

$$A = \frac{1}{120} \begin{pmatrix} 37 & 13 & 12 \\ -10 & 34 & 12 \\ 11 & -17 & 29 \end{pmatrix}, \quad B = \frac{1}{13} \begin{pmatrix} 5 & 2 & 4 \\ 3 & 7 & 3 \\ 3 & 4 & 5 \end{pmatrix},$$

$$Q = \frac{1}{10} \begin{pmatrix} 12 & 3 & 1 \\ 3 & 22 & 2 \\ 1 & 2 & 6 \end{pmatrix}.$$

За матриците A и B от пример 2 имаме $\rho(A)^2 = 0.1415$,

$$\rho(B)^2 = 0.8631, \quad \rho(A^T \otimes A^* + B^T \otimes B^*) = 0.9680.$$

В таблица 2 са представени резултатите от експериментите за пример 2 с методите (4) и (8).

Таблица 2: Резултати от експериментите за пример 2

Метод (4)	Метод (8)
$k = 589$	$k = 72$
$\ X_k - X_{k-1}\ _\infty = 9.77e - 09$	$\ X_k - X_{k-1}\ _\infty = 7.41e - 09$
$res(X_{589}) = 9.4580e - 09$	$res(X_{72}) = 8.6514e - 10$

Пример 3. Разглеждаме уравнение (1) със следните матрични коефициенти

$$A = (0.499I - S_1)S_2^{-1}A_1, \quad B = (0.499I - T_2 + \beta(T_2 - T_1))T_2^{-1}B_1$$

и $Q = I$, където

$$A_1 = (a'_{ij}^{(1)}) \in \mathcal{R}^{n \times n}, \quad a'_{ij}^{(1)} = a'_{ji}^{(1)} = i^2 + j, \quad i \leq j,$$

$$B_1 = (b'_{ij}^{(1)}) \in \mathcal{R}^{n \times n}, \quad b'_{ij}^{(1)} = b'_{ji}^{(1)} = (i + 2)j, \quad i \leq j,$$

$$S_1 = \text{diag}(0, s'_2, s'_3, \dots, s'_n), \quad s'_i = \sum_{j=1}^{i-1} a'(i, j), \quad i = 2, 3, \dots, n,$$

$$S_2 = \text{diag}(s''_1, s''_2, \dots, s''_n), \quad s''_i = \sum_{j=i}^n a'(i, j), \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

$$T_1 = \text{diag}(0, t'_2, t'_3, \dots, t'_n), \quad t'_i = \sum_{j=1}^{i-1} b'(i, j), \quad i = 2, 3, \dots, n,$$

$$T_2 = \text{diag}(t''_1, t''_2, \dots, t''_n), \quad t''_i = \sum_{j=i}^n b'(i, j), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Пример 3 е разгледан в два случая на $\beta = 0$ и $\beta = 1$, като и в двата случая $n = 40$. За матриците A и B при $\beta = 0$ имаме $\rho(A)^2 = 2.0573e - 05$, $\rho(B)^2 = 0.9950$ и $\rho(L) = 0.9901$, а при $\beta = 1$ – $\rho(A)^2 = 0.7036$, $\rho(B)^2 = 0.7036$ и $\rho(L) = 0.9901$, където $L = A^T \otimes A^* + B^T \otimes B^*$.

В таблица 3 са представени резултатите от експериментите за пример 3 при $n = 40$ и $\beta = 0$ с методите (4) и (8), а в таблица 4 при $n = 40$ и $\beta = 1$.

Таблица 3: Резултати от експериментите за пример 3 при $\beta = 0$

Метод (4)	Метод (8)
$k = 1892$	$k = 3$
$\ X_k - X_{k-1}\ _\infty = 9.92e - 09$	$\ X_k - X_{k-1}\ _\infty = 1.04e - 13$
$\text{res}(X_{1892}) = 99.8217e - 09$	$\text{res}(X_3) = 2.2093e - 13$

Таблица 4: Резултати от експериментите за пример 3 при $\beta = 1$

Метод (4)	Метод (8)
$k = 1852$	$k = 501$
$\ X_k - X_{k-1}\ _\infty = 9.93e - 09$	$\ X_k - X_{k-1}\ _\infty = 9.75e - 09$
$\text{res}(X_{1852}) = 9.8287e - 09$	$\text{res}(X_{501}) = 2.3895e - 09$

При проведените експерименти се наблюдава, че с метод (8) са необходими в пъти по-малкия брой на итерации, отколкото с ме-

тод (4) за достигане на желаната точност. Предимствата на метод (8) се засилват при малки стойности на $\rho(A)$ или $\rho(B)$, а $\rho(A^T \otimes A^* + B^T \otimes B^*)$ е близко до 1.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] A.C.R. Ran, M.C.B. Reurings, The symmetric linear matrix equation, *Electron. J. Linear Al.*, 9, (2002), 93-107.
- [2] P. Liu, S. Zhang, Newton's method for solving a class of nonlinear matrix equations, *J. Comput. Appl. Math.*, 256, (2014), 254-267.
- [3] V.Hasanov, S. Hakkaev, Newton's method for a nonlinear matrix equation, *C. R. Acad. Bulgare Sci.*, 68(8) (2015), 973-982.
- [4] V. Hasanov, S. Hakkaev, Convergence analysis of some iterative methods for a nonlinear matrix equation, *Computers and Mathematics with Applications*, 72 (2016), 1164-1176.
- [5] C.-H. Guo, P. Lancaster, Iterative Solution of Two Matrix Equations, *Math. Comput.*, 68, (1999), 1589-1603.
- [6] Kh.D. Ikramov, *Numerical solution of Matrix Equations*, Moscow, Nauka, 1985. (in Russian).
- [7] B. Zhou, J. Lam, G.-R. Duan, On Smith-type iterative algorithms for the Stein matrix equation, *Appl. Math. Letters*, 22 (2009), 1038-1044.
- [8] Y.-H. Gao, Z.-Z. Bai, On inexact Newton methods based on doubling iteration scheme for non-symmetric algebraic Riccati equations, *Numer. Linear Algebra Appl.*, 18:325-341, 2011.
- [9] P. Lancaster, M. Tismenetsky, *The Theory of Matrices*, 2nd ed. San Diego (CA), Academic Press, 1985.

Вежди Исмаилов Хасанов

Шуменски университет "Епископ Константин Преславски"

Факултет по математика и информатика

Лаборатория по математическо моделиране

Шумен, България

v.hasanov@shu.bg

INFORMATION BASE ON ANALYSIS OF THE DEBT OF "HOLDING BDZ"

MERLIN A. ANTONOVA, PAVLINA P. DIMITROVA

ABSTRACT: *The size and composition of a company's receivables and payables are of essential importance in all phases and stages of its development. External factors such as the economic situation, interest rates, legislation and others play an important role in the formation of these receivables and payables, which are often not fully subject to the control of the company. Accounting measures of financial indebtedness, also known as debt coverage ratios, focus attention on the condition of the right half of the balance sheet*

KEYWORDS: *balance sheet, debt, holding BDZ, information base, accounting;*

2010 Math. Subject Classification: 97B99

ИНФОРМАЦИОННА БАЗА ЗА АНАЛИЗИРАНЕ НА ЗАДЪЛЖНОСТТА НА „ХОЛДИНГ БДЖ”ЕАД

МЕРЛИН А. АНТОНОВА, ПАВЛИНА П. ДИМИТРОВА

1 Въведение

Съставът на краткосрочните активи и пасиви, особено вземанията и задълженията, имат значително влияние върху финансовото състояние на предприятието. Например, високите нива на вземания могат да подобрят ликвидността, докато високите нива на задължения могат да наложат финансово напрежение. Размерът и съставът на вземанията и задълженията на предприятието са от съществено значение във всички фази и етапи от неговото развитие. Външни фактори като икономическата

конюнктура, лихвените проценти, законодателството и други играят важна роля в формирането на тези вземания и задължения, които често не се подчиняват напълно на контрола на предприятието. Счетоводни измерители за финансовата задължнялост, известни още като показатели за покритието на задълженията фокусират вниманието върху състоянието на дясната половина на счетоводния баланс [1].

2 Изложение

Проблемите с финансите се засилват, особено когато липсват бързо обръщаеми активи или когато те не могат да бъдат осигурени навреме. Това може да доведе до сериозни трудности за предприятия и финансови мениджъри, като се засяга тяхната текуща платежоспособност и способността им да изпълняват ангажиментите си.

Целта на разработката е да се анализира състоянието на фирмената задължнялост на „Холдинг БДЖ“ЕАД.

2.1. Финансовата задължнялост - същност и преглед в ретроспективен аспект

Задълженията възникват, когато предприятието получи дълготрайни активи, материални запаси и други ценности без да ги плати, извърши разходи за дейността без плащане или при начисляване на задължителни вноски към различни организации. Те могат да бъдат краткотрайни със срок на уреждане до една година и дълготрайни със срок над една година. В баланса задълженията се отчитат като пасивни балансови сметки, докато вземанията се отчитат като активни сметки.

Разчетите на предприятието, свързани с вземания от разни клиенти, дебитори, подотчетни лица и други, се отразяват в раздел "Б" на актива за баланса. Те се обобщават в пет позиции: вземания

по продажби, вземания, свързани с участия, вземания по липси и начети, съдебни и присъдени вземания, и други вземания.

От друга страна, разчетите свързани с разни задължения към доставчици, кредитори, персонал, бюджет, социално осигуряване и други се групират в раздел "Б" на пасива на баланса. Те се обобщават в шест позиции: задължения към доставчици, задължения, свързани с участия, и други задължения.

Задължняването играе важна роля както по време на кризисни ситуации, така и при икономически растеж, поради своята връзка с ликвидността и устойчивостта на фирмите. Представената тема има за цел да направи оценка на задължнялостта на нефинансовите предприятия в България.

Състоянието на задължнялост на фирмата се изразява чрез сумата на заетите средства, насочвани с цел генериране на печалба. В основни линии финансовият анализ на фирмата акцентира върху дългосрочната задължнялост, доколкото тя поражда заплащането на лихви и погашения по главницата в дългосрочен период. Прието е тази част на анализа да се нарича и дългосрочна платежоспособност (long term solvency). Предмет на анализа са измененията в структурата на капитала (собствен и заемен) и оценката на възможностите на фирмата да покрива дългосрочните си заеми. Именно заради това се използва терминът "платежоспособност".

Независимо, че често се поставя знак на равенство между понятията "ликвидност" и "платежоспособност", между тях съществува разлика. Платежоспособността е по-широко понятие от ликвидността и изразява възможността на фирмата да генерира доходи и да изплаща задълженията си. Следователно, платежоспособността зависи от една страна от съотношението

между собствен и привлечен капитал, и от друга – от структурата на активите и възможността за генериране на доходи с цел навременно изплащане на задълженията по лихви и главници.

Класификацията на видовете срочни задължения следва тази на видовете срокове, като при всяко едно от предложените деления на видовете задължения с оглед на обусловеността му от срока ще бъдат разглеждани паралелно и въпросите за падежа и времето на изпълнение на конкретния вид задължение.

Според кредиторите, фирмената задлъжнялост може да бъде обобщена като общи фирмени задължения и междуфирмени задължения. Фирмената задлъжнялост, наричана още корпоративен дълг или общ дълг, се различава от междуфирмената (вътрешнофирмената задлъжнялост), тъй като включва всички видове задължения, отразени във финансовите отчети, докато при междуфирмената част от задълженията се изключват, защото не се считат за търговски кредити (например финансови институции, персонал, данъчно-осигурителни задължения). И двата вида задължения се измерват чрез абсолютни стойности, които се определят на базата на финансовите отчети на секторите.

Понятието привлечен капитал (чужд капитал) се припокрива в голяма степен с фирмената задлъжнялост, но включва и приходи от бъдещи периоди като предварително събрани такси, получени предварително заеми и други. Това различава в някаква степен двете понятия. Относно твърдеството между пасивите и задълженията, основната характеристика на пасивите е, че предприятието има съществуващо задължение, което може да бъде правно или възникнало в резултат на установени бизнес отношения и търговски практики.

2.2.Значимост на показателя "Задлъжнялост"

Под абсолютни показатели се разбират данните за задълженията на предприятията, които се предоставят в годишните финансови отчети в номинална стойност, без да се отчита инфлацията. Това означава, че се използва стойността на данните както са представени в отчетите, без да се коригират за изменения в цените на стоките и услугите в икономиката. Измерването на фирмената задлъжнялост чрез абсолютни показатели има няколко недостатъка. Първо, те се измерват в номинални стойности, без да се взема предвид влиянието на инфлацията или дефлацията. Второ, не се отчитат двойните и тройни записвания, които могат да се появят, когато едно задължение се отчете повече от веднъж в балансите на фирмите, въпреки че реално съществува само веднъж. Тези фактори могат да представляват неяснота при оценката на облигациите на предприятието.

Статичните данни, предоставяни към определена дата, като 31 декември, могат да бъдат манипулирани от финансовите мениджъри или собствениците, за да представят по-благоприятна картина за предприятието. Това може да изкриви реалната информация, която се предоставя на заинтересованите страни, като потенциални инвеститори или кредитори. Измерването на фирмената задлъжнялост чрез абсолютни показатели може да бъде ограничено поради няколко причини, включително липсата на вземане предвид на броя предприятия, включени в консолидирания финансов отчет. Използването на относителни показатели може да предостави по-добра перспектива, като сравнява задлъжнялостта на предприятия в контекста на техния размер, приходи или други фактори. Тези относителни показатели

могат да бъдат по-полезни за анализа на задлъжнялостта и за сравнение между различни предприятия.

Показатели за определяне на задлъжнялостта - основни показатели за задлъжнялост са:

- *Обща задлъжнялост;*
- *Дългосрочна задлъжнялост към собствен капитал;*
- *Брутна печалба към плащания на лихви;*
- *Брутна печалба към фиксирани задължителни плащания;*
- *Коефициент на финансова автономност.*

Общият дълг към общите активи е важен показател за финансовата структура на компанията. По-високият коефициент на ливъридж обикновено указва на по-голямо ниво на финансов риск, тъй като по-голямата част от активите на компанията е финансирана с дълг, който трябва да се върне с времето. За инвеститорите и кредиторите този показател представлява ключова информация за оценката на стабилността и рентабилността на компанията.

Таблица 1

(в хил.лв.)

Представяне на коефициент Д/А по предприятия

Предприятие	А	Б	В
Дълг	50000	600	13000
Активи	95000	2000	9000
Коеф.Д/А	0,53	0,30	1,44

Източник: Христозов, Я. (2020). Състояние на фирмената задлъжнялост, с.210

Съотношение по-голямо от единица показва, че значителна част от дълга се финансира от дълг. С други думи, дружеството има повече задължения, отколкото активи. Високото съотношение показва също, че едно дружество може да се изложи на риск от неизпълнение на кредитите си, ако лихвените проценти се

покачват изведнъж. От примера по-горе се вижда, че предприятие „В“ има много по-висока степен на лостов ефект от „А“ и „Б“ и следователно по-ниска степен на финансова гъвкавост. С повече от 13 000 лв. общ дълг има голям шанс „В“ да обяви фалит през следващите месеци. Инвеститорите и кредиторите ще считат предприятието за рисково заради високия му ливъридж.

Заемите с банки и кредитори обикновено имат по-малка гъвкавост за промяна в сравнение с други задължения като лизингови договори. Това означава, че предприятия с висока степен на финансов ливеридж са по-уязвими по време на икономическа рецесия, защото те трудно могат да се справят с изплащането на заемите при намаляване на приходите. Финансовият ливеридж може да има значително въздействие върху инвестициите на дадено предприятие. В некризисни периоди отрицателните ефекти върху инвестициите се усещат основно при високи нива на дълга. Например, фирма с по-високо съотношение дълг към активи може да има по-ниски инвестиции поради по-големия финансов натиск, който изпитва. От друга страна, за определени периоди и ситуации инвестиционният ефект може да бъде важен и за предприятия с по-ниско ниво на дълг, в зависимост от спецификата на конкретната индустрия или пазара. Нивата на ливъридж и въздействието на високия ливъридж спрямо инвестициите са специфични спрямо икономическите сектори на дейност и размерът на предприятията [2].

Коефициентът има важно място при анализа на стопанската дейност, тъй като както собственият капитал, така и дългосрочните заеми се използват за финансиране на най-рисковия компонент на активите – дълготрайните активи. Така, разглеждан съвместно с коефициента за обща задлъжнялост, този

показател разкрива в каква степен дългосрочните активи са финансирани със заеми [3].

Коефициентът дълг към собствен капитал и реципрочният коефициент за финансова автономност са ключови показатели за финансовата независимост на предприятията. Финансовият лост в предприятията е ясен индикатор за задлъжнялостта и е често прилаган показател при анализа на отделни предприятия. На Диаграма 3 представят нивата на Д/СК по обобщени данни за всички нефинансови сектори за 4-годишен период. Колкото е по-нисък Д/СК и по-висок КФА, толкова по-добър показател е това за финансите на предприятията.



Фиг.1. Визуализиране на финансовия показател Дълг/Собствен капитал. Източник - НСИ

Коефициентът дълг към собствен капитал е важен инструмент при финансовите решения, понеже отразява отношението между дълга и собствения капитал на предприятието. Когато този коефициент е над единица, както в

случая с нефинансовите предприятия, това указва, че стойността на дълга е по-голяма от стойността на собствения капитал. Високият коефициент показва по-голям риск от прекомерно задлъжняване и неплатежоспособност.

Най-голям принос за този висок коефициент имат секторите G. Търговия; ремонт на мотоциклети и автомобили, J. Създаване и разпространение на информация и творчески продукти; далекосъобщения и L. Операции с недвижими имоти. Само при тях средната стойност на показателя за 11 години е над 2. При всички останали сектори е под единица [4].

2.3. Изследване на задлъжнялостта на база счетоводните отчети

При приемането на Република България за член на Европейския съюз (ЕС) нивото на задлъжнялост на „БДЖ” ЕАД е било, както е посочено в следната таблица. Вземите заеми преди 2007 г. са в размер на 421 665 хил. лева. До края на 2006 г. са изплатени 67 761 хил. лева кредити от „БДЖ” ЕАД. Към 31.12.2006 г. задлъжнялостта на дружеството е в размер на 353 904 хил. лева. През следващите 3 години периода 2007 – 2009 г. са изплатени още 82 594 хил. лева главници за обслужване на тези кредити. До края на падежа на кредитите „БДЖ” ЕАД остава да плати още 271 310 хил. лева т.е. една част от реализираните средства от дружеството следва да се насочат към погасяване на сключените заеми преди 2007 г. вместо да се използват за модернизация и обновяване на локомотивния и вагонния парк.

Основните задължения на групата на „Холдинг БДЖ” ЕАД са към финансовите кредитори KfW IPEX Bank, облигационерите по Втория облигационен заем (FMS Wertmanagament, DEXIA

Credit Local, KA Finanz, БНП Париба – клон България и КТБ АД), EUROFIMA, ПИБ АД Създаден от ръководния екип на Групата на „Холдинг БДЖ” ЕАД 459 (задължението се оспорва от страна на БДЖ по съдебен ред) и DEPHA Bank (Първия облигационен заем). Групата на „Холдинг БДЖ” ЕАД (индивидуално „Холдинг БДЖ” ЕАД и „БДЖ – Товарни превози” ЕООД) имат стари просрочени задължения към Национална компания „Железопътна инфраструктура”, за които през периода 2012 – 2013 г. бяха сключени споразумения за тяхното признаване и разсрочено изплащане, включително чрез схемата „дълг срещу собственост”. „Холдинг БДЖ” ЕАД има и просрочени задължения към Министерството на финансите (НАП) по активирани държавни гаранции за неизплатени кредити към структури на Световната банка (възникнали през средата на 90-те години).

На индивидуална база задлъжнялостта на „Холдинг БДЖ” ЕАД намалява от 536 243 хил. лв. през 2007 г. на 440 526 хил. лв. през 2014 г., т.е. намалението е 95 717 хил. лв. или приблизително 18%. Намалението е вследствие на започналото изплащане на задълженията на „Холдинг БДЖ” ЕАД след 2010 г., дължащо се на освободените средства от извършените в този период реформи и приложените мерки за оптимизация. И в този случай следва да се има предвид, че през годините са направени промени във вътрешно-груповите взаимоотношения, касаещи задълженията на Групата. С няколко вътрешни споразумения между „Холдинг БДЖ” ЕАД, „БДЖ – Пътнически превози” ЕООД и „БДЖ – Товарни превози” ЕООД задълженията по кредитните споразумения с KfW IPEX Bank, Eurofi ma и Първия облигационен заем са прехвърлени за изплащане към дъщерните дружества на базата на основанията за тяхното възникване, свързани с апортираните при последното преобразуване активи. Към момента

единствено задълженията по Втория облигационен заем са единствено в патримониума на „Холдинг БДЖ“ ЕАД. Картината на индивидуална база обаче не дава достатъчно пълна представа за тенденциите през анализирания период и именно поради тази причина е по-добре читателят да се запознае с анализа на консолидирана основа за дейността и резултатите на групата на „Холдинг БДЖ“ ЕАД.

Резултатите от дейността на „Холдинг БДЖ“ ЕАД са повлияни от ефектите, свързани с инфлацията, ръста на енергийните цени и издръжката на настанените лица, получили временна закрила на територията на Република България, вследствие на военните действия в Украйна, в почивните бази на дружеството, съгласно Решение №318 от 20.05.2022г. на Министерски съвет (МС). В Таблица 2 са представени задълженията за 2 поредни години:

Таблица 2
(в хил.лв.)

Анализ на задълженията

Задължения	към 31.12.2022 г			към 31.12.2021 г.			Изменени Нетекущи е +/-
	Нетекущи	Текущи	Общо 2022	Нетекущи	Текущи	Общо 2021	
Търговски задължения, в т.ч.:	17014	1227	18241	20519	1053	21572	-3331

Задължения	към 31.12.2022 г			към 31.12.2021 г.			Изменени Нетекущи е +/-
	Нетекущи	Текущи	Общо 2022	Нетекущи	Текущи	Общо 2021	
ДП "НК ЖИ"	17014	80	17094	20519	80	20599	-3505
Чужди жп администрации	0	636	636	0	619	619	17
Свързани лица в Група БДЖ	0	224	224	0	218	218	6
Други	0	287	287	0	136	136	151
Получени аванси от клиенти	0	3	3	0	3	3	0
Към персонала и осигурителни предприятия	108	525	633	170	450	620	13
Данъчни задължения	0	60	60	0	204	204	-144
Други задължения	0	670	670	0	1257	1257	-587

Задължения	към 31.12.2022 г.			към 31.12.2021 г.			Изменени Нетекущи е +/-
	Нетекущи	Текущи	Общо 2022	Нетекущи	Текущи	Общо 2021	
Съдебни дела	0	1	1	0	3	3	-2
Провизии	0	6	6	0	4	4	2
ВСИЧКО:	17122	2492	19614	20689	2974	23663	-4049

Източник: Анализ на дейността на „Холдинг БДЖ“ ЕАД за 2022 г.

Задълженията по контрагенти към 31.12.2022 г. намаляват с 4 049 хил. лева спрямо 31.12.2021 г., като изменението основно е, както следва:

- търговските задължения намаляват с 3 331 хил. лева, в т.ч. ДП НК „ЖИ“ - намаляват с 3 505 хил. лева;
 - други краткосрочни задължения намаляват с 587 хил. лева;
 - данъчни задължения намаляват със 144 хил. лева.
- Задължения към финансови институции:
Задълженията на „Холдинг БДЖ“ ЕАД по заеми към 31.12.2022 г. са в общ размер на 8 423 хил. лева.

Структурата на задълженията по заема е показана в следващата таблица:

Таблица 3
(в хил.лв.)**Структура на задълженията на БДЖ ЕАД към 31.12.2022 г.**

Задължения	Просрочени	Текущи	Общо
главница	7306	0	7306
лихва	1117		1117
Първа инвестиционна банка АД	8423	0	8423

Източник: Анализ на дейността на „Холдинг БДЖ“ ЕАД за 2022 г.

Към момента на преобразуването през м. май 2011 г. „Холдинг БДЖ“ ЕАД остава длъжник по всички натрупани краткосрочни и дългосрочни задължения, с изключение на тези, които са възникнали по договори, сключени от съответните поделения на „Холдинг БДЖ“ ЕАД, които при преобразуването преминават към дъщерните дружества. С вътрешни споразумения през 2012 г. и 2013 г. всички кредити към финансовите институции, с изключение на Втория облигационен заем и задълженията към структурите на Световната банка, са прехвърлени към дъщерните дружества, съобразно придобитите от тях активи при последното преобразуване.

Таблица 4
(в хил.лв.)**Текущи търговски задължения в Отчета за финансово състояние**

Текущи:	2022 г.	2021 г.
Задължения към чуждестранни	636	619

железопътни администрации		
Задължения по доставки	287	136
	923	755

Източник: Анализ на дейността на „Холдинг БДЖ“ ЕАД за 2022 г. [6]

Изчислените по-долу показатели са за период от 2015 г. до 2022 г.:

[1] Дълг/собствен капитал (financial gearing) – Задлъжнялостта, изчислена като съотношение на дълга спрямо собствения капитал, намалява от 71,5% през 2016г. на 33,2% през 2022г., т.е. намалението е 53%.

- Дълг/активи – Задлъжнялостта, изчислена като съотношение на дълга спрямо активите, намалява от 41,4% през 2016г. на 24,8% през 2022г., т.е. намалението е 40%

Във връзка с решаване на проблема със свръхзадлъжнялостта на железопътната компания от миналото, започнаха активни преговори с основните финансови кредитори, като целта бе постигане на взаимно приемливо споразумение за разсрочване и реструктуриране на задълженията на Групата на „Холдинг БДЖ“ ЕАД [5].

Дълг/собствен капитал (financialgearing) – Задлъжнялостта, изчислена като съотношение на задълженията спрямо собствения капитал, намалява от 142% през 2015 г. на 13% през 2022 г., т.е. намалението е 91%.

- Дълг/активи – Задлъжнялостта, изчислена като съотношение на задълженията спрямо активите, намалява от 52% през 2015 г. на 7% през 2022 г., т.е. намалението е 86%.

Задължениостта на дружеството се подобрява от увеличението на свободния паричен поток и плащането на част от задълженията.

2.4. Взаимовръзка задължениост- финансово състояние

Предвид тежкото финансово положение и свръхзадължениостта на Групата на „Холдинг БДЖ“ ЕАД през 2010 г. беше даден старт на така дълго отлаганите мерки за спасяване на националния железопътен превозвач. За целта беше изготвен „План за реструктуриране и финансово стабилизиране на „Холдинг БДЖ“ ЕАД“, който послужи като основа на предприетите решителни реформи в Групата през периода 2010 – 2012 г. Следва да се има предвид, че този период съвпада с най-дълбоката част от икономическата криза и в случай, че реформите не бяха предприети, то цената за обществото, изразяваща се в допълнителни финансови загуби и прекъсване на транспортната услуга, щеше да бъде значително по-висока.

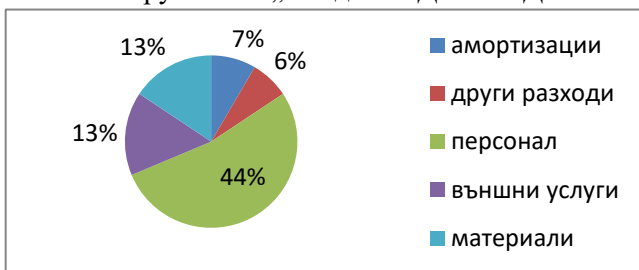
През разглеждания период в „Холдинг БДЖ“ ЕАД бяха започнати и осъществени четири основни типа реформи:

Първата реформа беше свързана с реструктурирането на Групата, което се реализира чрез съсредоточаване на търговската и оперативната дейност в две абсолютно самостоятелни едно от друго дружества – „БДЖ – Товарни превози“ ЕООД и „БДЖ – Пътнически превози“ ЕООД. Всички оперативни активи и персонал от „шапката“ на „Холдинг БДЖ“ ЕАД бяха прехвърлени в двете дружества и те започнаха да развиват напълно самостоятелно и независимо едно от друго своята дейност на пазарен принцип.

Втората реформа беше и продължава да е свързана с оптимизиране на всички оперативни, производствени и търговски дейности и процеси в двете дружества и в холдинговата „шапка”.

Целта беше да се повиши ефективността чрез чувствително намаляване на разходите и максимизиране на приходите. В това отношение през 2010 г. бяха постигнати сериозни успехи, която практически е и първата година на реформи в БДЖ.

Третата реформа беше и продължава да е свързана с катализиране на процеса за решаване на проблема със свръхзадлъжнялостта на железопътната компания, която е била генерирана в миналото. Започнаха активни преговори с основните финансови кредитори, като целта бе постигане на взаимно приемливо споразумение за разсрочване и реструктуриране на задълженията на Групата на „Холдинг БДЖ“ ЕАД.



Фиг.2. Структура на разходите за деветмесечието на 2023 г.

Четвъртата реформа беше и продължава да е свързана с актуализиране и изпълнение на инвестиционната програма за развитие на БДЖ. Без осигуряване на средства за инвестиции в нов подвижен състав компанията не само няма да е в състояние да се развива като съвременен и конкурентоспособен превозвач, но и все по трудно, ако не и невъзможно, ще бъде да изпълнява и важните социални функции, възложени ѝ от държавата със ЗОУ договора. По повод провежданите реформи беше постигнато споразумение със Световната банка за съответната финансова подкрепа, като нейните експерти високо оцениха предвидените

мерки в „Плана за реструктуриране и финансово стабилизиране на „Холдинг БДЖ“ ЕАД“, но поради причини извън компанията не се стигна до подписване на споразумението.

Относителният дял на разходите по икономически елементи за 9-те месеца на 2023 г. е показан в долната графика:

Вземанията към 30.09.2023 г. са в общ размер 61 653 хил. лева. След извършена обезценка на вземанията през изминалите финансови години, балансовата им стойност е в размер на 9 790 хил. лева и спрямо 31.12.2022 г. са намалени с 2 992 хил. лева.

Вземанията от клиенти и свързани лица на „Холдинг БДЖ“ ЕАД са от контрагенти чужди жп администрации – в общ на размер на 32 024 хил. лева. вземанията са напълно обезценени.

Анализ на задълженията

В таблицата по-долу е представен анализ на задълженията на „Холдинг БДЖ“ ЕАД, спрямо тяхната ликвидност и изискуемост към 31.12.2022 г.

Таблица 5

Видове задължения на БДЖ (в хил.лв.)

Задължения	Към 30.09.2023г.			Към 31.12.2022г.			изменен ие
	нетеку щи	теку щи	Общ о 2023	нетеку щи	теку щи	Общ о 2022	
Търговски задължения	17014	1044	18058	17014	1227	18241	-183
ДП"НК жи"	17014	37	17051	17014	80	17094	-43

Задължения	Към 30.09.2023г.			Към 31.12.2022г.			изменение
	нетекущи	текущи	Общо 2023	нетекущи	текущи	Общо 2022	
Чужди жп администрации	0	627	627	0	636	636	-9
Свързани лица в група БДЖ	0	0	0	0	2	2	-2
Други	0	380	380	0	509	509	-129
Получени аванси от клиенти	0	3	3	0	3	3	0
Към персонала и осигурителни предприятия	126	413	539	108	525	633	-94
Данъчни задължения	0	294	294	0	60	60	234
Други задължения	0	687	687	0	671	670	17
Съдебни дела	0	0	0	0	0	1	-1
Провизии	0	5	5	0	6	6	-1

Задължения	Към 30.09.2023г.			Към 31.12.2022г.			изменен ие
	нетеку щи	теку щи	Общ о 2023	нетеку щи	теку щи	Общ о 2022	
Всичко	17140	2446	19586	17122	2492	19617	-28

Източник: Междинен доклад за дейността на „ХОЛДИНГ БДЖ“ ЕАД 2023

Задълженията по контрагенти към 30.09.2023 г. намаляват с 28 хил. лева спрямо 31.12.2022 г. като изменението по някои основни контрагенти е, както следва:

- търговски задължения намалени със 183 хил. лева;
- задължения към персонала и осигурителни предприятия - намаление с 94 хил. лева;
- данъчни задължения — увеличение с 234 хил. лева;
- други задължения, увеличени със 17 хил. лева.

3 Заключение

Холдинг БДЖ"ЕАД единственото дружество в България, което извършва пътнически железопътни превози и се конкурира с автобусния транспорт и авиотранспорта. Въпреки високата оценка на потребителите за комфорта, безопасността и екологичността на железопътния транспорт, ниската скорост на пътуване и лошото състояние на инфраструктурата ограничават възможностите за развитие на дружеството.

Европейският съюз има приоритети за развитие на железопътния транспорт, включително изграждане на високоскоростна мрежа и повишаване на оперативната съвместимост между националните системи. Инвестициите в рехабилитация на железопътните линии в България и предстоящата либерализация на пазара на железопътния превоз на

пътници създават възможности за появата на нови железопътни оператори.

Транспортният пазар в България претърпя значителни промени през последните 20 години без железопътните компании да успеят да се реструктурират и приспособят своята дейност така, че да отговорят адекватно на съвременните пазарни изисквания. БДЖ ЕАД и НК „ЖИ” се превърнаха в едни от най-слабо ефективните железопътни компании в Европейския съюз със своя раздут персонал и остарял подвижен състав, с железопътна инфраструктура в тежко общо състояние и със значителни субсидии, които и двете компании използват не винаги ефективно. Вследствие на глобалната финансова криза товарният железопътен транспорт в България също отбеляза значителен спад (с около 40 процента), което задълбочи още повече и без това сериозните проблеми в БДЖ ЕАД и НК „ЖИ”.

Въпреки че увеличава превозените товари и пътници през първото полугодие на 2019 г., дружествата от групата на "Холдинг БДЖ" завършват на обща загуба от 9 млн. лв. и по този начин не успяват да изпълнят плана си за постигане на печалба от 10 млн. лв. за периода. Причината е в значително увеличените спрямо заложеното оперативни разходи за персонал, за електроенергия и за външни услуги. Това показват данните от финансовия отчет на държавната жп група за периода, публикувани на сайта на Министерството на финансите според изискванията за публичните дружества.

Икономическата реалност в съвременния свят е отличена със значителна динамичност и необходимост от постоянно усъвършенстване. Бюджетната система и управлението на държавния дълг играят важна роля в регулирането на икономическото развитие. Тяхното правилно управление е от съществено значение за стабилността и инвестиционната

привлекателност на страната. Ефективното управление и погасяване на дълга, заедно с рационални политически решения и ясна стратегия за бюджетното финансиране, са ключови за стабилността на икономиката.

Контролът върху размера и динамиката на задълженията, заедно със стимулирането на БВП и укрепването на износните взаимоотношения, ще допринесе за подобряване на финансовата устойчивост на страната. Продължаването на анализите на тенденциите в динамиката на дълга е от съществено значение за постигане на икономически просперитет и устойчив растеж.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Трифонов, Т. Корпоративни финанси, Тракия-М, София-1999, с.129
- [2] Gebauer, S., Setzer, R. Westphal, A, Corporate debt and investment: A firm-level analysis for stressed euro area countries//Journal of international money and finance 2018, <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2018.04.009>
- [3] Междинен доклад за дейността на „ХОЛДИНГ БДЖ“ ЕАД 2023
- [4] Христозов, Я. Състояние на фирмената задлъжнялост, 2020,
- [5] План за оздравяване и развитие на Групата на „Холдинг БДЖ“ ЕАД за периода 2015 - 2022 г. март, 2015 г., София, с.11, www.bdz.bg
- [6] Холдинг БДЖ“ ЕАД Индивидуален финансов отчет 31 декември 2022 г., с. 53

Мерлин Антонова

студент, спец. Икономика и управление на бизнеса, ШУ „Еп.

Константин Преславски“

e-mail: 1930070009@shu.bg

Павлина Димитрова

ШУ „Еп. Константин Преславски“

e-mail: p.dimitrova@shu.bg

ECONOMIC DEVELOPMENT-INDUSTRIALIZATION AND RESEARCH&DEVELOPMENT IN WORLD ECONOMY*

ALİ O. BALKANLI

ABSTRACT: *Industrialization is a fundamental goal for a significant portion of developing economies. However, these countries only began the industrialization process that England began in the 1600s in the mid-1900s. In the industrialization stages defined as Industry 1.0, Industry 2.0, Industry 3.0 and Industry 4.0, most developing countries are currently somewhere between Industry 2.0 and Industry 3.0. Most developed economies are currently in the Industry 4.0 industrialization stage. From this point of view, it is seen that the difference between developing and developed economies is high. Although there are many reasons for this difference, it should be noted that the essence of the difference between the two groups of countries is related to the importance they give to education and research and development. In this study, the importance of R&D in the economic development-industrialization relationship and the details of the industrial structure of the world economy today will be examined.*

KEYWORDS: *Economic Development, Industrialization, R&D activities, German Historical School, Education*

2010 Math. Subject Classification: 35Q91

1 Introduction

No country in the world exists alone. Therefore, countries interact with each other and each country determines its relations with other countries depending on its level of economic development. And the level of economic development of each country determines the trade and other relations of other countries. Therefore, it can be said that the

*This paper is partially supported by Scientific Research Grant № RD-08-144/02.02.2024 of Konstantin Preslavsky University of Shumen.

phenomenon of economic development is not only related to the country in question, but also a phenomenon and process with an international dimension. This situation is valid not only in the global economy conditions but also in the conditions of the 20th century.

The phenomenon of economic development was mainly related to industrialization after the industrial revolution that emerged in the 16th century. After the industrial revolution that took place in Britain, industrialization became the desired goal for other countries as well. The 1900s were a period in which the importance of industry over agriculture was emphasized in economic literature. The most well-known theoretical postulate of this is the Singer-Prebisch thesis. The 2000s, on the other hand, represent a period in which technological products were more valuable than traditional industrial products in industrialization. Today's world economy conditions are global economy conditions and the global economy includes global competition. Therefore, it is of great importance for countries to compete in the global economy.

2 Economic Development and Industrialization

Economic growth and economic development are different concepts. Economic growth is a sub-element within economic development. In determining economic growth, the national income level in a country and the general change of this level from year to year are important. However, in determining economic development, the phenomenon of economic growth -although it can be an important criterion - is not a sufficient criterion on its own. Therefore, in order to classify economies among countries in terms of economic development, it is necessary to take into account not only the concept of economic growth, which expresses the national income level and its change from year to year, but also some other basic indicators. In classifying economic development among countries, the composition of production sectors within national income and the position of the industrial sector within this composition are of great importance. The importance of this

element is valid not only in the 20th century, when industrialization was of relative importance, but also today.

In classifying the development difference between economies (which has great importance in affecting production), human living conditions must be another criterion. For example, in countries with a weak economic development level, the consumption of basic consumer goods has a higher weight in total consumption expenditures. In a society with an underdeveloped economy, per capita national income is low. In this case, it is expected that income distribution will be very bad. In these conditions, the people are faced with malnutrition and poor housing conditions. These negative conditions will obviously negatively affect the production level in the economy. In such economies, socio-economic living conditions largely express low standards, while on the other hand, health problems are an important issue under the influence of this low standard of living. And again, in these countries with a low economic development level, there is also a great deal of inequality of opportunity in education. The factors that are effective in classifying economic development among countries can be further increased.

It should be noted here that when economic development is discussed in a broad sense, it is necessary to focus not only on a mechanical process such as the increase/growth of production (input-output analysis); but also on the quantitative and qualitative developments in the form of leaps in the labor, natural resources, capital stock, technological knowledge level and the socio-economic structure in which the economy operates, which constitute the production function. In this context, it can be said that the development of the human factor as a production factor is of great importance in order to achieve economic development. The development of the human factor, also called human capital, is important not only for the acceleration of general economic development, but also for industrialization, which has a special place in terms of the production and use of information (and is also linked to economic development). Therefore, when talking about production factors in the economic development process, it is a

necessity to emphasize the human factor, which is the subject of these factors, and its development [1]. The human factor describes human capital and constitutes the main element of Research and Development activity.

3 R&D Activity in the Relationship Between Economic Development-Industrialization And Competitiveness

The world economy entered a new structure called the global economy in the 1990s [2]. While the countries of the world lived in a relatively inward-looking economic structure until the 1970s, they started to open their economies to each other more after the 1970s. This opening up, which first manifested itself in the form of more trade, paved the way for the world economy to become a global economy over time, and the world economy became a global economy by the 1990s. There are many determinants in the world economy becoming a global economy. Among these, multinational corporations are of great importance. Because while multinational corporate entrepreneurship sees the world as a market and a source of raw materials, they have been the greatest supporters of overcoming national economic borders. Apart from multinational corporate entrepreneurship, the development effect of technological development on the world economy, liberalization and the increase in the efficiency of financial capital, the liberalization of legal systems and the increase in the efficiency of international institutions and the collapse of the USSR should also be added as a factor [3].

While the world economy has become a global economy, protectionism between countries has been reduced (customs walls have been lowered) and therefore international trade has become easier compared to previous periods. At this point, it is necessary to think and take into account the Uruguay Round and later the World Trade Organization. While trade between economies has increased, competition in international markets has also increased. Increasing competition has pushed companies to new searches in order to exist and compete in the markets.

The concept of competition essentially describes the struggle of more than one element to get ahead. While companies, institutions and individuals struggle with competition, it is an activity that includes the problem of living and existing, but also has the opportunity to develop the competing elements. In today's global world, new technologies develop in a short time and products become obsolete rapidly and there is high-level competition in the markets [4].

Today's global competitive environment has brought more effort for companies and at this point, companies have started to aim to reduce costs with new production techniques and to obtain new products and present them to the markets first. Developing new production techniques and new products essentially involves research and development (R&D) activities. In other words, companies' ability to develop new products and production techniques necessitates them to allocate resources to R&D. When viewed from this perspective, companies' ability to compete in global economic conditions depends on focusing on research and development beyond classical cost advantages and developing new technologies. Of course, R&D activities and technological development in production were important before global economic conditions, but they have changed significantly depending on countries' relative inward-looking economic conditions and global economic conditions in the world economy [5]. In this context, there is a need to examine R&D activity, which has an important place in competitiveness in the global economy.

Research and development activities in an economy are systematic and creative studies carried out to develop and produce new products and/or to develop and improve production processes[6]. Development activity is the activity of making an existing element or structure more functional, effective and sophisticated. At this point, Research&Development activity can be defined as the activity of increasing the information about an element and making that element more functional, effective and sophisticated. According to OECD, "Research and experimental development (R&D) comprise creative and systematic work undertaken in order to increase the stock of

knowledge – including knowledge of humankind, culture and society – and to devise new applications of available knowledge” [7].

With the R&D activity, the development of production techniques and products in production in economies is in question. In this surround, it can say that R&D activity, supporting to technology is main factor of innovations. The value of innovation can be determined by how it changes the environment[8]. Innovation is shows itself in 4 forms: product innovation, process innovation, organizational innovation and marketing method innovation[9]. Developing technologies that provide innovation opportunities is also possible with R&D activities, if there are no coincidental discoveries. According to Gutterman “Research and development activities, commonly referred to as “R&D”, are an essential part of any company's efforts to enhance its knowledge base and ultimately create, acquire, and integrate innovation into its products and processes. R&D is an inherently creative process generally engaged in by skilled and trained professionals from a widerange of scientific and engineering disciplines” [10].

The main purpose of R&D activity in an economy is to support the growth and adaptation of businesses and institutions operating in a constantly changing environment to the changes in the markets. Apart from this main purpose, some other purposes of R&D activity can be listed as follows [11]:

- “To develop new products and processes in production and marketing processes and to find new areas of use
- To find new production techniques in production or to improve existing production techniques
- To maintain competitive power in the markets
- To reduce costs in the business and increase efficiency”.

According to OECD a R&D activity must be novel, creative, uncertain, systematic, transferable and/or reproducible[12]. According to U.S. Business Enterprise R&D, the following activities typically would be considered research and development within the scope of this topic[13].

- i)“Laboratory research aimed at discovery of new knowledge
- ii)Searching for applications of new research findings or other knowledge
- iii)Conceptual formulation and design of possible product or process alternatives
- iv)Testing in search for or evaluation of product or process alternatives
- v)Modification of the formulation or design of a product or process
- vi)Design, construction, and testing of preproduction prototypes and models
- vii)Design of tools, jigs, molds, and dies involving new technology
- viii)Design, construction, and operation of a pilot plant that is not of a scale economically feasible to the entity for commercial production
- ix)Engineering activity required to advance the design of a product to the point that it meets specific functional and economic requirements and is ready for manufacture
- x)Design and development of tools used to facilitate research and development or components of a product or process that are undergoing research and development activities”.

In a sense, internal technological advances can be experienced in the relevant economy together with R&D activities. In economies, innovations can be realized in production when technological development can be achieved. Innovations encourage production in the economy and support the improvement of production processes and products. The phenomenon of technology and technological change, which has become almost a fundamental factor in production in today's world, has been kept as an external factor in neoclassical growth models for a very long time [14]. But this perspective in neoclassical economists has been criticized by economists such as Nicolas Kaldor, Paul Romer, R. Barro, K. J. Arrow and others. These economists have seen technology as an internal factor in production. While technology

is seen as an internal factor in these economists, it has also been brought to a central role in their economic growth models [15].

At this point, it can be said that the Neo-classical growth model, in which productivity growth and technology are considered external phenomena, was changed in the 1980s. According to new growth theories that advocate long-term growth, R&D expenditures are considered as a factor that encourages developments in science and technology. R&D investments in technology and science fields are important criteria for evaluating economic development and competitiveness for an economy [16].

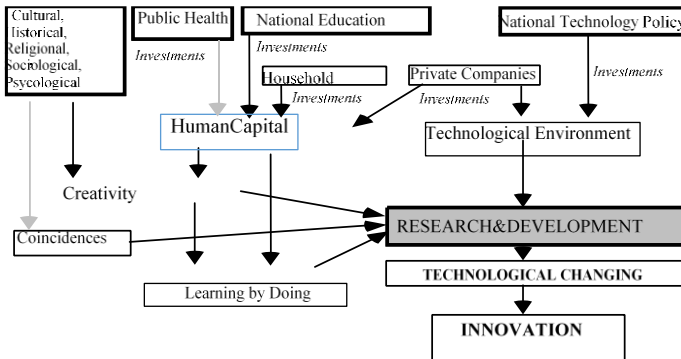


Figure 1: The Determinants of Research&Development and Innovation, Source: Kibritçioğlu; 1998,:217 (Schema 5.1).

The most fundamental criticism of neoclassical growth models on the subject of technology has been that they explain factor productivity through technological change and treat this situation as an “exogenous” variable. As Ö. Ülger’s stated, economists such as Arrow, Kaldor and Conlisk have included the rate of technological change as an endogenous variable in the neoclassical growth model, and indicators such as R&D expenditures, human capital, and advanced technology imports have been included in the neoclassical growth model as an endogenous variable as an element of technological

change. Technology has become more important for economies especially in the 1990s and after. So much so that the effects of technology are no longer only seen in the production dimension, but in every area of life, including social life. In fact, the years when technology began to make its weight felt in production were the 1970s and 1980s. In a sense, technology began to make its weight felt clearly in economic life in these years. While technology made its weight felt in production in these years, economists also began to draw attention to the importance of technology in production. For example, in 1986 and 1988, Romer and Lucas and later (in 1990 and 2009) Philippe Aghion and Peter Howitt created growth models that emphasized technology[17]. P.Aghion and P. Howitt used to technology as key factor in their model [18].

It can be said that there are many factors that determine the Research & Development activity in an economy. Among these, it should be noted that (as can be seen in Figure 1) the cultural, historical, religious, sociological and social psychological factors of the countries are at the forefront. This set of factors supports creativity in the relevant society. Apart from this set, another factor that greatly affects human capital is Public Health and National Education Policy. All these factors determine the Technological Environment in an economy. The technological environment forms the background of the Research and Development activity. Research and Development activity in economies will determine the technological change in the relevant economy, which will manifest itself as innovation in the economy [19].

According to OECD R&D clasification there are 3 types R&D activity [20]:

i)Basic research–activities aimed at acquiring new knowledge or understanding without specific immediate commercial applications or uses.

ii)Applied research–activities aimed at solving a specific problem or meeting a specific commercial objective.

iii)Experimental development–systematic work, drawing on research and practical experience and resulting in additional

knowledge, which is directed to producing new products or processes or to improving existing products or processes”.

In the world economy of the 21st century, the level of global competition is measured by technology transfer. According to this criterion, the country that produces and sells technology is the powerful country that possesses the technology and information resources. The world ranking in technology exports continues unchanged as the USA, Japan and the E.U. [21].

The importance of technology in economic life and the fact that it creates differences between countries has also been experienced in history between Britain and Germany, and the competition between these two economies should be an example for developing economies. In Britain, there were significant developments in industry after the industrial revolution. Towards the mid-1800s, the share of the industrial sector in the British national income reached 40 percent. In the process of transforming the principalities into national states, Germany was starting to implement a strategy that prioritized industrialization with the “Zolverein (National Custom Unity Approach)” policy within the national state approach, also known as the Historical School. With this strategy that it implemented in the mid-1800s, Germany drew closer to Britain. The German historical school and therefore F. List’s formulation of industrialization have great importance in this success of Germany.

As A. Göker’s stated, F. List believed that in order to learn the newly imported technology and apply it to economic life and develop new technology, this can be achieved primarily through the establishment of a national research and development network that includes the education-training system as a whole and industry, state machinery and universities. Germany’s success has also shown that this approach is correct. While Friedrich List proposed this policy to ensure economic development and industrialization, he was largely inspired by the policy put forward by the famous American Treasury Secretary Alexander Hamilton (1755-1804) for the US economy. In the US, A. Hamilton argued in his Report on Manufactures (Hamilton, A., 1791)

presented to the House of Representatives on December 5, 1791, that in order for countries such as the United States and Germany, which were not developed in industry, to develop their industrial power, industry should be encouraged and protected. Friedrich List studied Hamilton's ideas in America between 1825-1832 and put forward his own doctrine (in "The National System of Political Economy" published in 1841) based on the information he obtained from there [22].

F. List focused on the infant industries thesis in his theory. It should be noted here that the dynamic productive forces theory (*Theorie der dynamische produktiven Kräfte*) put forward by F. List and his emphasis on the importance of human capital education and infrastructure in the development process have been of great importance (in the sense of being an example) in terms of countries being able to develop technology and accelerate their industrialization. The effects of F. List's ideas also influenced the administrators of developing countries in the twentieth century with their import substitution policies. Later in the literature, List's views were also defended by J. S. Mill (1806-1873), C. F. Bastable (1855-1945), G. Haberler, M. C. Kemp, W. M. Corden and many other economists [23].

However, as A. Kibritçiöğlu's stated, the applicability of the policies F. List put forward for Germany and which were successful (within the logic of the protectionist infant industries thesis) is also debatable in today's global world. Because under global economic conditions, it is not possible for countries to implement protectionist practices. When viewed from this perspective, it seems that countries can compete in the world economy by developing technology, rather than protectionist policies, by developing countries' education and training systems and by supporting R&D activities through studies that can be implemented jointly by state institutions, universities and representatives of the industrial sector.

Conclusion

In the face of Britain, which made significant progress in industrialization in the 1600s, and Germany, which accelerated

industrialization in the 1800s, countries in most parts of the world did not have the same opportunities. While these countries were introduced to industrial products through imports, their production structures consisted only of agricultural sectors, small factories and artisan activities.

However, by the 1950s, industrialization quests and initiatives had begun in a significant portion of developing economies. These industrialization quests, which came to the fore in developing economies, were actually a quest to ensure the economic development of these countries, like developed economies, and expressed the desire to become a welfare society. It can be said that the 1950s, 1960s and 1970s were the years when developing economies focused on industrialization. However, 50 years after the 1950s, that is, in the 2000s, while industrialization was still a goal in developing economies, the world economy entered a new phase in industrialization with the focus on developed economies and prioritized technology in industrial development.

Now, in the 2000s, development in the industrial sector is more related to technology development. And this situation has meant the main differentiation between developed and developing economies. The 2000s were the years when the world economy transformed into a global economy, and the global economy and extreme competition that emerged in the 1990s formed the general appearance of the world economy in the 2000s. Under these conditions, developed economies focused on developing more technology in order to exist and compete in international trade. This orientation meant that these economies concentrated on R&D activities. Because the technological development that brings innovations depends on the increase in R&D activities.

In a sense, the 21st century for the world economy is a century in which the focus on R&D and technology has increased, based on the importance of knowledge. R&D studies, which mean a differentiation in terms of economies, have become even more important for developing economies that are already behind in industrialization. In the 1900s, these economies, which had to buy industrial products by selling agricultural products, have tended to buy technological products by producing and selling agricultural products and traditional industrial products in the new century. In fact, it is clear that the solution for these economies is to focus on research and development activities and turn to industrialization focused on knowledge (R&D).

However, in a world where protectionism is not possible to be implemented (under global economic conditions), it is clear that the solution will be a holistic approach as suggested by F.List. This is possible in two dimensions. The first dimension is directly related to the development of the education-training system. The second dimension is related to do cooperation of universities and the industrial sector, under the leadership of governments in order to increase R&D activities in economies. It must say that these activities which support to increase of R&D is an important solution option in global economy conditions, for develop industrial structures and competition positions of developing economies.

REFERENCES:

- [1] Balkanlı,A.O., Türkiye’de Ekonomik Gelişme, Dış Denge ve Kriz, Filiz Kitapevi, İstanbul, (2018)
- [2] Huwart, J. and L. Verdier, Economic Globalisation: Origins and consequences, OECD Insights, OECD Publishing,Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264111905-en>, on 20.06.2024, (2013),50-51.

- [3] Balkanlı,A.O.,Küresel Ekonominin Belirleyici Faktörleri Üzerine, Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt XXI, Sayı 1,(2002),13/26.
- [4] Zerenler, M., Türker, N., Esen Ş., Küresel Teknoloji, Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) Ve Yenilik İlişkisi, DOAJ, [Http://www.researchgate.net/publication/26490029_kuresel_teknoloji_arastirma-gelistirme_ar-ge_ve_yenilik_iliskisi](http://www.researchgate.net/publication/26490029_kuresel_teknoloji_arastirma-gelistirme_ar-ge_ve_yenilik_iliskisi), on 06.10.2024, (2006),654-667.
- [5] Balkanlı, A.O., Ekonomik Gelişme ve Uluslararası Ticarete Naoelektronik, Eğitim ve İnsan Sermayesinin Etkenliğinin Değişimi ve Endüstri 4.0 Devrimi, Journal of Current Researches on Business and Economics, 9(9 (1), <http://doi.org/10.26579/jocrebe.31>, on 15.06.2024,(2019), 107-132.
- [6] İnce, F., Araştırma Geliştirme (Ar-Ge), Temel İlkeler, Kavramlar ve İşlevlerle İşletme Bilimine Giriş, Detay Yayıncılık, Ankara, (Modern İşletmecilik), [html://www. researchgate.net/publication/343794925_Arastirma_Gelistirme_Ar-ge_Research_and_development_rd](http://www.researchgate.net/publication/343794925_Arastirma_Gelistirme_Ar-ge_Research_and_development_rd). on 06.10.2024,(2015), 249-270.
- [7] OECD, Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>, on 02.10.2024 (2015),44-50.
- [8] Zerenler, M., Türker,N., Esen Şahin, Küresel Teknoloji, Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) Ve Yenilik İlişkisi, DOAJ, [Http://www.researchgate.net/publication/26490029_kuresel_teknoloji_arastirma-gelistirme_ar-ge_ve_yenilik_iliskisi](http://www.researchgate.net/publication/26490029_kuresel_teknoloji_arastirma-gelistirme_ar-ge_ve_yenilik_iliskisi),on 06.10.2024,(2006),660-667.
- [9] Ince, F., Araştırma Geliştirme (Ar-Ge), “Temel İlkeler, Kavramlar ve İşlevlerle İşletme Bilimine Giriş”, Detay Yayıncılık, Ankara, (Modern İşletmecilik),[html://www. researchgate.net/publication/343794925_Arastirma_Gelistirme_Ar-ge_Research_and_development_rd](http://www.researchgate.net/publication/343794925_Arastirma_Gelistirme_Ar-ge_Research_and_development_rd). on 06.10.2024,(2015),252-253.

-
- [10]Gutterman,A.,Research and Development, Research and Development, September, https://www.researchgate.net/publication/374165839_Research_and_Development, on 20.06.2024, (2023).
- [11]OECD/Eurostat, Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition, The Measurement of Scientific and Technological Activities, OECD Publishing, Paris, [Http://doi.org/10.1787/9789264013100-en](http://doi.org/10.1787/9789264013100-en), (2005).53-54; Anlağan,Ö., Temel Ar-Ge ve Yenilik Kavramları, Ankara, http://www.emo.org.tr/ekler/16f6ef8160d5168_ek.pdf,(2011),.
- [12]OECD, Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>, on 02.10.2024 (2015)
- [13] Moris,F. and Pece,C., Definitions of Research and Development: An Annotated Compilation of Official Sources, National Center for Science and Engineering Statistics, NCSES 22-209, May 19, 2022, <https://nces.nsf.gov/pubs/nces22209>, on 02.10.2024, (2022),4.
- [14] Sungur,O.; Aydın, H.İ. and Eren,M.V.,Türkiye’de Ar-Ge, İnovasyon, İhracat Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Asimetrik Nedensellik Analizi, Suleyman Demirel University The Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences, Vol.21, No.1, (2016).
- [15]Balkanlı, A.O., Ekonomik Gelişme ve Uluslararası Ticarete Naoelektronik, Eğitim ve İnsan Sermayesinin Etkenliğinin Değişimi ve Endüstri 4.0 Devrimi, Journal of Current Researches on Business and Economics, 9(9 (1), <http://doi.org/10.26579/jocrebe.31>, on 15.06.2024,(2019), 107-109.
- [16]Ülger, Ö., Ar-Ge Teşvikleri ve Harcamaları ile İktisadi Büyüme Arasındaki İlişkinin OECD Ülkeleri Çerçevesinde İncelenmesi,İksad, (Ankara),(2019),13/17.
- [17]Aghion,P. and Howitt, P.. A Model Of Growth Through Creative Destruction, NBER Working Paper Series Working Paper No. 3223, 1-48, Retrieved from, https://www.nber.org/system/files/working_papers/w3223/w3223.pdf, on 15.08.2024,(1990)

- [18]Aghion,P. and Howitt, P, The Economics of Growth, The Mit Press, Cambridge,https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=B9vxCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&ots=9r-nFNpD5H&sig=mjeMoXlWiMh6JBnwgJOl4PLGbls&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false,on 13.8.2024, (2009).
- [19]Kibritçioğlu,A.,İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri, AÜ Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, Ocak-Aralık, Cilt 53, No. 1-4,207-230, (1998),217.
- [20]OECD, Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>, on 02.10.2024 (2015)
- [21]Ince, F., Araştırma Geliştirme (Ar-Ge), “Temel İlkeler, Kavramlar ve İşlevlerle İşletme Bilimine Giriş”, Detay Yayıncılık, Ankara, (Modern İşletmecilik),http://www.researchgate.net/publication/343794925_Arastirma_Gelistirme_Ar-ge_Research_and_development_rd. on 06.10.2024,(2015),268; Göker, A.,Teknoloji: Serbest Pazar Ekonomisi Ülkelerinde Sanayi-Teknoloji Politikaları ve Devletin Rolü, TMMOB Yayınları, Ankara,(2004) 42-46.
- [22]Göker, A.,Teknoloji: Serbest Pazar Ekonomisi Ülkelerinde Sanayi-Teknoloji Politikaları ve Devletin Rolü, TMMOB Yayınları, Ankara,(2004)
- [23]Kibritçioğlu,A., Friedrich List’in Bebek Endüstrileri Tezi, MPRA Paper No. 2549, posted 05 Apr , UTC, <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/2549/>, on 06.10.2024,(1996).

Assoc.Prof.Dr. Ali Osman Balkanlı

Economics, Faculty of Political Sciences, İstanbul University
aobalkan@yahoo.com

METHODOLOGICAL GUIDELINES FOR THE ORGANIZATION AND CONDUCT OF STEM TRAINING*

KRASIMIR V. HARIZANOV

ABSTRACT: *This article examines some methodological guidelines related to the organization and implementation of STEM education in schools. Attention is paid to the preliminary preparation of the development of a STEM lesson and how to implement it in a learning environment. A model is proposed describing the sequence of actions in the development of a STEM lesson.*

KEYWORDS: *STEM education, STEM environment, Project-based learning, STEM technology.*

2010 Math. Subject Classification: 97P20 u 97B20

Introduction

STEM education has been gaining attention in recent years through innovative technologies and teaching methods. Students, faculty, and teachers are rediscovering the possibilities of solving practical problems, applying critical thinking to specific situations, and building team relationships.

Using unconventional approaches that combine science, technology, engineering, and mathematics, lay the foundation for a higher professional qualification for the trainee and an opportunity for good future realization.

STEM education

STEM education is relatively new to Bulgarian education, but it is slowly and surely starting to grow and gain more and more popularity. According to many authors, the first use of this acronym was introduced by the American biologist Judith A. Ramaley in 2001, replacing the then abbreviation SMET.

In many studies, the authors point out that in STEM education, the main actor is the student, and the teacher is only the organizer of the learning process. The organization of this process includes the combination of science, technology, engineering and mathematics, integrated into “knowledge,

*This paper is (partially) supported by Scientific Research Grant of RD - 08-112/31.01.2024

methods and approaches from different disciplines in order to create a richer and more connected learning experience.” [1]. The goal of this type of education is not for the student to use his knowledge from one discipline when solving tasks, but to direct his efforts to solve problems with a “practical focus, application of what has been learned and understanding of knowledge and skills in life situations” [2].

Creating challenges related to everyday life is a difficult process, given that the teacher must take into account the life experience of students, their social environment, as well as their knowledge in various fields. Very often, with younger students, situations are presented in the form of a game. And like any game, it must have conditions, a goal, resources, rules, etc. “For each type of game, it is important how exactly it can be used for educational purposes. In order to obtain truly effective and motivating learning, the teacher should have a number of competencies.” [4]

With older students, STEM approaches are geared towards working in collaboration and solving problems that require a wide range of knowledge and competencies.

However, why does STEM education have difficulty entering the educational process? There are several reasons. On the one hand, “the modern teacher is challenged to be competent in these four disciplines and to set tasks whose goals are solutions related to the challenges and problems of the modern world.” [5]. In support of this, the authors in [3] present a study in which, “out of a total of 156 respondents, only 27.5% know what STEM means”, and 22% indicated that they teach lessons through STEM.

Another important prerequisite for organizing STEM education is the availability of STEM rooms and, if there are any, to what extent they can be useful to teachers. In the last few years, the Ministry of Education and Science has paid serious attention to this direction. Several operational programs have been launched aimed at “building STEM centers and high-tech equipped and connected classrooms (HTECC) in schools through the supply of equipment/furniture/software” [6].

The teacher and STEM centers

STEM centers are the place where students can apply their knowledge, using the available resources and equipment. In order to fulfill the goals of a STEM lesson, it is necessary to go through a preliminary preparation of the teacher, which may include:

1. Choosing a challenge;
2. Studying the curricula;
3. STEM room capabilities;
4. Formulating the task;
5. Evaluation criteria.

The first step (choosing a challenge) includes the main idea that must be solved within one or several hours (as is the case in most cases).

The second stage is related to studying the curricula for the current school year, as well as those studied at an earlier stage. Here it is time to understand what knowledge and skills can be used in solving the task.

The capabilities of the STEM office, here every teacher should know what equipment, applications and resources are available. Very often, due to a lack of supplies or a certain technique, the condition for the implementation of a task changes.

The final formulation of a task is related to the analysis of the previous steps. Depending on the material base and the expected results provided for in the curricula, the goal of the task may change partially or completely.

The criteria for evaluating the assigned task can be formulated by each teacher according to the observations he has on the student groups. As with any project task, the main challenge for evaluation is the contribution of each student in solving the task.

Using this model could support the work of every novice teacher so that he can plan and implement all the interdisciplinary goals he has foreseen in his tasks.

An important aspect of the correct implementation of more than one STEM lesson is the level of knowledge that the students have. Even if some of them have hesitant knowledge, these types of lessons consolidate the knowledge and make it more permanent in their consciousness.

Conclusion

The use of STEM approaches in education gives each student the opportunity to present their knowledge, skills and competencies in solving real challenges. Working with various technologies, combined with natural sciences and creative activities, motivates and engages students' attention to science and the problems of everyday life. Working in an appropriate STEM environment is a suitable start for the future realization and professional orientation of both schoolchildren and students in higher education.

REFERENCES:

- [1] Алексиева, М., Мултидисциплинарни иновации за социални промени: stem ученето като катализатор за трансформация в образованието, Сборник с научни трудове на БСУ. ISBN 978-619-253-038-9, с. 392-403, 2024
- [2] Борисова, П., STEM формите – начин за интеграция на интердисциплинарния подход в българската образователна система, Е-списание „Педагогически форум“, Том 1, ISSN 1314-7986, с. 176-181, 2023.
- [3] Кожухарова, Д., М. Желязкова. Същност на STEM обучението. Е-списание „Педагогически форум“, бр. 3, стр. 19-28, 2021.
- [4] Павлова, Н., Д. Марчев. Игри в обучението по математика и природни науки, KNOWLEDGE – International Journal, Vol.46.2, с. 317-322, 2022.
- [5] Mustan, S., Kr. Harizanov, Some possibilities for applying the micro:bit in stem education grades 5-7., Annual of Konstantin Preslavsky University of Shumen, 77-84, 2023.
- [6] URL: <https://sf.mon.bg/?go=news&p=detail&newsId=1156> – Оперативна програма BG-RRP-1.015 „Училищна STEM среда“, 25.10.2024

Krasimir Valentinov Harizanov

Konstantin Preslavsky University of Shumen

kr.harizanov@shu.bg

COLLABORATIVE 3D MODELING SOFTWARE*

DELYAN H. SARMOV

ABSTRACT: Collaborative product development, referred to as collaborative product design or CPD, is a business strategy of product creation, and a set of software tools that allow multiple developers or companies to work together on a product. One of the most challenging areas of design is 3D modeling and CAD/CAM systems. To address this issue, a number of software tools and research projects have emerged that offer collaborative solutions. This article aims to summarize existing solutions with a focus on collaborative 3d modeling software with remote rendering.

KEYWORDS: Collaborative, 3D software, Co-design systems, Web-based visualization;

2020 Math. Subject Classification: 65D17, 68U99, 93B51

СОФТУЕР ЗА СЪВМЕСТНО 3D МОДЕЛИРАНЕ†

ДЕЛЯН Х. СЪРМОВ

1 Въведение

Съвременното развитие на технологиите за екипна работа навлиза и в области като 3D дизайн и CAD системи. Разработчици, дизайнери и инженери се налага да работят на отдалечени работни места. Разработки, които изискват специалисти в различни дисциплини, също е необходимо да

†Статията е частично финансирана по проект № РД-08-107/30.012024

координират работата си в реално време. Нараства търсенето на продукти които позволяват дизайн, анализ и производство на продукт в разпределена среда. В последните години в съществуващия софтуер се добавя такава функционалност и се разработват нови приложни продукти за съвместно 3D моделиране и CAD/CAM системи.

Друга тенденция са нови разработки в областта на виртуалната и добавена реалност. Те имат нужда от голям обем визуална информация – изображения, видео и 3D модели, която да се използва за генериране на съдържание. Наблюдават се и опити за включване на изкуствен интелект в процеса на създаване на 3D модели и сцени. При такива задачи е необходим е високопроизводителен хардуерен поради, което се разработват разпределени системи осигуряващи необходимия ресурс.

В тази статия са обобщени изискванията пред системите за съвместно моделиране, технологиите които се използват и съществуващите решения в областта.

2 Основни функции на софтуера за съвместно 3D моделиране

Може да се състави списък с възможностите на софтуера които са определящи за да определим дадена система като система за съвместно 3D моделиране:

- Многопотребителски достъп в режим на редактиране;
- Интегрирани инструменти за проектиране и преглед на проектите;
- Съвместимост и обмен на данни в многопотребителски режим;
- Възможност за съвместна работа в реално време и контрол на версиите;
- Система за рендериране и визуализация;
- Облачно базирана и мащабируема инфраструктура;
- Интеграция на изкуствен интелект и машинно обучение (препоръчително).

Освен посочените характеристики не трябва да се пропускат и по-общи изисквания:

- Цена на софтуера;
- Специфични изисквания към функционалността и поддържаните файлови формати;
- Поддръжка на 3D печат;
- Конфиденциалност на работата и сигурност на комуникацията;

Разработчиците избират системата с която да работят на базата на горните изисквания. Съществуващите решения могат да се разделят в няколко категории:

3 Системи за 3D моделиране.

Съществуващите решения могат да се разделят в няколко категории:

- Системи за съвместно моделиране базирани на характеристики;

В тази категория попадат повечето утвърдени CAD/CAM системи и програми за 3D моделиране. Примери за такива продукти са: AutoCAD, CollabCAD, NX CAD, Solid Edge, SolidWorks, Blender, Autodesk Maya и др.[1,2] Подсистемата за екипна работа обикновено е реализирана като добавка (plugin) към основния продукт. Възможно е да се заплаща отделно, предимно в случаите когато се предоставя координиращ сървър и дисково пространство, осигурени от компанията разработчик.

Организацията на дейността може да бъде синхронна и асинхронна. При асинхронната работа всеки дизайнер работи върху отделен елемент, а в последствие се извършва сглобка на цялата сцена или модел.

Синхронната работа се осигурява с използване на сървърна услуга съхраняваща файловете описващи сцената в постоянно актуален вид, като сървъра се грижи да предостави на клиентите последната версия на проекта. Не се допускат конфликтни операции на отделните клиенти. Многостъпковите операции се

представят като функции и се предават и визуализират на всички клиенти по отделен канал. Това е най-тежката задача за системите базирани на характеристики. На практика всички приложения имат някакви многостъпкови операции, които не се визуализират правилно при останалите клиенти до завършването им.

- Web базирани продукти;

Примери за такива продукти са: Onshape, Scetchfab, Gravity Sketch, Spline.

Представяват Web приложение (Single page application). Могат да се използват от произволно устройство с интернет свързаност достатъчни параметри за да визуализира редактираните обекти. Визуализацията се извършва на клиентските системи с използване на WebGL. Работната среда се зарежда в браузър, но често се предлагат мобилни приложения и настолни приложения. Те също са разработени на съвместими библиотеки. [3]

Разработени са специални файлови формати които да позволяват предаване на 3D информация. Например VRML, X3D, W3D, ZGL, OpenHSF. Добавена възможност за описание на триизмерна информация в MPEG-4. Тези формати са за обща употреба и не са подходящи за представяне на сложни CAD модели. Липсват им функции за представяне на операции в CAD системите и информация за сглобка между отделните елементи. Предаването на данни между потребителите се извършва чрез стандартния HTTP протокол, в посочените по горе файлови формати. Информация за текущите операции изпълнявани върху моделите се предават между клиентите в JSON или HML формат.

- Поточно 3D предаване (3D streaming);

Стриймингът като термин се дефинира като поточно предаване на аудио или видео. Не е необходимо да се изтегли целият файл за да започне възпроизвеждането на информацията. В контекста на поточното 3D предаване потребителите могат да

получат частта от сцената, от която се нуждаят. В такива случаи е известна гледната точка под която потребителят вижда сцената и параметрите на използваната проекция.

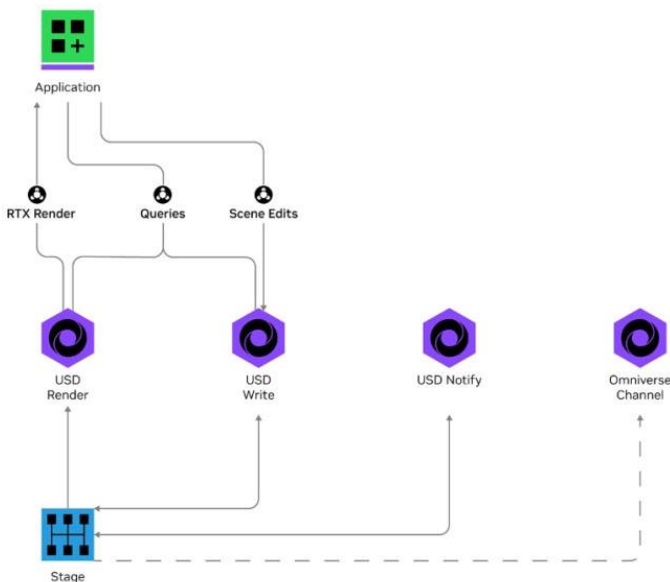
За намаляване на трафика се използва „опростяване на модела“ (Mesh simplification). Целта на този метод е да се намали броя на триъгълниците, като се запази приемливо ниво на качество на модела. При приближаване на изгледа се извършва обратния процес на „усъвършенстване на модела“ (Mesh refinement). За целта се прогресивно се предава информация за модела с повече детайли. Наличните алгоритми за опростяване могат да бъдат категоризирани в три класа: децимация на върхове, итеративно свиване на ръбове и групиране на върхове [4].

Основните функции реализирани на сървър за поточно 3D предаване са: Mesh simplification, Mesh refinement и комуникацията между клиентите. За момента 3D streaming е подходяща за предаване на информация до клиенти потребители на информация отколкото за редактиране на триизмерни модели.

- Nvidia Omniverse;

Платформата Omniverse на компанията Nvidia е модулна платформа за разработчици, която включва програмни интерфейси, среди за разработка и микроуслуги с помощта на които могат да се използват облачно базирани изчислителни ресурси. Интегрира технологии за рендериране, оперативна съвместимост на данни, поддръжка на OpenGL, Physics и сътрудничество в реално време, подпомагано от генеративен изкуствен интелект. В облачните услуги могат да се използват системите за моделиране базирани на характеристики. Така се предоставя отдалечен изчислителен ресурс до работни станции с по-ниски параметри. Основна съставна част от облачната платформа е Universal Scene Description (USD), който осигурява поддръжка на различни графични файлови формати и обмен на информация между приложения. За рендериране на сцени се

използва алгоритъма Ray tracing (PTX render). Комуникацията между облачно базирана сървърна инстанция и потребител е показана на **Фиг. 1.** [5,6]



Фиг. 1. Програмен интерфейс на Nvidia Omniverse

По същество Nvidia Omniverse е по-скоро платформа за използване на друг 3D софтуер с необходимите библиотеки за интеграцията му и облачни услуги за предоставяне на изчислителен ресурс.

4 Заключение

Разработките в областта на 3D моделирането вече включват като стандартна функционалност модули за колаборация. В съществуващите програми се добавя или обогатява такава

функционалност. Новите продукти преобладаващо са Web базирани. Изчислителния процес и рендерирането се изпълняват изцяло на клиентските работни станции, докато сървъри се използват за синхронизация на операциите и поддържане на актуално копие на редактираната сцена.

Поточното 3D предаване е все още слабо застъпено. Средствата за редактиране на модела на сървъра преди предаване на данните към потребителя са недостатъчни.

Платформата Nvidia Omniverse предлага възможности за изпълняване на изчисленията на сървъри осигурени от компанията. Като недостатък може да се отбележи високата цена, изискванията за специфичен хардуер, използването на недокументирани библиотеки със затворен код и все още малкият брой фронтенд приложения и библиотеки.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Barrie J. Applications for cloud-based cad in design education and collaboration. International conference on engineering and product design education 8&9, Aalborg University, Denmark, September 2016.
- [2] Campos J, Miguez L. Standard process monitoring and traceability programming in collaborative CAD/CAM/CNC manufacturing scenarios, Computers in Industry Volume 62, Issue 3, Pages 311-322, 2011, ISSN 0166-3615.
- [3] Munoz N, Howell B., Hoftijzer W., Rodríguez Díaz, M., Zhang W., Kramer, N. New collaborative workflows - immersive co-design from sketching to 3d cad and production. Disrupt, Innovate, Regenerate and Transform, E and PDE 2022.
- [4] Schneeberger, D. Efficient and Parametrizable Edge-Collapses and Vertex-Splits. 2021
- [5] URL: <https://www.nvidia.com/en-us/omniverse/cloud/>.
- [6] Vatanen J. Exploring NVIDIA Omniverse Ecosystem. 2024.

Delyan Sarmov

Konstantin Preslavski University of Shumen

9712 Shumen, Bulgaria

d.sarmov@shu.bg

AUTOMATION OF REHABILITATION DEVICES: A CASE STUDY OF MOTORIZED SYSTEM FOR KINESIOTHERAPY

MIROSLAV M. CHOLAKOV
HRISTO I. PARASKEVOV

ABSTRACT: *This paper presents the development and integration of an automated rehabilitation device for kinesiotherapy. By replacing the traditional mechanism, based on a shock absorber, with a screw mechanism and upgrading the traditional BLDC motor with a significantly more powerful one and integrating an Arduino- based control, the precision, efficiency and scope of tasks the device can do, have been significantly improved. Key components include an encoder, a Hall sensor and LCD for feedback. Patient data shows faster recovery times and increased therapy effectiveness. This paper compares the device's functionality before and after modifications, showing its potential for widespread application in rehabilitation..*

KEYWORDS: *Rehabilitation, Kinesiotherapy, Automation, BLDC Motor, Screw Mechanism;*

2010 Math. Subject Classification: 94D99

АВТОМАТИЗАЦИЯ НА РЕХАБИЛИТАЦИОННИ УРЕДИ: ПРИМЕР ЗА МОТОРИЗИРАНА СИСТЕМА ЗА КИНЕЗИТЕРАПИЯ *

МИРОСЛАВ М. ЧОЛАКОВ
ХРИСТО И. ПАРАСКЕВОВ

1 Въведение

Модернизацията на медицинските технологии е от съществено значение за подобряването на рехабилитационните процеси, където ключова роля играят точността и ефективността

*Статията е частично финансирана по проект № РД-08-107/30.01.2024

на терапевтичните устройства. [1, 2] Механотерапията, използваща специализирани уреди като пациентския лифтер “Vermeiren Albatross”, е фокусирана върху третиране и възстановяване на пациенти с двигателни нарушения [3]. Настоящият проект има за цел подобряване на уреда, чрез автоматизация с Arduino Uno R3, надграждане на BLDC мотора и подмяна на повдигащия механизъм с винтов.. Тези модификации позволяват прецизно управление и разширяване възможностите на уреда в процеса на рехабилитация [3, 4]. Използването на съвременни технологии предлага по- голяма гъвкавост във възстановителния процес, като осигурява бързи и ефективни резултати при пациенти с двигателни и неврологични увреждания.[5, 6]

2 Съвременни тенденции за автоматизация на кинезитерапията

Автоматизираните системи предоставят нови възможности за рехабилитация на пациенти като подпомагат и облекчават кинезитерапевта и осигуряват персонализирано и прецизно лечение.

В рехабилитационния процес след неврологична и ортопедична патология автоматизираните системи предлагат решения за възстановяване на моторните функции чрез контролирана среда за движенията и адаптивност на тренировъчните програми спрямо състоянието на всеки пациент. Това позволява по- точно насочване на терапията и намалява риска от развитие на повторни травми.[7] Автоматизацията подобрява процеса на кинезитерапията значително, намалявайки необходимостта от постоянен надзор от терапевта и повишавайки качеството на упражненията [7].

Съвременните тенденции за автоматизация на терапевтичния процес включват следните типове системи:

Роботизирани системи:

Роботизираните устройства играят важна роля в рехабилитационния процес на пациенти с тежки увреждания. Към тях спадат екзоскелетите и терапевтичните роботи.



Фигура 1: Роботизирана система REAER

Биофийдбек системи:

Интеграцията на биофийдбек системи, съставени от по-комплексни сензори в кинезитерапията дава възможност за получаване на обратна връзка за извършваните движения, която спомага за точна адаптация на терапевтичния процес. Биофийдбек системите се разделят на EMG(Electromyography) биофийдбек, RTUS (Real- Time Ultrasound Imaging) биофийдбек , Cardiovascular биофийдбек. [8]



Фигура 2: Callibri EMG Wireless Биофидбек система

Механотерапията и автоматизираните системи:

Автоматизираните системи повишават ефективността на механотерапията чрез осигуряване на прецизност и безопасност в рехабилитационния процес. СРМ машините са пример за автоматизирани устройства спомагащи за възстановяване на подвижността на ставите след хирургични интервенции. [8]



Фигура 3: СРМ машина за долен крайник.

3 Анализ на пациентския лифтер Vermeiren Albatross преди модификациите

Първоначално в структурата на пациентския лифтер са заложени следните компоненти:

Повдигащ механизъм:

Повдигащата функционалност се изпълнява от амортизиращ механизъм с максимален ход от 20 см. Механизмът осигурява ограничена прецизност и контрол. Прецизността на апарата е особено занижена при работа без товар, тъй като механизмът позволява неволно повдигане нагоре, водещо до неконтролируеми движения.



Фигура 4: Повдигащ механизъм Vermeiren Albatross

Мотор и захранващ модул:

Апаратът Vermeiren Albatross е оборудван с безчетков (BLDC) мотор с работна мощност 50 W, захранван от 2000 mAh акумулаторна батерия с работен волтаж 24 V. Поради ниската мощност, пълния ход на мотора се извършва за 1 минута.

При постоянна работа на мотора батерията издържа 5 минути и е необходимо зареждане за 18 минути. Несъразмерността между времето за работа и времето за зареждане значително

ограничава възможността за продължителна работа без прекъсване и намалява ефективността на устройството при терапевтични процедури.

Управляващ модул:

Вертикализатора Vermeiren Albatross разполага с ръчно управление, контролиращо посоката на движение на мотора. Модулът е оборудван с тегловен датчик и датчик за нивото на батерията, които са разположени в TiMotion Control Box, разположен в предната част на апарата.



Фигура 5: TiMotion Remote



Фигура 5: TiMotion Control Box Module

Наблюдава се липса на възможност за контрол на скоростта на въртене на мотора и програмируемост на действието на мотора. Необходимо е продължително задържане на бутона, отговарящ за желаната посока на въртене.

Таблица 1: Характеристики преди модификация

Време за изпълнение на работен цикъл	2 минути
Удобство за ползване	Ниско
Издръжливост на батерията	5 минути
Време за зареждане	18 минути
Програмируемост	Няма

4 Анализ на пациентския лифтер Vermeiren Albatross след модификациите

В хода на изследването са направени следните модификации по лифтера.

Повдигащ механизъм:

Повдигащия механизъм е заменен с винтов механизъм с дължина 20 см и междурезбено разстояние 4 мм. Тази промяна елиминира недостатъците на стария механизъм базиран на амортизатор и позволява по-прецизни движения при работа. Изработени са прикрепящи глави в горната и долната част на механизма, осигуряващи стабилност на апарата по време на работа. За допълнителна стабилизация са добавени по две полиуретанови пластини, които елиминират вибрациите по време на работа.



Фигура 6: Повдигащ винтов механизъм близък изглед



Фигура 7: Повдигащ винтов механизъм прикрепен към BLDC мотор с предавка



Фигура 8: Съпоставка на новия механизъм със стария

Мотор и захранване:

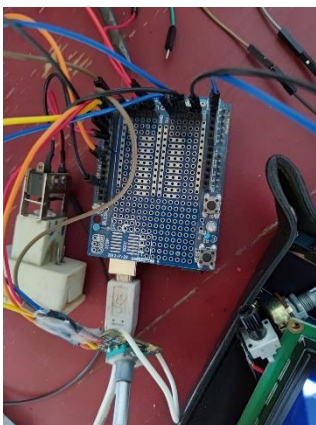
Избран е безчетков (BLDC) мотор със значително по- висока работна мощност от 350 W, захранван от акумулаторна батерия ZN2000MP- 10S2P. Монтирана е ремъчна предавка за ефективно

задвигване на винтовия механизъм. Избраната батерия е двуклетъчна с капацитет 4000 mAh и работен волтаж 36V. При тестване на системата е установено значително подобрене във времето необходимо за пълния ход на мотора. При пълна скорост то е 10 секунди. При постоянна работа на мотора, батерията издържа 30 минути с време за зареждане 20 минути. Текущата конфигурация е значително по-ефикасна по време на терапевтични процедури.

Управляващ модул:

Създаден е нов управляващ модул с ядро Arduino Uno R3, контролиращ движенията на мотора чрез L298N X11B драйвър, сензор на Hall и осигуряващ обратна връзка посредством LCD екран 1602, споен за I2C интерфейсен модул K2126 и контрол чрез енкодер с вграден бутон.

Модула обработва входните данни от потребителя чрез енкодера и бутона, позволявайки прецизно задаване на параметрите на повдигане и сваляне на устройството. Чрез управляващия софтуер се осъществява плавно движение на мотора, както и възможност за конфигуриране на програми, което води до значително подобрене на функционалността и адаптивността на системата спрямо нуждите на пациента. Програмирани са четири базови програми с възможност за модификация и запис на брой обороти на мотора в едната посока, време за изчакване между ходовете на мотора, скоростта на въртене на мотора, брой повторения на цикъла.



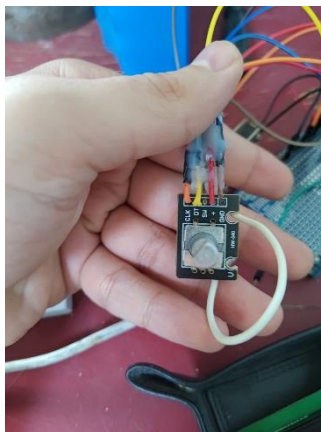
**Фигура 9: Arduino Uno R3
контролна платка**



**Фигура 10: LCD 1602 с
разширителен I2C модул K2126**



**Фигура 11: L298N X11B
Драйвър**



**Фигура 12: Ротационен
Енкодер KY-040**

След тестване на новосъздадената конфигурация се забелязват значителни подобрения в цялостната функционалност

на лифтера Vermeiren Albatross. На първо място времето за изпълнение на цикъла повдигане/ сваляне е значително намалено благодарение на п

Прецизия винтов механизъм и мотора с по-голяма мощност. Наблюдава се по- голяма продължителност на работния процес с по- ниско време за зареждане поради батерията с двойно по- висок капацитет. Системата позволява и по- прецизен контрол върху движението поради програмируемостта на параметрите с интегрирания контролер. Промените допринасят за повишаване на удобството на ползване поради елиминирането на необходимостта за задържане на бутони по време на работа. Намалено е физическото натоварване на кинезитерапевтите.

Таблица 2 Характеристики след модификация

Време за изпълнение на работен цикъл	20 секунди (максимална скорост)
Удобство за ползване	Високо
Издръжливост на батерията	30 минути
Време за зареждане	20 минути
Програмируемост	Пълна

5 Заключение

Внедрените промени, включително замяната на амортисьорния с винтов механизъм, интеграцията на по-мощен BLDC мотор и програмиране с Arduino платформа, доведоха до по-голяма прецизност, надеждност и функционалност на устройството. Анализът показва значително намалено време за изпълнение на цикли, повишена издръжливост на батерията и подобрен контрол. Тези резултати подчертават потенциала на подобни технологии за подобряване на качеството на рехабилитационния процес и намаляване на физическото натоварване на терапевтите. Модернизацията на уреда открива

нови възможности за персонализирана и ефективна терапия в медицинската практика.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Врабчев, Н., Генчев, Г. (2002). Медицинска Информатика, Делфи, София,
- [2] Shelyakina, O., Mamonov N., Aronov A., Kareva, N., Kopanev A. (2018). A RobotAssisted Mechanotherapy System for Remote Rehabilitation of Patients with Pathology of the Large Joints DOI: <https://doi.org/10.1007/s10527-018-9763-6>
- [3] [Adapt.bg](https://adapt.bg) – Лифтер за пациенти Albatross (посетен на 08.08.2024)
- [4] Krebs, H.I., & Volpe, B.T. (2013). Rehabilitation Robotics. In M.P. Barnes & D.C. Good (Eds.), Handbook of Clinical Neurology, Vol. 110, pp. 283-294. Elsevier. DOI: 10.1016/B978-0-444-52901-5.00023-X.
- [5] Langhorne, P., Coupar, F., & Pollock, A. (2009). Motor recovery after stroke: A systematic review. The Lancet Neurology, 8(8), 741-754. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(09\)70150-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(09)70150-4)
- [6] Giggins, O., Persson, U. & Caulfield, B. (2013). Biofeedback in rehabilitation. J NeuroEngineering Rehabil 10, 60. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-60>
- [7] Marchal-Crespo, L., & Reinkensmeyer, D. J. (2009). Review of control strategies for robotic movement training after neurologic injury. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 6(20). DOI: <https://doi.org/10.1186/1743-0003-6-20>
- [8] Mehrholz, J., Thomas, S., Werner, C., Kugler, J., Pohl, M., & Elsner, B. (2017). Electromechanical-assisted training for walking after stroke: A major systematic review. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2017(11). DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006185.pub4>

Мирослав Чолаков

E-mail: 2030030002@shu.bg

Христо Параскевов

ШУ „Еп. Константин Преславски“

h.paraskevov@shu.bg

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR PSYCHOMETRIC PROFILING THROUGH SUBCONSCIOUS COGNITIVE PERCEPTION OF COLORS IN VIRTUAL REALITY *

PAVEL G. GRADINAROV
HRISTO I. PARASKEVOV

ABSTRACT: *This paper explores the development of a psychometric profiling algorithm using subconscious cognitive responses to colors within a virtual reality (VR) environment. The study leverages VR to bypass the observer effect, enhancing data accuracy by analyzing participants' involuntary color choices. The proposed method contrasts traditional conscious participation, offering insights into personality traits, emotional states, and potential stress levels. The results support the use of VR as a tool for psychological assessments, demonstrating its effectiveness in reducing biased data collection and refining psychometric evaluations.*

KEYWORDS: *Psychometric profiling, subconscious cognitive perception, virtual reality, color psychology, algorithm development, psychological assessment, VR environments;*

2010 Math. Subject Classification: 94D99

РАЗРАБОТКА НА АЛГОРИТЪМ ЗА ПСИХОПОРТРЕТ ЧРЕЗ НЕСЪЗНАТЕЛНО КОГНИТИВНО ВЪЗПРИЕМАНЕ НА ЦВЕТОВЕТЕ ВЪВ ВИРТУАЛНА РЕАЛНОСТ

ПАВЕЛ Г. ГРАДИНАРОВ
ХРИСТО И. ПАРАСКЕВОВ

*Статията е частично финансирана по проект № РД-08-107/30.01.2024

1 Въведение

Целта на това изследване е да оцени приложението на виртуалната реалност (VR) за психометрични тестове, базирани на несъзнателния избор на цветове от участниците. Използвайки Цветния тест на Люшер като основа, този експеримент разкрива емоционалното състояние и личностните характеристики на участниците чрез техния избор на цветове. VR предлага потапяща среда, в която участниците забравят за експеримента и това осигурява автентични реакции, свободни от влиянието на социалното желание. Основните цели са:

1. Да се анализира дали VR средата може по-точно да разкрие емоционалното състояние в сравнение с традиционните методи.
2. Да се идентифицират връзки между цветовите предпочитания и психологическите характеристики.
3. Да се сравнят резултатите между VR и традиционните подходи.

Обосновка на избора на методология

Използването на VR за психометрични тестове носи значителни предимства, които са особено подходящи за изследване на несъзнателни реакции.

1. “Изоляция от самонаблюдение”: VR създава среда, в която участниците забравят, че са наблюдавани, елиминира се ефекта на социалното желание и това позволява по-естествени реакции.

2. “Контролирани условия”: VR осигурява идентични условия за всички участници като премахва външните фактори – осветление, звук и присъствие на други хора.

3. “Подсъзнателен избор”: VR позволява избор на цветове на подсъзнателно ниво. Участниците преминават през лабиринт с цветни коридори, без насоки относно значението на избора, което прави реакциите по-спонтанни и близки до реалното емоционално състояние.

4. “Изоляция на наблюдателя”: VR изключва присъствието на експериментатора, участниците не са наблюдавани и данните за реакциите им са по-точни

5. “Гъвкавост и адаптивност”: VR позволява лесна адаптация на различни сценарии за изследване на личностни характеристики и стресови реакции. В контекста на Цветния тест на Люшер това добавя допълнителна стойност, тъй като експериментът може да бъде настройван според изискванията на конкретното изследване.

Литературен преглед

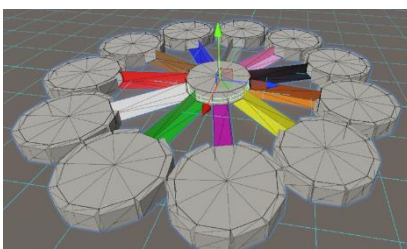
Изследванията потвърждават, че VR е ефективен инструмент за разкриване на емоционалните реакции и психичните състояния. Според [1], VR е приложим в клиничната психология, осигурявайки контролирана среда за диагностика и терапия. В [2,3] се подчертава, че VR създава автентични реакции на подсъзнателно ниво, предизвиквайки реални емоционални реакции.

Цветният тест на Люшер, разработен през 1947 г.[4], разкрива емоционалното и психическо състояние чрез избора на цветове. Червеното е свързано с енергия и агресия, а синьото – със спокойствие и вътрешен мир. Според [5,6], тестът е ефективен инструмент за оценка на когнитивните състояния, което подкрепя идеята за използване на VR за подобен вид тестове. Интеграцията на VR с теста на Люшер[7,8] осигурява новаторски подход, при който изборите стават подсъзнателно, елиминирайки усилията на участниците да се представят в определена светлина.

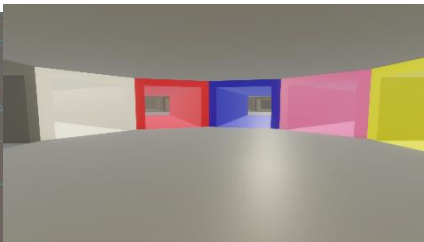
2 Методология и експериментална постановка

Експериментът включва виртуален лабиринт с цветни коридори, където участниците трябва да направят избори въз основа на своите предпочитания за цвят, без да осъзнават, че изборът им ще бъде анализиран. Чрез потапяне във VR среда се

елиминира влиянието на самонаблюдението и се събират данни за последователността на избраните цветове.



Фиг. 1 Поглед отгоре



Фиг.2 Поглед отвътре

Контролна група преминава лабиринта без насока към значението на цветовете, което осигурява възможност за сравнение между съзнателни и несъзнателни избори. Снимкови доказателства показват различните сегменти на лабиринта и потвърждават обективността на средата.

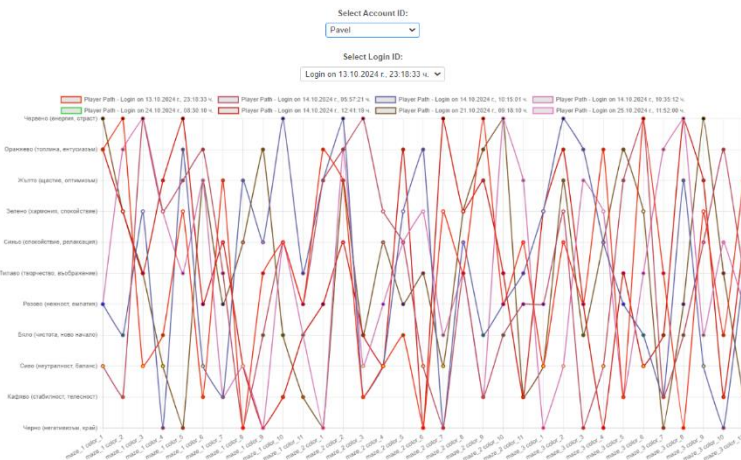
3 Резултати и анализ

Частта "Резултати и анализ" се фокусира върху представянето и интерпретацията на събраните данни от експеримента, проведен във виртуална реалност (VR). Чрез използване на цветови коридори участниците са направили избори, които отразяват емоционалните им състояния и личностни характеристики. Анализът разглежда резултатите на различни групи участници и контрастира техните избори на цветове спрямо личностни характеристики, като всеки резултат е подкрепен с визуални диаграми, предоставящи ясен преглед на предпочитанията на участниците.

Всички участници са преминавали през лабиринт с 11 цветни коридора, всеки от които съответства на психологическа характеристика според теста на Люшер. Данните от всяко

преминаване са представени под формата на цветови диаграми, илюстриращи предпочитанията на участниците за всеки цвят. Изборите се записват и класифицират според последователността и емоционалното значение на цветовете, като се извеждат личностни профили за екстревърти, интроверти, агресивни и податливи на тормоз участници.

Последователност на избори на цвета за участник Павел (фиг. 3) – показва предпочитание към топли цветове като жълто и червено, което насочва към енергично и оптимистично отношение.



Фиг.3 Последователност на избори на цвета за участник Павел

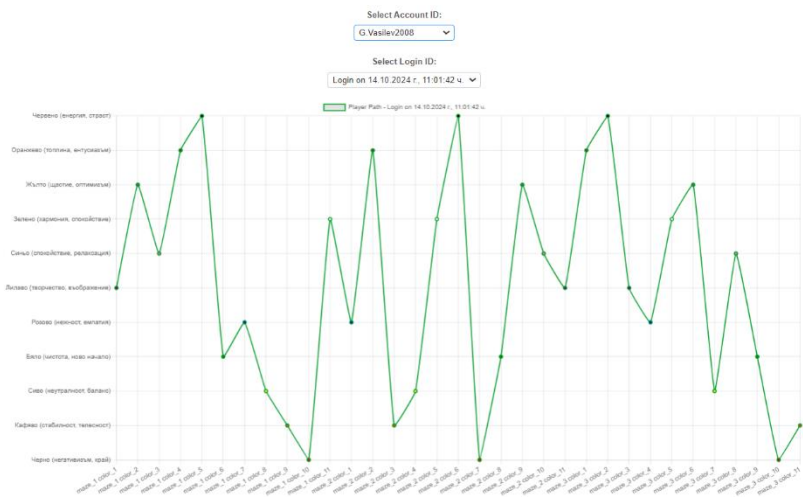
Групиране на участниците по личностни характеристики

На базата на предпочитаните цветове участниците се разделят на три основни групи: екстревърти, интроверти и междинни.

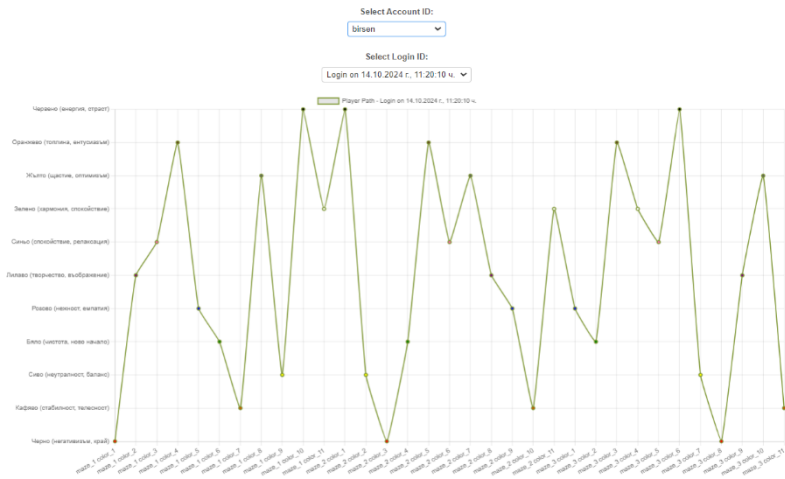
Екстроверти

Участниците в тази група демонстрират предпочитание към активни и топли цветове като червено, оранжево и жълто. Тези цветове се свързват с енергия, импулсивност и оптимизъм.

Пример: Георги В. (фиг. 4) показва предпочитание към червено и оранжево, което сочи към доминиращ и социален характер. В контекста на VR средата той преминава лабиринта с висока скорост, потвърждавайки импулсивността, свързана с екстровертността. Предпочитанията на Бирсен (фиг. 5) на синьо и зелено биха я определили като интровертна личност, но поставянето на червеното и на оранжевото на по-преден избор я определят като по-скоро екстровеетен тип.



Фиг. 4 Последователност на избори на цвета за участник Георги В.

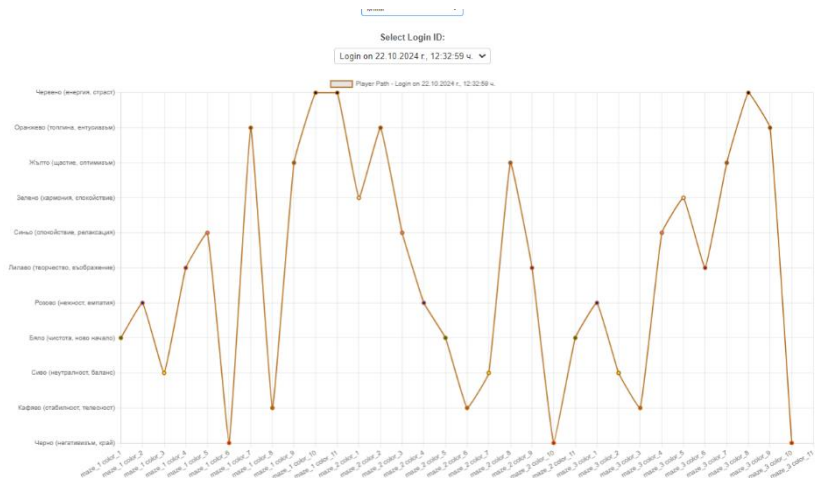


Фиг. 5 Последователност на избори на цвета за участник Бирсен

Интроверти

Тази група включва участници, които предпочитат студени и неутрални цветове като синьо и зелено, които символизират спокойствие и интроспекция. Те прекарват повече време в тези сегменти от лабиринта, което показва склонност към самоконтрол и спокойствие.

Пример: Петя (фиг. 6) и Радослава (фиг. 7) демонстрират стабилност и склонност към вътрешна хармония, избирайки предимно синьо и зелено.



Фиг. 6 Последователност на избори на цвета за участник Петя

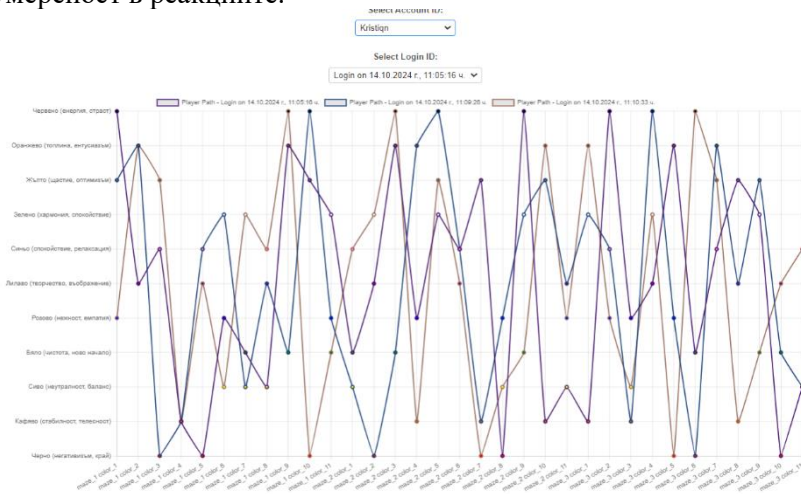


Фиг. 7 Последователност на избори на цвета за участник Радослава

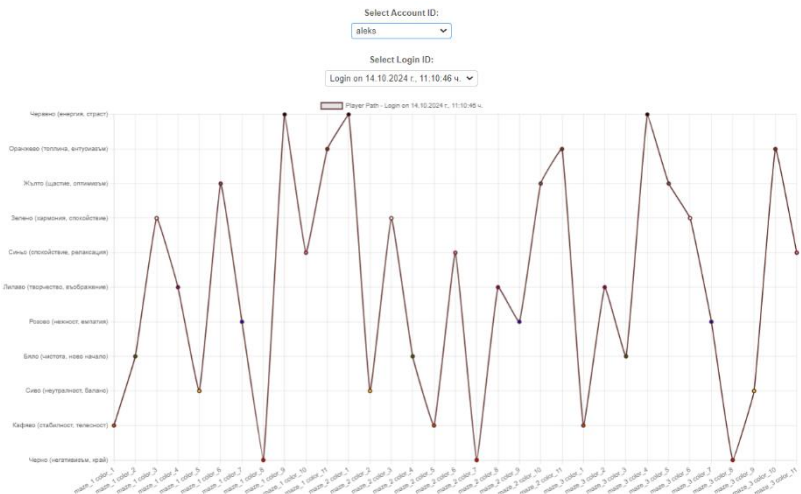
Междинни участници

Тези участници показват балансирано предпочитание към както активни, така и спокойни цветове, което ги поставя в средата на спектъра между екстравертност и интровертност.

Пример: Кристиан (фиг. 8) и Александър (фиг. 9) избират както топли цветове като червено и оранжево, така и студени цветове като синьо и зелено, което демонстрира адаптивност и умереност в реакциите.



Фиг. 8 Последователност на избори на цвета за участник Кристиан

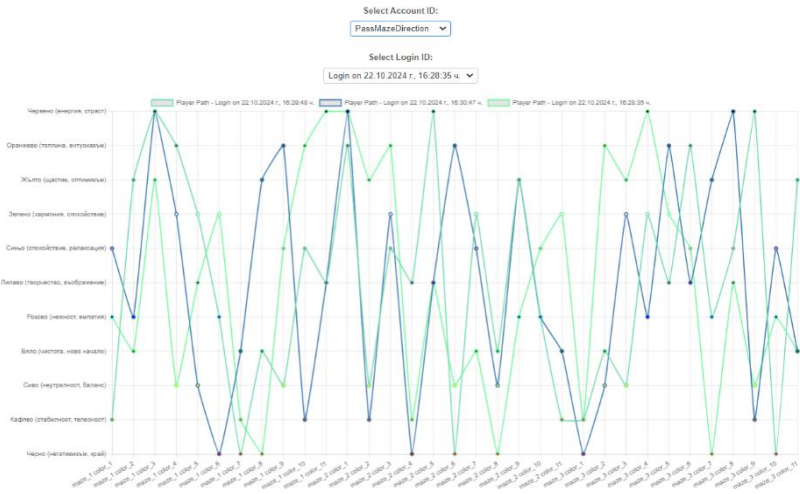


Фиг. 9 Последователност на избори на цвета за участник Александър

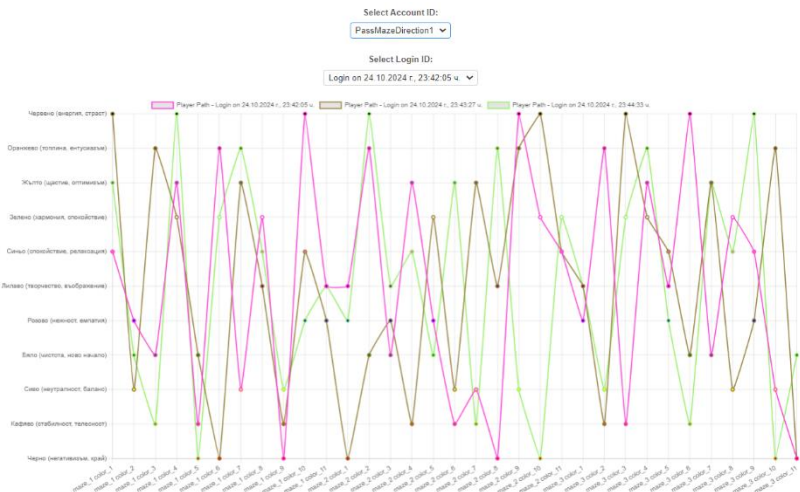
Контролна група и анализ на механичното поведение

Контролната група е включена с цел да разкрие дали изборът на цветове може да бъде несъзнателен или механичен. Участниците в тази група са насочвани да преминават през лабиринта възможно най-бързо, без да обръщат внимание на цветовете. Тяхното действие е свързано с това да избират винаги коридора, който се намира пред тях.

Пример: PassMazeDirection (фиг. 10) и PassMazeDirection1 (фиг. 11) демонстрират модел на бърз избор на цветове директно пред тях, без ясно предпочитание. Техните диаграми показват повторения и липса на осъзнат избор, което е типично за механично поведение.



Фиг. 10 PassMazeDirection



Фиг. 11 PassMazeDirection

Психологически портрети: Агресивност и податливост на тормоз

На база на цветовите предпочитания, анализът установи връзки между агресивността и податливостта на тормоз. Участници, които избират често червено и черно, показват признаци на вътрешно напрежение и склонност към агресия, докато тези, които предпочитат синьо и сиво, демонстрират склонност към подчинение и податливост на външен натиск.

Пример за агресивност: Георги Василев (фиг. 4) и Павел (фиг. 3) (в някои от тестовите) показват склонност към агресия чрез избор на червено и черно, което предполага вътрешно напрежение и импулсивност.

Пример за податливост на тормоз: Радослава (фиг. 7) и Петя (фиг. 6) показват поведение на податливост, като избират предимно сини и неутрални цветове, което може да е индикация за пасивност и избягване на конфликти.

Заклучение от анализа на резултатите

Анализът показва, че изборът на цветове може да разкрие различни аспекти на личността и емоционалното състояние на участниците, подкрепяйки основните хипотези на изследването. Групирането на участниците в категории според техния избор на цветове показва значителна връзка между цветовите предпочитания и характеровите черти.

Екстроверти проявиха ясно предпочитание към топли и енергични цветове, които съответстват на активност и социалност, докато интровертите предпочетоха студени и спокойни цветове, които индикират вътрешна стабилност. Контролната група предостави ясен контраст чрез механичното си поведение, което подчерта разликата между съзнателни и несъзнателни избори на цветове.

4 Заключение

Този експеримент демонстрира, че използването на VR среда за провеждане на психометрични тестове може да разкрие несъзнателни предпочитания и емоционални състояния, които традиционните методи не могат да уловят със същата точност. Тестът показва, че цветовете могат да бъдат индикатор за личностни характеристики и емоционални състояния, като VR предоставя контролирана среда, която минимизира влиянието на социалните и външни фактори.

Групиране на участниците според характеровите черти

-“Екстроверти”: Участниците, които предпочитат ярки цветове като червено и оранжево, показват импулсивност и енергичност. Те преминават по-бързо през лабиринта, което предполага по-кратко време за размишление.

“Интроверти”: Участници, които избират студени цветове като синьо и зелено, демонстрират склонност към спокойствие и вътрешен баланс. Те прекарват повече време в тези сегменти, което се свързва с по-дълбока рефлексия.

Сравнителен анализ с контролната група

Контролната група е насочена да преминава лабиринта бързо, без фокус върху цветовете, което показва машиналност в действията. Участниците от контролната група показват повтарящи се избори и липса на разнообразие, за разлика от останалите, които проявяват съзнателно предпочитание към цветовете.

Сравнителен анализ на склонност към агресия и податливост на тормоз

Въз основа на избора на цветовете, участниците показват склонности към агресия или податливост на тормоз. Изборът на червено и черно показва вътрешно напрежение и агресивност, докато спокойни и неутрални цветове като синьо и сиво говорят за склонност към подчинение.

Експериментът показва, че изборът на цветове е валиден метод за разкриване на емоционални състояния и личностни характеристики. Екстroversните участници, които избират топли цветове, демонстрират енергичност и активност, докато интровертите, избиращи студени цветове, проявяват вътрешен баланс. VR се доказва като ефективен инструмент, който елиминира социалните фактори и осигурява потапяне за автентични реакции.

“Контролна група и машинално поведение”: Анализът на контролната група показва ясни разлики в предпочитанията на основната група спрямо тази без насоки. Контролните участници показват липса на предпочитание към определени цветове, което подчертава разликата между съзнателни и несъзнателни избори.

5 Практическо приложение

“Психотерапия”: VR може да бъде инструмент за диагностициране на емоционални състояния, без стрес за участника, като тестовите с цветови лабиринти осигуряват данни за психичното здраве.

- “Маркетинг”: Разбирането на цветовете предпочитания може да бъде приложено в рекламата и разработката на продукти за по-добро разбиране на целевите аудитории.

6 Бъдещи изследвания

Бъдещи проучвания могат да се фокусират върху разширение на изследването с нови сценарии и по-голямо разнообразие от цветове. Изборите на цветове могат да се наблюдават дългосрочно, за да се проследят промените в психичното състояние на участниците по време на терапия или при житейски промени.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Botella, C., Riva, G., Gaggioli, A., Wiederhold, B. K., Alcañiz, M., & Baños, R. M. (2017). The present and future of positive technologies. *Frontiers in Psychology*, 8, 286.
- [2] Wiederhold, B. K., & Riva, G. (2014). Virtual reality therapy: Emerging topics and future challenges. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 17(5), 335-340.
- [3] Parsons, T. D., & Rizzo, A. A. (2008). Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: A meta-analysis. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 39(3), 250-261.
- [4] Lüscher, M. (1948). *The Lüscher color test*. New York: Random House.
- [5] Nourse, L., Balderrama-Durbin, C., & Hetherington, E. M. (2002). Psychological assessment and treatment using the Lüscher color test. *Psychological Reports*, 91(2), 447-455.
- [6] Riva, G., & Mantovani, F. (2012). Being there: Understanding the feeling of presence in a synthetic environment and its potential for clinical change. *Virtual Reality in Psychological, Medical and Pedagogical Applications*, 15–38
- [7] Felnhöfer, A., Kothgassner, O. D., Hetterle, T., Beutl, L., Hlavacs, H., & Kryspin-Exner, I. (2014). Is virtual reality made for men only? Exploring gender differences in the sense of presence. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2014, Article ID 152786
- [8] Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93.

Павел Градинаров

СУ „Любен Каравелов“

p.gradinarov@shu.bg

Христо Параскевов

ШУ „Еп. Константин Преславски“

h.paraskevov@shu.bg

BINARY METHODS IN TEACHING ECONOMIC DISCIPLINES IN SECONDARY AND HIGH SCHOOLS

RUMYANA ST. ZLATEVA

ABSTRACT: *The report examines some problems of the modern methodology of teaching economics. Binary methods are analyzed and their classification is presented. Some challenges in their use in the educational process are discussed.*

KEYWORDS: *binary methods, teaching, education, economic disciplines*

2010 Math. Subject Classification: 97B20, 97B40, 97B50

БИНАРНИ МЕТОДИ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ИКОНОМИЧЕСКИ ДИСЦИПЛИНИ В СРЕДНИТЕ И ВИСШИ УЧИЛИЩА*

РУМЯНА СТ. ЗЛАТЕВА

Въведение

Обучението по икономически дисциплини изисква балансиран подход, съчетаващ теория и практика, за да подготви обучаемите за сложния свят на икономиката и бизнеса. Бинарните методи на обучение могат да се определят като един от иновативните подходи, използвани в съвременното образование. Видно е, че те обединяват различни педагогически техники и

*Статията е частично финансирана по проект „Математически модели и икономически изследвания за устойчиво развитие“ с вх. №РД-08-144/02.02.2024г., финансиран от НИХТД на Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“.

позволяват интегриране на различни гледни точки, което ги прави изключително подходящи за преподаване и учене в контекста на икономическите дисциплини.

Темата за бинарните методи в обучението по икономически дисциплини макар и актуална поради редица фактори, отразяващи съвременните нужди на образователната ни система и развитието на икономическата наука, все още е недостатъчно проучена.

От обществото ни все по-остро се усеща необходимостта от ефективност на обучението. Бинарните методи се основават на двуалтернативен избор като да/не, вярно/невярно, правилно/неправилно и т.н.. Затова може да се посочи, че те подпомагат развитието на проблемно мислене и умения за вземане на решения. В икономическите дисциплини, където нерядко се анализират сложни зависимости и бъдещи сценарии, тези методи позволяват на обучаемите да се съсредоточат върху основни принципи и ключови зависимости.

В съзвучие с гореизложеното е непрекъснатото търсене на различни подходи за постигане на въвлеченост и интерактивност в обучението. Съвременните ученици и студенти изискват интерактивни форми на преподаване и учене, които да стимулират тяхната ангажираност. Бинарните методи ги включват активно и енергично в тези процеси чрез формати като въпроси с двоичен избор, симулации и бързи проверки на знанията, които ги стимулират и увеличават тяхната мотивация.

Не е чудно, че именно бинарните методи са напълно съвместими със съвременните технологии. Дигитализацията на образованието предоставя идеална среда за прилагането им. Те са лесни за интегриране в платформи за електронно обучение. Използването им като част от системи за автоматично оценяване, може да направи процеса по-ефективен.

В икономиката често се използват категории, които може да се определят като двоични, например печалба/загуба, което прави бинарните методи и в този случай особено подходящи за анализ и моделиране на данни. Преподаване, което включва тези методи,

помага на обучаемите да разбират по-добре реални икономически ситуации.

Трябва да се отбележи, че бинарните методи стимулират подготовката за професионалната практика. В съвременния бизнес свят се налага вземане на решения в условия на несигурност, турбулентност и хаотика. Бинарните методи тренират учениците и студентите да разглеждат различни възможности, да оценяват техните последици и да избират оптимално решение – умение, което е силно търсено на пазара на труда.

Важно за разбирането на ролята на бинарните методи е да се посочи и тяхната адаптивност към различни образователни форми. Тези методи са подходящи както за традиционно, така и за дистанционно обучение. Не на последно място те могат да се използват за бързи проверки, разработка на казуси и/или интерактивни задачи, което ги прави приложими в разнообразни учебни контексти.

„Бинарността“ прави обучението по икономически дисциплини не само съответстващо на съвременните изисквания за интерактивност, дигитализация и аналитичност, но също така подпомага изграждането на практически умения, необходими за разбирането на сложни икономически явления. Това води до нарастване на очакванията тези универсални методи да намират все по-широко приложение в съвременния образователен процес и неизменно ги определят като актуална тема за разискване.

Бинарните методи и връзката им с обучението по икономически дисциплини

Бинарните методи в обучението по икономически дисциплини, според нас, следва да се разбират като онова използване на подходи, при което се оперира с два основни елемента, две категории или два избора. Те могат да бъдат особено полезни не само при ученето и оценяването, но и при подобряване на ефективността на учебния процес. В контекста на

образованието, бинарните методи могат да се използват за различни цели, които водят до задълбочаване на интеракцията с обучаемите. При това считаме, че учебно съдържание, което се представя в две основни категории или възможности, спомага за това обучаемите по-лесно да разберат основните идеи.

В тази връзка е добре да се изтъкне и това, че като бинарни методи на обучение могат да се разглеждат и тези, които включват съвместното участие на двама преподаватели, представящи както два аспекта на една и съща тема, така и комбиниращи две различни образователни стратегии. В този контекст те могат да се използват в урочен/лекционен формат, упражнения, ролеви игри, практически занятия, казуси. Така се цели да се създаде по-дълбоко разбиране на учебното съдържание чрез съпоставяне на различни гледни точки или прилагане на теоретичните знания в практическа среда.

В обучението по икономически дисциплини бинарните методи се проявяват най-често при:

- бинарен избор (да/не, вярно/грешно и т.н.), това е подход, при който обучаемите избират между две възможности, и се използва в тестове и задания за оценка;
- въпроси в тестове и изпити, на които може да се отговори само с „да“ или с „не“, и се използват за бързо проверяване на разбирането на обучаемите по дадена тема;
- бинарно сортиране, информацията се сортира в две категории от преподавателя или обучаемия, например „предимства/ недостатъци“ на даден процес, и се допринася за по-ясно структуриране на знанията;
- бинарни задачи, чрез тях обучаемите се изправят пред две възможности – правилна и грешна, използват се за преговор на основни принципи и факти.

Предимствата на бинарните методи се свързват с:

- яснота, защото, когато материалът се представя в две основни категории или възможности, може по-лесно да се разберат основните идеи;

- бързо оценяване, с което се осигурява сравнително лесна проверка на знанията;

- структуриране на знанията, улесняващо запомнянето и разбирането.

Изхождайки от бинарността, може да се посочат и някои недостатъци на бинарните методи, сред които водещо значение заемат ограничените възможности за разпознаване и разбиране на сложността. На този фон се може да се очертае и ограничаването на креативността. Тези методи обикновено не изискват от обучаемите да мислят извън предоставените избори, с което може да се ограничи творческото мислене.

Класифицирането на бинарните методи в обучението по икономически дисциплини може да се извърши според множество критерии, сред които са цел и начин на приложение. Така например, те може да се систематизират според:

- целта на обучение:
 - за развиване на аналитични умения;
 - за усвояване на концепции и терминология;
 - за решаване на практически задачи.
- начина на приложение:
 - за пряко приложение в учебния процес;
 - за непряко приложение.

Съществуват и други възможности за класифициране, но тези позволяват достатъчно целенасоченото им използване в зависимост от нуждите на учебния процес по икономически дисциплини.

Добре е да се обобщи, че прилагането на бинарни методи може да се счита за полезно в определени контексти на обучението по икономически дисциплини, но е важно те да бъдат

комбинирани с други подходи, с които се позволява по-дълбокото разглеждане на теми и се стимулира проблемното мислене.

Заклучение

Бинарните методи в обучението по икономически дисциплини представляват действен инструмент за овладяване на знания и изграждане на умения и нагласи. Те дават възможност за интеграция на теория и практика, стимулират мисленето и правят учебния процес по-ефективен. Въпреки недостатъците, свързани с използването им, техният потенциал за подобряване на качеството на обучение ги прави ценна стратегия за съвременните преподаватели. За успешното приложение на бинарните методи се изисква внимателно планиране, добре подготвени преподаватели и гъвкав подход към обучаемите. С внедряването на тези методи в обучението по икономически дисциплини може значително да се повиши нивото на подготовка.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Афф, Й (съставител). Икономическа дидактика, Г., 1998.
- [2] Афф, Й (съставител). Формиране на бъдещето – образование за пазарната икономика. Г., 2000.
- [3] Михалкова, Л. Методика на обучението по икономика. С., 2001г.
- [4] Цеков, Ив. Методика на обучението по обществените дисциплини. С., 1992.

Румяна Стойкова Златева

ШУ „Епископ Константин Преславски“
r.zlateva@shu.bg

CONTENT

Iterative methods for solving a linear matrix equation	3
VEJDI HASANOV	
Information base on analysis of the debt of "Holding BDZ"	15
MERLIN ANTONOVA, PAVLINA DIMITROVA	
Economic development-industrialization and research&development in world economy	37
ALI BALKANLI	
Methodological guidelines for the organization and conduct of STEM training	53
KRASIMIR HARIZANOV	
Collaborative 3D modeling software	57
DELYAN SARMOV	
Automation of rehabilitation devices: a case study of motorized system for kinesiotherapy	65
MIROSLAV CHOLAKOV, HRISTO PARASKEVOV	
Development of an algorithm for psychometric profiling through subconscious cognitive perception of colors in virtual reality	77
PAVEL GRADINAROV, HRISTO PARASKEVOV	
Binary methods in teaching economic disciplines in secondary and high schools	93
RUMYANA ZLATEVA	