

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет
Международный институт дистанционного образования

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В УПРАВЛЕНИИ, ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ



Материалы международной научно-технической конференции

Минск, 20 мая 2022 года

Минск
БНТУ
2022

УДК 082(06)
ББК 74.58я43
И74

Составитель
М. Г. Карасёва

Цель конференции – распространение опыта использования современных информационно-коммуникационных технологий в управлении, образовательном процессе и науке.

Научные направления работы мероприятия (секции):

1. Информационные технологии в науке и производстве.
2. Дистанционное обучение в техническом вузе: технологии, управление и имплементация.
3. Инновационное развитие и предпринимательство.

Требования к системе: IBM PC-совместимый ПК стандартной конфигурации, дисковод CD-ROM. Программа работает в среде Windows.

Открытие электронного издания проводится посредством запуска файла КонфМИДО_май22. Возможен просмотр электронного издания непосредственно с компакт-диска без предварительного копирования на жесткий диск компьютера.

Дата доступа в сети: 27.12.2022. Объем издания: 3,77 Мб. Заказ 636.

Белорусский национальный технический университет.

Пр-т. Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь.

Тел (017) 292-40-81, факс (017) 292-91-3.

Содержание

СЕКЦИЯ 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ

<i>Elzein I., Kurdi M.</i> The influence and effect of dust accumulation on photovoltaic panel efficiency	5
<i>Prihozhy A. A.</i> Inference of low fan-out if-decision diagrams for logarithmic-depth adders	8
<i>Prihozhy A. A.</i> Reversible if-decision diagrams	15
<i>Prihozhy A. A.</i> Dataflow network of cal-actors for all-pair shortest paths search	24
<i>Naprasnikov V., Mohammed A. A., Naprasnikova J.</i> Construction of a parametric model of a robot assembly	31
<i>Акімава Л. В., Канавалава А. А.</i> Міжнародныя перамовы ў інфармацыйным таварыстве.....	34
<i>Кораблев В. И., Пузанов А. В., Пузанова К. А.</i> Адаптивная модель антропоморфного захватного устройства	37
<i>Кот А. Н., Садовская А. В.</i> Создание 3D-визуализации упаковки с использованием CGI.....	40
<i>Крупская М. А., Стасевич Н. А.</i> Синтез позиционного управления транспортным роботом.....	44
<i>Лаврѐнок А. Н., Хитрушко В. В.</i> Использование робототехнической модели Lego при обучении физике	48
<i>Мельниченко В. В.</i> О проведении инженерных расчетов в пакетах SolidWorks, JmatPro.....	53
<i>Напрасников В. В., Ван Цзыжуй</i> Использование оптимизационных возможностей ANSYS для выбора параметров проекта	56
<i>Старовойтова Т. Ф., Вежновец Д. В., Дашкевич А. В.</i> Внедрение информационных технологий для автоматизации производства.....	59

СЕКЦИЯ 2. ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ: ТЕХНОЛОГИИ, УПРАВЛЕНИЕ ИМПЛЕМЕНТАЦИЯ

<i>Бояршинова О. А., Карасёва М. Г., Седнина М. А.</i> Совершенствование модели образовательного процесса для обучающихся в заочной (дистанционной) форме	65
<i>Ганчерѐнок И. И., Горбачѐв Н. Н., Ахмедова К. С.</i> Дистанционное образование в кредитно-модульном измерении.....	68
<i>Ганчерѐнок И. И., Горбачѐв Н. Н., Жабборов Н. М., Зверева А. И.</i> Отчуждение информационных ресурсов в современных технологиях образования	76

<i>Главницкая И. Н., Шапаренко А. А.</i> Использование аудиовизуальных средств обучения в образовательном процессе.....	83
<i>Михалёнок С. Г., Кузьменок Н. М., Толкач О. Я., Безбородов В. С.</i> Системный подход к формированию банка вопросов по модулю дисциплины «Органическая химия».....	86

СЕКЦИЯ 3. ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО

<i>Аснович Н. Г., Семашко Ю. В.</i> Коучинг как инновационная технология	93
<i>Семашко Ю. В., Аснович Н. Г.</i> Координация отраслевого развития в рамках кластерных структур	98
<i>Соболенко И. А.</i> Анализ проблем методического и информационного обучения при дистанционном обучении	103
<i>Trakhanau A. P., Sednina M. A.</i> The boundary-less organisations in modern business	107
<i>Фролов И. И.</i> Поставщики образовательных услуг и используемые инструменты организации учебного процесса	109

СЕКЦИЯ 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ

UDC 721.001

THE INFLUENCE AND EFFECT OF DUST ACCUMULATION ON PHOTOVOLTAIC PANEL EFFICIENCY

¹Elzein I., ²Kurdi M.

*¹Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus,
imad.zein@liu.edu.lb*

*²Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus,
Mkurdi.aut@gmail.com*

I. Introduction

Most of the countries nowadays are shifting to move towards the natural resources of the energy developed from renewable energy free resources. The sunshine and irradiance in many countries are mostly available around the year and that drive many nations to be more interested in implementing a sustainable energy production.

As it has been noted, solar panels are considered as one of the sustainable alternatives to fossil sources. However, and as per many research themes they still lack to achieve an excellent efficiency where the maximum can extract power. In a theoretical calculation we may reach up to 29 % efficiency on commercial PV, however those results may reach a maximum of 26 % in an actual study.

The increasingly use of renewable energy sources will help to reduce the dependence on fossil fuels and their adverse impact on the environment. Among the different types of renewable energy sources, the solar PV energy has experienced the fastest growth over the last years due to the cost reduction of PV modules, which has made large-scale PV plants costeffective in several regions worldwide [1].

Many resources are available to accomplish the goals of generating free and clean energy such as solar panels/PV systems, wind generators, biomass plants and fuel cells. However, the most well renowned of these sources of energy production is mainly the PV systems.

According to many conducted researches it was revealed that dust and dust deposits effects the solar panels by dropping the solar power down by 40 % and this is considered to be a waste of the extracted power in a PV system. This waste of power comes from the fact of the accumulated dust deposits that are formed on a solar system due to the humidity/dew. This humidity forms a layer of salty droplets and dust particles that stick on the solar panel surface [2].

This will lead to the following: the solar radiation will get affected by being dispersed and eventually absorbed by the dust deposits which will lead to less power extraction through a PV system. In this research we will analyze and describe how different environmental factors affect the performance of solar PV system.

Multiple factors may affect and being accountable for the efficiency degradation as a whole. Some of those effects may be listed but not limited to; environmental, operational, installation and maintenance parameters, knowing that the biggest challenge is

when we deal with the environmental factor. In this case it affects the PV system generated output power due to the reduction of the solar irradiance when an accumulation of dust particles starts to build up on the solar panels. Other parameters may be considered as well, however are not considered in this paper such as shading, humidity and so forth (fig. 1). Shows how the impact of dust particles accumulate on a solar panel.



Figure 1 – Impact of dust on solar panels

II. Accumulation of Dust and its affecting factors on PV systems

There are many parameters involved in the accumulation of dust on solar panels that would cause the PV module to lose power. This would depend on a set of various parameters such as: dust properties, wind velocity, ambient temperature and humidity, and solar panels tilt-angle orientation [3]. This is illustrated in fig. 2.

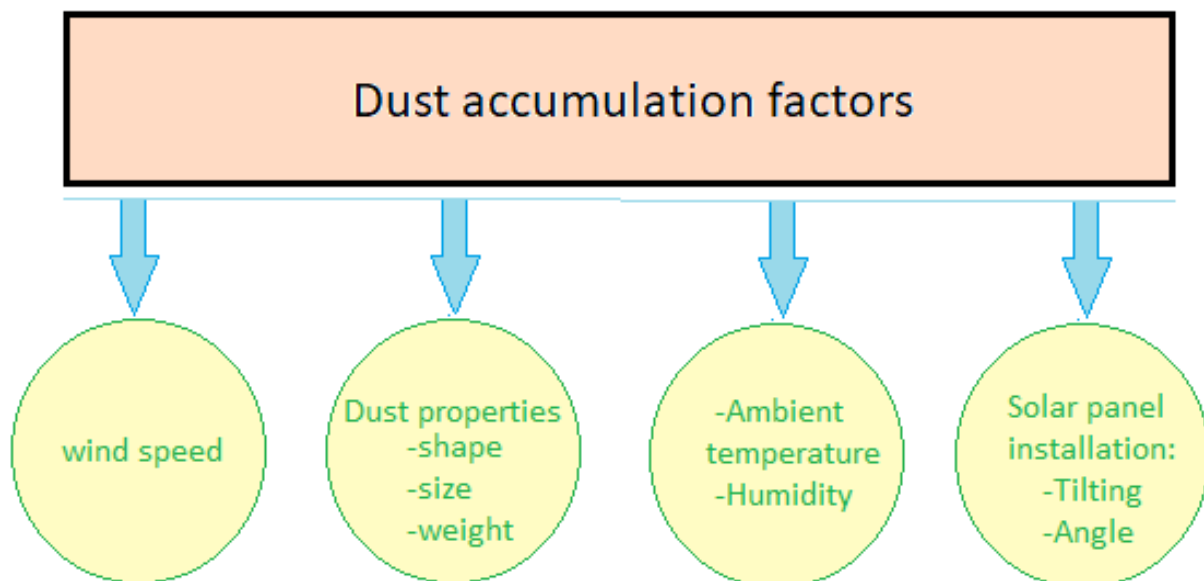


Figure 2 – Dust accumulation factors

1. Wind speed and tilting.

This natural factor, the wind may hit the solar panel base and deposition it. This deposition may be set in a location to assist more dust to accumulate on the surface of the solar panel. The amount of accumulation of dust depends on the size of dust and the speed of wind. The tilting position has an influence on decreasing dust particles

from accumulation as the installer select a proper inclination angle shifting from zero and ninety degrees (0° – 90°). The closer the tilt angle to 90° the more efficient the drop of dust from the surface of solar panels [4].

2. Dust property.

When photons number decrease due to dust particles accumulation, the short circuit current (I_{sc}) drops and this would lead to a drop in the maximum power generated. This drop depends on the type of dust particles, its size, and the density of dust particles attached to the solar panel surface.

3. Factors accounting to environmental parameters.

Some of those factors are related to parameters such as humidity, the influence of dust storms, and the amount of dew which would result in increasing the stick of dust particles on a solar system panel [5].

References

1. Pv power plants industry guide [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.pv-power-plants.com/>. – Date of access: 04.04.2022.
2. Elzein I. Maximum Power Point Tracking System for Photovoltaic Station: A Review. *Journal of System Analysis and Applied Information Science*, Minsk, Vol.3, 2015. – 15–20 p.
3. Monto Mani, Rohit Pillai, “Impact of dust on solar photovoltaic (PV) performance: Research status, challenges and recommendations”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, Issue 9, December 2010. – 3124–3131 p.
4. N. Nahar, J. Gupta. Effect of dust on transmittance of glazing materials for solar collectors under arid zone conditions. *Sol. Wind Technology*, vol. 7, no. 2–3. – 237–243 p.
5. M. Shobokshy, M. Hussein. Degradation of photovoltaic cell performance due to dust deposition. *Renew. Energy*, vol.3, no. 6–7. – 585–590 p.

INFERENCE OF LOW FAN-OUT IF-DECISION DIAGRAMS FOR LOGARITHMIC-DEPTH ADDERS

Prihozhy A. A.

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

prihozhy@yahoo.com

The addition operation is critical in almost all modern processing units [1–6]. The adder parameters such as implementation area, latency and power dissipation decide the choice of adders for different applications. There is an extensive research attention towards designing higher speed and less complex adder architectures for electronic and quantum implementations. Decision diagram-based approaches [7–9] are a promising direction in the design of adders with required properties. The traditional binary decision diagrams have been extended to functional, biconditional, if-decision and other diagram types [10–18], which are more suitable for the adder design and optimization. The adder fan-out is crucial for most of electronic and quantum implementation technologies. This work proposes a formal method of inferring logarithmic-depth if-decision diagrams of low fan-out parallel adders. In the diagrams, long paths are split to shorter paths, which reduce time delays in the adder. Experimental results obtained in the work show that the parallel adder fan-out does not exceed four, which is much less than the fan-out of parallel adders generated using if-decision diagrams and described in [6]. The decrease of fan-out costs certain increase in adder size and depth.

The ripple-carry adder is constructed from the algorithm of adding two numbers represented in binary number system [1]. The look ahead adders such as Kogge-Stone [2], Brent-Kung [3] and others [4] are constructed on the concept of generation and propagation signals. The quantum adders [9–11] are constructed on the classical theory of adders from one side and on the theory of reversible functions from other side. Instead, this paper develops a method of formal inference of all kinds of adders that is based on the theory of incompletely specified functions and if-decision diagrams. The key mechanism of inferring fast parallel adders is the split of long paths in the if-decision diagram. Advantages of such an approach are an efficient exploration of the adder design space and the possibility of generating adders with required properties.

The author of [6] proposed a method of inference fast low-size parallel adders of any bit-size, which have many advantages and only one essential drawback, i. e., their fan-out grows rapidly depending on the adder bit-width. Many technologies cannot overcome the drawback and lead to adder implementations with worse parameters than expected. This paper proposes a technique, which is capable of generation parallel logarithmic-depth adders whose fan-out is restricted and small.

Let $f(x)$ and $d(x)$ be Boolean functions of vector argument $x = (x_1, \dots, x_n)$. Let $f^{on}(x)$ be an on-set of variable x values such that $f(x) = 1$. Variable g represents Boolean function $min(f | d)$ belonging to the slice of functions defined as follows [12–14]:

$$(f \wedge d)^{on} \subseteq g^{on} \subseteq (f \vee d)^{on} \quad (1)$$

where \wedge and \vee are Boolean conjunction and disjunction respectively. Analogously, variable h represents Boolean function $\min(f | \neg d)$. The following expansion of function f on function d holds:

$$f = d \wedge \min(f|d) \vee \neg d \wedge \min(f|\neg d) \quad (2)$$

where \neg is Boolean negation. The expansion allows the construction of a nonterminal node (fig. 1a) of an if-decision diagram (IFD) proposed in [15–17]. Fig. 1b depicts a two-root IFD of 1-bit full adder. Fig. 2 depicts a many-root IFD of 8-bit ripple-carry adder. The IFD contains a nine-node long path which cause big time delays in adder implementation. To obtain faster adders, a technique proposed in [5] splits the long paths originated from the nodes $s_0 \dots s_7$ and c_7 of the IFD into shorter paths, which leads to a new IFD of the parallel many-bit adder of logarithmic-depth. The key drawback of the IFD is the exponential growth of its fan-out.

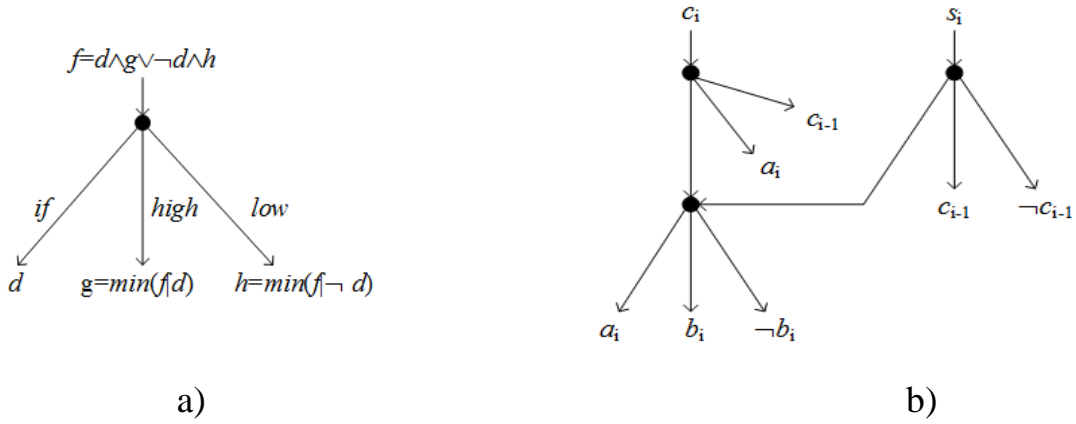


Figure 1 – If-decision diagram:
a – IFD’s nonterminal node; b – IFD of 1-bit full adder

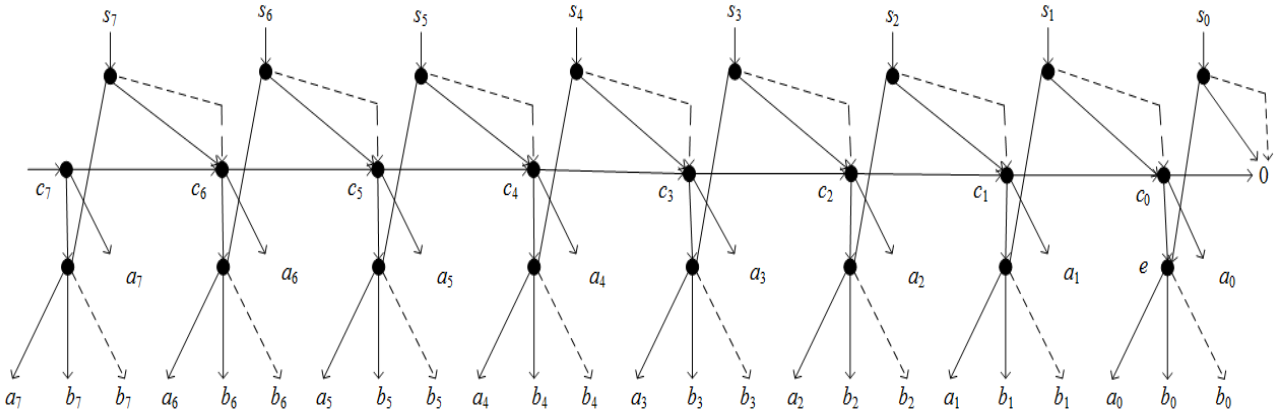


Figure 2 – IFD0 of ripple carry 8-bit adder (dash is complement)

In the paper we propose a formal method of stepwise transforming the IFD0 of a ripple-carry adder (fig. 2) to a parallel low fan-out IFD of logarithmic-depth adder. The ripple-carry adder is slow since it has the longest path of nine nodes. The transformation consists in multiple application of a transformation rule to long paths of the

source or intermediate IFDs. The rule is a pair of IFDs: the IFD_{left} has three-node depth (fig. 3a), and the $\text{IFD}_{\text{right}}$ has a reduced two-node depth (fig. 3b). The rule splits the three-node path into four two-node paths. One application of the rule reduces the longest path length by one.

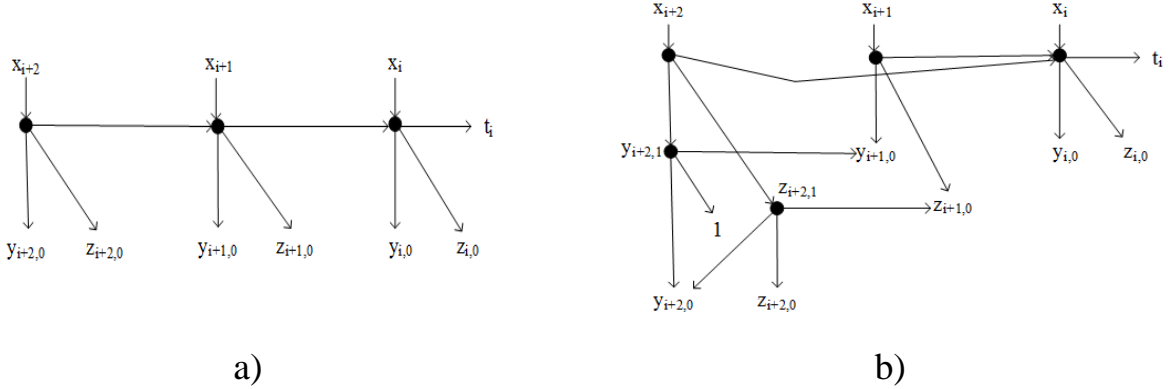


Figure 3 – Diagram transformation rule:
a – IFD_{left} of one three-node path; b – $\text{IFD}_{\text{right}}$ of four two-node paths

Observing the IFD_{left} and $\text{IFD}_{\text{right}}$ of fig. 3, we can conclude that two nodes labeled by variable x_{i+1} are identical. The same concerns two nodes labeled by variable x_i . Two nodes which are labeled by x_{i+2} , are represented by different sub-diagrams. To prove their functional equivalence, we formulate an equation for each of them.

IFD1:

$$x_{i+2} = y_{i+2,0} \wedge z_{i+2,0} \vee \neg y_{i+2,0} \wedge (y_{i+1,0} \wedge z_{i+1,0} \vee \neg y_{i+1,0} \wedge x_i)$$

IFD2:

$$y_{i+2,1} = y_{i+2,0} \vee y_{i+1,0} \text{ and}$$

$$\begin{aligned} x_{i+2} &= y_{i+2,1} \wedge (y_{i+2,0} \wedge z_{i+2,0} \vee \neg y_{i+2,0} \wedge z_{i+1,0}) \vee \neg y_{i+2,1} \wedge x_i = \\ &= y_{i+2,0} \wedge z_{i+2,0} \vee \neg y_{i+2,0} \wedge y_{i+1,0} \wedge z_{i+1,0} \vee \neg y_{i+2,0} \wedge \neg y_{i+1,0} \wedge x_i = \\ &= y_{i+2,0} \wedge z_{i+2,0} \vee \neg y_{i+2,0} \wedge (y_{i+1,0} \wedge z_{i+1,0} \vee \neg y_{i+1,0} \wedge x_i) \end{aligned}$$

It is easy to see from the equations that the x_{i+2} node's semantics is the same in IFD_{left} and $\text{IFD}_{\text{right}}$. Therefore, the diagrams are functionally equivalent.

We can apply the transformation rule to the longest path of ripple carry adder IFD0 in different ways. Every application adds two nodes to the IFD. Different ways are possible for the rule application, which lead to different number of additional nodes in IFD. The longest path of IFD0 shown in fig. 2 consists of 9 nodes. Our first way of transformation applies the rule to the following node-sets:

$$\{c_7, c_6, c_5\}, \{c_6, c_5, c_4\}, \{c_5, c_4, c_3\}, \{c_4, c_3, c_2\}, \{c_3, c_2, c_1\} \text{ and } \{c_2, c_1, c_0\}.$$

It yields the IFD2 depicted in fig. 4. The 9-node path is split into two shorter 6-node paths: 1) s_7, c_6, c_4, c_2, c_0 and e ; 2) c_7, c_5, c_3, c_1, c_0 and e . The depth reduction costs of the increase in the node count by 12. Nodes across the diagram bottom row have the highest fan-out of 4.

Our next transformation step is to split each of the 6-node paths into shorter paths without increasing the fan-out. It applies the rule to node-sets $\{c_7, c_5, c_3\}$ and $\{c_6, c_4, c_2\}$. Fig. 5 depicts the resulting IFD2. The attempt is not successful since the obtained diagram still has a path of 6 nodes.

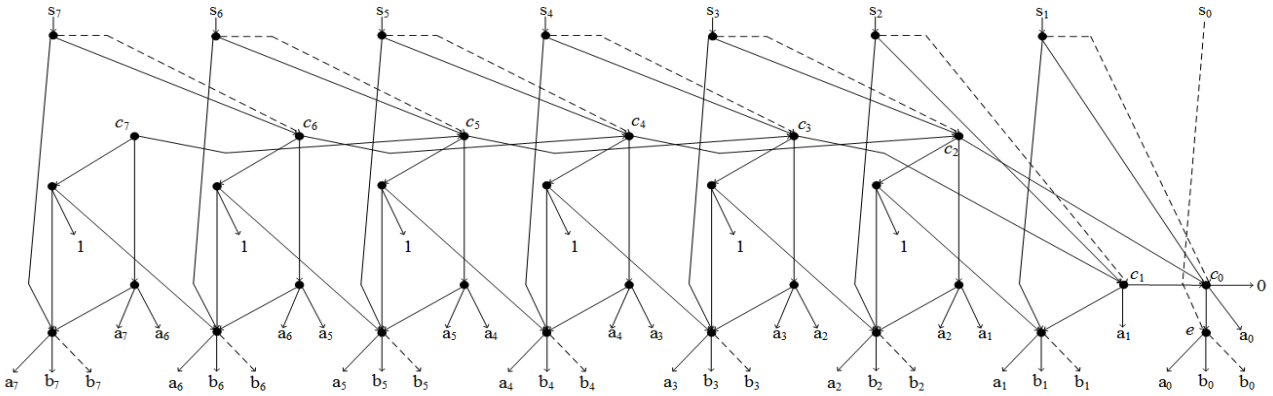


Figure 4 – Split of nine-node path of IFD0 to two six-node paths of IFD2

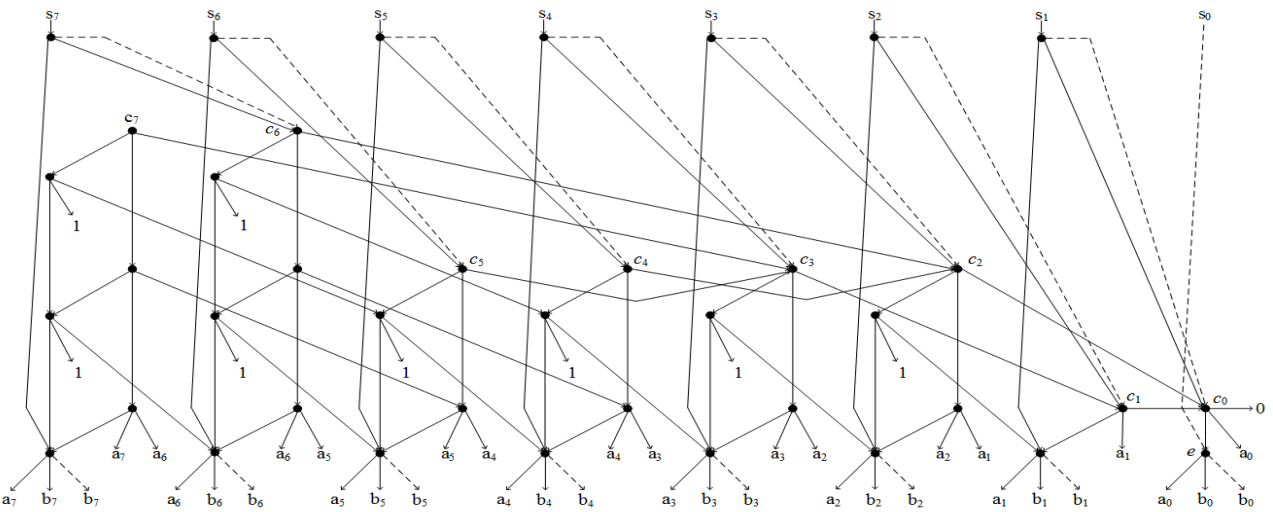


Figure 5 – Low-fan-out IFD2 of six-depth for look ahead eight-bit parallel adder

Tab. 1 reports experimental results for two methods of transforming the IFD of ripple-carry adder to logarithmic-depth IFDs of the parallel adder. The first method was proposed in [5–6], and the second one is based on the above-described transformation rule. The IFD depth, size, maximum and average fan-out depend on the adder bit-width, which varies in the range from 8 to 1024 bit. The key difference between the methods is the range of fan-out values. The fan-out grows exponentially from 6 to 514 for the first method. It keeps the constant fan-out value of 4 for all bit-width for the

second method. The cost of such an advance of the second method is the increase in the IFD depth and size. Tab. 2 shows that the first method has a gain in smaller depth by up to 66.7 % and a gain in smaller size by up to 54.9 %. The second method has a gain in smaller fan-out by up to 128.5 times. It is very important when the circuit implementation technology dictates strict constraints on the fan-out. Tab. 3 reports results for the advanced second method, which impressively reduces the IFD3 size but yields a logarithmic growth of the fan-out depending on the adder bit-width.

Table 1 – Depth, size and fan-out of two IFDs of n -bit parallel adder

Adder width n , bit	High fan-out IFD1 (depth is $2 + \log n$)				Low constant fan-out IFD2 (depth is $2 \log n$)			
	Depth	Size	Maximum fan-out	Average fan-out	Depth	Size	Maximum fan-out	Average fan-out
8	5	33	6	1.69	6	35	4	1.69
16	6	81	10	1.88	8	95	4	1.91
32	7	193	18	1.99	10	243	4	2.04
64	8	449	34	2.07	12	599	4	2.12
128	9	1025	66	2.12	14	1435	4	2.19
256	10	2305	130	2.17	16	3359	4	2.23
512	11	5121	258	2.20	18	7715	4	2.27
1024	12	11265	514	2.23	20	17447	4	2.29

Table 2 – Comparison of high fan-out IFD1 to low fan-out IFD2 of n -bit parallel adder

Adder width n , bit	High fan-out IFD1			Low fan-out IFD2
	Depth, %	Size, %	Average fan-out, %	Maximum fan-out, times
8	20.0	6.1	0.00	1.5
16	33.3	17.3	1.60	2.5
32	42.9	25.9	2.51	4.5
64	50.0	33.4	2.42	8.5
128	55.6	40.0	3.30	16.5
256	60.0	45.7	2.76	32.5
512	63.6	50.7	3.18	64.5
1024	66.7	54.9	2.69	128.5

Table 3 – Depth and size of a n -bit parallel adder IFD3 with logarithmic fan-out

Adder width n , bit	Logarithmic fan-out IFD3 (depth is $1 + 2 \log n$)			
	Depth	Size	Maximum fan-out	Average fan-out
8	7	29	4	1.69
16	9	69	5	1.80
32	11	149	6	1.85
64	13	309	7	1.88
128	15	629	8	1.89
256	17	1269	9	1.89
512	19	2549	10	1.90
1024	21	5109	11	1.90

Conclusion. The paper has proposed a new method of the inference of parallel adder IFDs of logarithmic depth and low fan-out and has compared it to the alternative method proposed earlier. The main advantage of the new method is the obtaining of constant or logarithmic fan-out, which meets constraints raised by modern electronic, quantum and other implementation technologies. At 1024 bit-width, the constant fan-out μ_4 is 128.5 times less than the fan-out given by the known method. The cost of such an improvement is the increase of the IFD's depth (up to 66.7 %) and the increase of the IFD's size (up to 54.9 %).

References

1. Rosenberger, G. B. Simultaneous Carry Adder. U. S. Patent 2,966,305. – 1960 – 12–27 p.
2. P. M. Kogge, H. S. Stone. “A Parallel Algorithm for the Efficient Solution of a General Class of Recurrence Equations”. IEEE Transactions on Computers. 1973, C-22 (8): 786–793.
3. R. P. Brent, H. T. Kung A Regular Layout for Parallel Adders. IEEE Transactions on Computers. 1982, C-31, (3): 260–264.
4. N. Poornima, V. S. Kanchana Bhaaskaran. “Area Efficient Hybrid Parallel Prefix Adders”. Procedia Materials Science 10 (2015), 371 – 380 p.
5. Prihozhy, A. A. If-Decision Diagram Based Synthesis of Digital Circuits. Information Technologies for Education, Science and Business, Minsk, Belarus, 1999/ – 65–69 p.
6. Prihozhy, A. A. Synthesis of parallel adders from if-decision diagrams. System Analysis and Applied Information Science, 2020, No 2. – 61–70 p.
7. Lee, C. Y. Representation of Switching Circuits by Binary-Decision Programs / C.Y. Lee // Bell Systems Technical Journal, 1959, Vol. 38, No 4. – 985–999 p.
8. Bryant, R. Graph-based algorithms for Boolean function manipulation / R. Bryant // IEEE Trans. on Comp. 35, 1986. – 677–691 p.

9. Zulehner A., Niemann P., Drechsler R., Wille R. Accuracy and Compactness in Decision Diagrams for Quantum Computation. Design, Automation and Test in Europe Conference. – DATE, 2019. – 280–283 p.

10. Prihozhy, A. A. Synthesis of quantum circuits based on incompletely specified functions and if-decision diagrams, Journal of the Belarusian State University. Mathematics and Informatics, 2021, Volume 3. – 84–97 p.

11. Prihozhy, A. A. Modelling reversible circuits by if-decision diagrams. VIII Международная научно-техническая интернет-конференция «Информационные технологии в образовании, науке и производстве», 21–22 ноября 2020 года [Электронный ресурс]: Белорусский национальный технический университет. – С. 63–168.

12. Прихожий, А. А. Частично определенные логические системы и алгоритмы / А. А. Прихожий // Минск, БНТУ. – 2013. – 343 с.

13. Прихожий, А. А. Обобщение разложения Шеннона для частично определенных функций: теория и применение. Системный анализ и прикладная информатика. – 2013, № 1–2. – С. 6–11.

14. Прихожий, А. А. Новые разложения булевых функций по операции исключающее или в системах логического проектирования. Системный анализ и прикладная информатика. – 2014, № 1–3. – С. 9–16.

15. Prihozhy, A. A. If-Diagrams: Theory and Application. Proc. 7th Int. Workshop PATMOS'97. – UCL, Belgium, 1997. – 369 – 378 p.

16. Prihozhy A. A., Brancevich P. U. Parallel Computing with If-Decision-Diagrams Proc. Int. Conference PARELEC'98. – Poland, Technical University of Bialystok. – 1998. – 179–184 p.

17. Prihozhy A. A., Becker B. If-Decision Diagram Based Modeling and Synthesis of Incompletely Specified Digital Systems. Electronics and communications, Special Issue on Electronics Design, 2005. – 103–108 p.

18. Prihozhy, A. A. High-Level Synthesis through Transforming VHDL Models / A. A. Prihozhy // Chapter in Book “System-on-Chip Methodologies and Design Languages”. – Kluwer Academic Publishers. – 2001. – 135–146 p.

REVERSIBLE IF-DECISION DIAGRAMS

Prihozhy A. A.

*Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus,
prihozhy@yahoo.com*

All logical quantum circuits are reversible [1–7]. This paper introduces reversible if-decision diagrams for modelling, synthesis, optimization and verification of the quantum circuits.

Reversible logical operations. Let $x = (x_1, \dots, x_n)$ be a Boolean vector variable. A scalar Boolean function $f(x)$ is a mapping $B^n \rightarrow B$, $B = \{0, 1\}$. Let a vector Boolean function $F(x) = (f_1, \dots, f_n): B^n \rightarrow B^n$ is given by vector $(x_1, \dots, x_{i-1}, f(x_1, \dots, x_n), x_{i+1}, \dots, x_n)$ of scalar functions $f_1 = x_1, \dots, f_{i-1} = x_{i-1}, f_i = f, f_{i+1} = x_{i+1}, \dots, f_n = x_n$. In $F(x)$, the number of components is equal to the number of variables.

Definition 1. Boolean function $f(x_1, \dots, x_n)$ of n arguments is n -reversible if an index $i \in \{1, \dots, n\}$ exists such that the vector function $F(x) = (x_1, \dots, x_{i-1}, f(x_1, \dots, x_n), x_{i+1}, \dots, x_n)$ is bijective.

Let analyze Boolean binary operations for reversibility. Boolean binary exclusive or operation is given by $f = x_1 \oplus x_2$. The truth table in fig. 1 proves that $F = (x_1, x_1 \oplus x_2)$ is bijective and the \oplus operation is 2-reversible.

Inputs		Outputs	
x_1	x_2	x_1	$x_1 \oplus x_2$
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	1	1
1	1	1	0

Figure 1 – Proof of 2-reversibility of Boolean binary exclusive or operation

Boolean binary conjunction is given by $f = x_1 \wedge x_2$, and Boolean binary disjunction is given by $f = x_1 \vee x_2$. The truth table in Figure 2a refutes the 2-reversibility of the conjunction as there are two input vectors which result in the same output vector. The truth table in fig. 2b refutes the 2-reversibility of the disjunction.

Inputs		Outputs	
x_1	x_2	x_1	$x_1 \wedge x_2$
0	0	0	0
0	1	0	0

Inputs		Outputs	
x_1	x_2	x_1	$x_1 \vee x_2$
0	0	0	0
0	1	0	1

1	0	1	0
1	1	1	1

a)

1	0	1	1
1	1	1	1

b)

Figure 2 – Refutation of 2-reversibility of: a – Boolean conjunction and b – Boolean disjunction

Let check the most important three ternary Boolean operations for 3-reversibility: *the if-then-else (ite) operation*; the majority (*maj*) operation, and the *xor-and-accumulation (xac)* operation. The ternary *xor* operation is a composition of two binary *xor* operations; therefore, it is 3-reversible.

The $ite(x_1, x_2, x_3)$ operation is given by $ite = x_1 \wedge x_2 \vee \neg x_1 \wedge x_3$. Its arguments are not symmetric; therefore, we consider two cases. Two truth tables in fig. 3 refute the operation to be 3-reversible. In case 1, when *ite* is substituted instead of the first variable x_1 , input vectors (0, 0, 0) and (1, 0, 0) result in the same output vector (0, 0, 0), and input vectors (0, 1, 1) and (1, 1, 1) result in the same output vector (1, 1, 1), therefore, $F = (ite(x_1, x_2, x_3), x_2, x_3)$ is not bijective and *ite* is not 3-reversible. In case 2, when *ite* is substituted instead of the second argument x_2 , input vectors (0, 0, 0) and (0, 1, 0) result in output vector (0, 0, 0), and input vectors (0, 1, 1) and (1, 1, 1) result in output vector (1, 1, 1). Therefore, function $F = (x_1, ite(x_1, x_2, x_3), x_3)$ is not bijective and function *ite* is not 3-reversible.

Inputs			Outputs		
x_1	x_2	x_3	<i>ite</i>	x_2	x_3
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	1	1	1

a)

Inputs			Outputs		
x_1	x_2	x_3	x_1	<i>ite</i>	x_3
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	1	1	1

b)

Figure 3 – Refutation of 3-reversibility of Boolean ternary *ite* operation:
a – $F = (ite(x_1, x_2, x_3), x_2, x_3)$; b – $F = (x_1, ite(x_1, x_2, x_3), x_3)$

The *maj* operation is given by $maj = x_1 \wedge x_2 \vee x_1 \wedge x_3 \vee x_2 \wedge x_3$. Since all three arguments are symmetric, fig. 4 describes the truth table of function $F = (maj(x_1, x_2, x_3), x_2, x_3)$, which completely checks the 3-reversibility of *maj*. It can be noticed that

each of two pairs of input vectors is mapped to the same marked output vector, therefore the F is not bijective and the maj is not 3-reversible.

Inputs			Outputs		
x_1	x_2	x_3	maj	x_2	x_3
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	1	1	1

Figure 4 – Refutation of 3-reversibility of Boolean ternary maj operation with $F = (maj(x_1, x_2, x_3), x_2, x_3)$

The xac operation is given by $xac = x_1 \oplus (x_2 \wedge x_3)$. The truth table of fig. 5a proves that function $F = (xac(x_1, x_2, x_3), x_2, x_3)$ is bijective and therefore operation xac is 3-reversible. It is interesting that xac is not reversible for $F = (x_1, xac(x_1, x_2, x_3), x_3)$. Among the considered three ternary Boolean functions, xac is the only reversible one.

Inputs			Outputs		
x_1	x_2	x_3	xac	x_2	x_3
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	1

a)

Inputs			Outputs		
x_1	x_2	x_3	x_1	xac	x_3
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	1	0
1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	1	0	1

b)

Figure 5 – Check of 3-reversibility of Boolean ternary xac operation: a – it is 3-reversible with $F = (xac(x_1, x_2, x_3), x_2, x_3)$; b – it is not 3-reversible with $F = (x_1, xac(x_1, x_2, x_3), x_3)$

Definition 2. Function $f(x_1, \dots, x_n)$ is $n+1$ -reversible if for function $f'(x_1, \dots, x_n, c) = f(x_1, \dots, x_n)$ of $n+1$ arguments, where $c = 0$ or $c = 1$, the vector function $F = (x_1, \dots, x_n, f'(x_1, \dots, x_n))$ is bijective.

Above we have proved that the binary Boolean conjunction is not 2-reversible. Let check if it is 3-reversible. To do this, we write down $x_1 \wedge x_2 = xac(0, x_1, x_2)$ and $F = (xac(0, x_1, x_2), x_1, x_2)$. The truth table in Figure 6 that contains four value rows proves that the F function is bijective and the binary conjunction is 3-reversible.

Inputs			Outputs		
0	x_1	x_2	$xac(0, x_1, x_2)$	x_1	x_2
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	1	1

Figure 6 – Proof of 3-reversibility of binary Boolean conjunction using $F = (xac(0, x_1, x_2), x_1, x_2)$

Binary Boolean disjunction is not 2-reversible. Let check if it is 3-reversible. To do this, we write down $x_1 \vee x_2 = xac(0, x_1, x_2) \oplus x_1 \oplus x_2$ and $F = (xac(0, x_1, x_2) \oplus x_1 \oplus x_2, x_1, x_2)$. The truth table with four value rows in fig. 7 proves that the F function is bijective, and the binary disjunction is 3-reversible.

Inputs			Outputs		
0	x_1	x_2	$xac(0, x_1, x_2) \oplus x_1 \oplus x_2$	x_1	x_2
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	1	1	1

Figure 7 – Proof of 3-reversibility of Boolean binary disjunction using $F = (xac(0, x_1, x_2) \oplus x_1 \oplus x_2, x_1, x_2)$

The 4-reversibility of the *ite* and *maj* ternary operations can be proved in a similar way. A superposition of the Boolean *exclusive or*, *xor-and-accumulation*, and constants 1 and 0 operations constitute a basis for describing any reversible Boolean function with the same or increased number of input and output variables. If the function of n arguments is n -reversible it can be directly described in the basis, otherwise a function extension can be constructed with additional arguments (ancillas). Searching for an extension with a minimal number of ancillas is a subject of optimization.

Let a function of n arguments that is not n -reversible in general case be given by $f(x_1, \dots, x_n)$. To find its representation or to transform it to a good quality reversible function, various expansions can be examined. In the paper we focus on decision diagrams. The most famous is the Binary Decision Diagram (BDD). Several BDD types are known, including complete, free, ordered, reduced diagrams [8–9]. A Reduced Ordered BDD (ROBDD) is a model for solving such problems as modelling, synthesis, test generation, and verification of digital systems, which are implemented as electronic, quantum or other circuits. Figure 8a depicts a BDD's nonterminal node. It is labeled with Boolean variable x_i and has two outgoing edges labeled *low* and *high* and leading to daughter sub-diagrams g and h . The Shannon expansion [10] defines the node semantics with the equation

$$f = x_i \wedge g \vee \neg x_i \wedge h \quad (1)$$

where $h = f_{x_i=0}$ and $g = f_{x_i=1}$ are residual functions called positive and negative cofactors respectively.

Works [8, 9] generalized the Shannon expansion to

$$f = c \wedge v \vee \neg c \wedge u \quad (2)$$

where c is an arbitrary Boolean function of n arguments, $v = \min(f | c)$, $u = \min(f | \neg c)$ and $\min(f | c)$ is a minimization operation of function f over characteristic function c . Expansion (2) defines the semantics of a nonterminal node of the If-Decision Diagram (IFD) [11, 12] depicted in fig. 8b. It is easy to see that (1) and (2) use the *ite* ternary operation, which is not 3-reversible, therefore the BDD and IFD are not reversible-style representations.

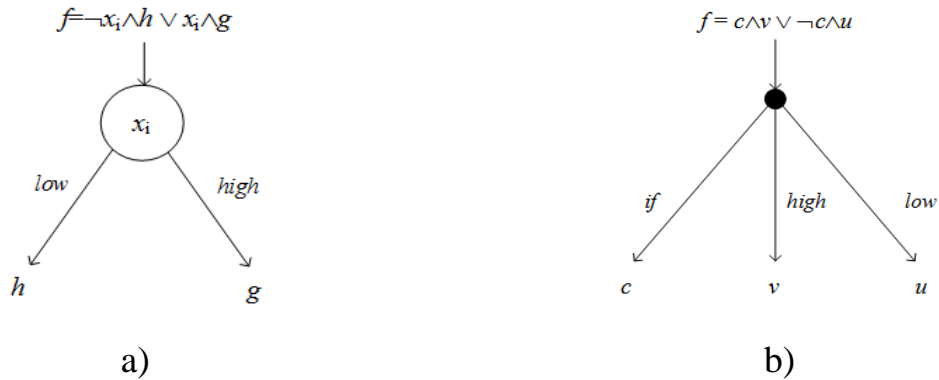


Figure 8 – Nonterminal node of: a – binary decision diagram; b – if-decision diagram

The positive and negative Davio [13] expansions (3) and (4) of Boolean function $f(x)$ are derived from the Shannon expansion (1):

$$f = h \oplus x_i \wedge e \quad (3)$$

$$f = g \oplus \neg x_i \wedge e \quad (4)$$

where $e = g \oplus h$. To prove (3), we equivalently transform it to (1) in the way as follows:

$$f = h \oplus x_i \wedge (g \oplus h) =$$

$$\begin{aligned}
&= (\mathbf{h} \wedge \neg(x_i \wedge (\mathbf{g} \oplus \mathbf{h}))) \vee (\neg\mathbf{h} \wedge x_i \wedge (\mathbf{g} \oplus \mathbf{h})) = \\
&= (\mathbf{h} \wedge (\neg x_i \vee \neg(\mathbf{g} \oplus \mathbf{h}))) \vee (\neg\mathbf{h} \wedge x_i \wedge \mathbf{g} \wedge \neg\mathbf{h}) = \\
&= (\mathbf{h} \wedge \neg x_i \vee \mathbf{h} \wedge \neg(\mathbf{g} \oplus \mathbf{h})) \vee (x_i \wedge \mathbf{g} \wedge \neg\mathbf{h}) = \\
&= (\neg x_i \wedge \mathbf{h}) \vee (\mathbf{g} \wedge \mathbf{h}) \vee (x_i \wedge \mathbf{g} \wedge \neg\mathbf{h}) = \\
&= (x_i \wedge \mathbf{g}) \vee (\neg x_i \wedge \mathbf{h})
\end{aligned}$$

Equation (4) can be proved in the similar way. Based on (2), the author of works [14, 15] developed the following xor-based expansions:

$$f = u \oplus c \wedge w \quad (5)$$

$$f = v \oplus \neg c \wedge w \quad (6)$$

where c is an arbitrary Boolean function of n arguments and $w = v \oplus u$. Expansions (5) and (6) generalize the positive and negative Davio expansions (3) and (4). Their proof is like the proof of (3).

Expansions (3) and (4) lie in the basis of creating positive pFDD (fig. 9a) and negative nFDD (fig. 9b) functional decision diagrams respectively. Expansions (5) and (6) constitute a basis for creating positive pFIFD (fig. 9c) and negative nFIFD (fig. 9d) functional if-decision diagrams respectively [16–20]. Since pFIFD and nFIFD provide much larger possibilities for modelling logical functions due to replacing a variable x_i with an arbitrary logical function c , they are more suitable for modelling logical systems and for the design automation.

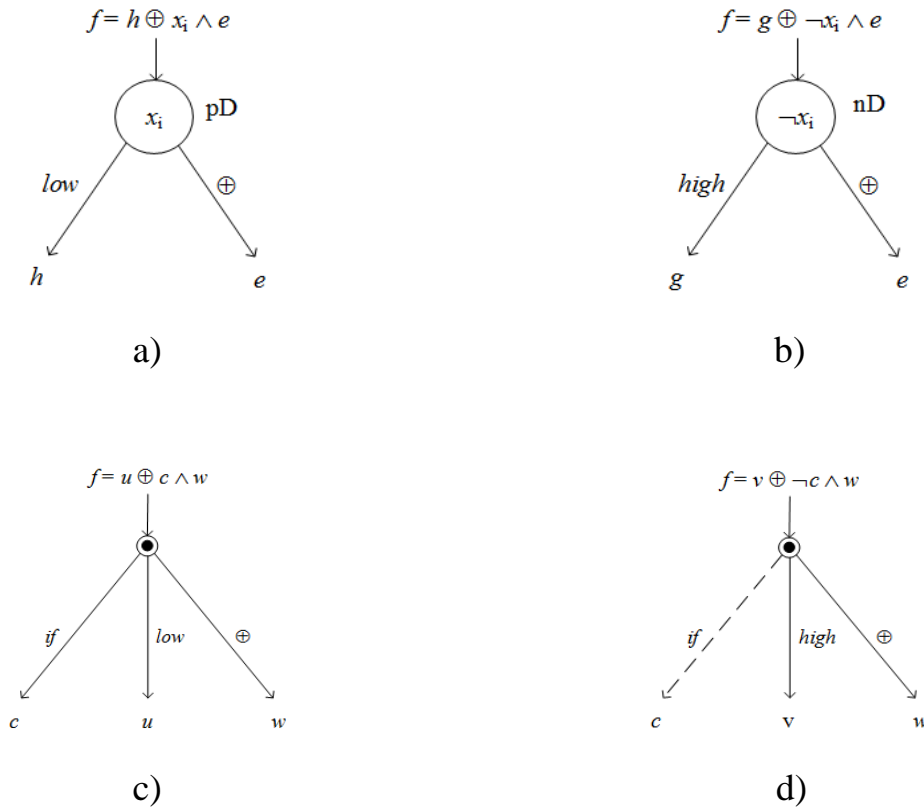


Figure 9 – Nonterminal node of: a – pFDD; b – nFDD; c – pFIFD; d – nFIFD

In case, when all three input variables are essential in any of the ternary Boolean operations defined by (3)–(6), and due to the operations’ 3-reversibility (in fact these are the xor-and-accumulation Boolean ternary operation), we call the decision diagrams pFDD, nFDD, pFIFD and nFIFD reversible. In the case, no additional variables (ancillas) are needed. When one or two of three variables are unessential, the functions describe binary or unary operations. If the binary operation is 3-reversible (like Boolean conjunction or disjunction), an ancilla is needed. If the unary operation is 2-reversible (like Boolean negation) an ancilla is needed too. Fig. 10 depicts pFIFDs representing Boolean inversion, exclusive or, conjunction, and disjunction. Only one ancilla is needed for numerous inversions within a single pFIFD. Contrary, every conjunction or disjunction requires its own additional ancilla, therefore the operations are of high cost.

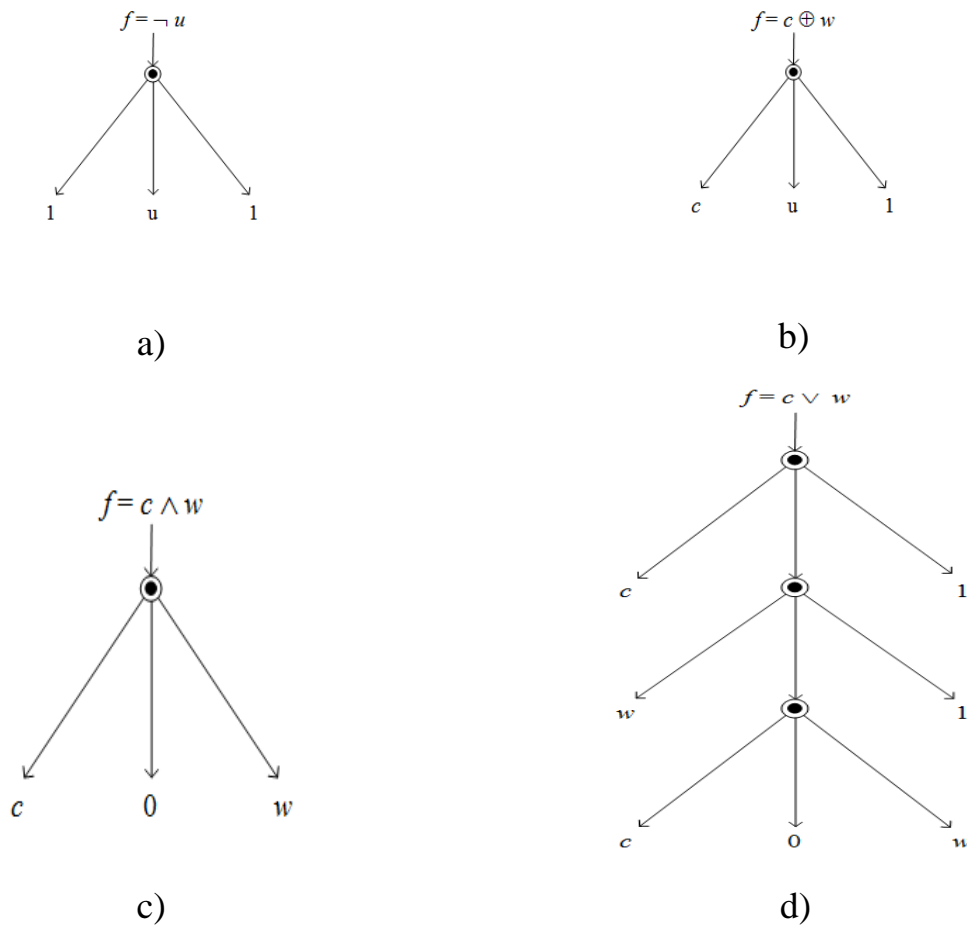


Figure 10 – Reversible pFIFDs of: a – inversion, b – exclusive or, c – conjunction; d – disjunction

Conclusion. The paper has introduced reversible if-decision diagrams as a model for synthesis, optimization and verification of logical quantum circuits. It has performed the analysis of reversibility of basic unary, binary, and ternary Boolean operations, and has shown that the binary exclusive-or and ternary xor-and-accumulation operations do not need ancillas. Any Boolean function can be represented by a superposition of the operations with or without ancillas. The operations allow the construction of reversible if-decision diagrams, which extend the functional decision diagrams.

References

1. Nielsen M., Chuang I. L. Quantum computation and quantum information. Cambridge: Cambridge University Press; 2000. – 700 p.
2. Sasanian Z., Wille R., Miller D. M. Realizing reversible circuits using a new class of quantum gates. In: Groeneveld P, editor. The 49th Annual design automation conference 2012; 2012 June 3–7; San Francisco, USA. New York: Association for Computing Machinery; 2012. – 36–41 p.
3. Smith, K. Technology-dependent quantum logic synthesis and compilation [dissertation] [Internet]. Dallas: Southern Methodist University. Available from: https://scholar.smu.edu/engineering_electrical_etds/30.
4. Prihozhy, A. A. Synthesis of quantum circuits based on incompletely specified functions and if-decision diagrams, Journal of the Belarusian State University. Mathematics and Informatics, 2021, Volume 3. – 84–97 p.
5. Prihozhy, A. A. Modelling reversible circuits by if-decision diagrams. VIII Международная научно-техническая интернет-конференция «Информационные технологии в образовании, науке и производстве», 21–22 ноября 2020 года [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет. – С. 163–168.
6. Zulehner A., Niemann P., Drechsler R., Wille R. Accuracy and Compactness in Decision Diagrams for Quantum Computation. Design, Automation and Test in Europe Conference – DATE, 2019. – 280–283 p.
7. Lukac M., Kameyama M., Perkowski M., Kerntopf P. Minimization of quantum circuits using quantum operator forms. arX-ib: 1701.01999.
8. Lee, C. Y. Representation of Switching Circuits by Binary-Decision Programs /C.Y. Lee //Bell Systems Technical Journal, 1959, Vol. 38, No 4. – 985–999 p.
9. Bryant, R. Graph-based algorithms for Boolean function manipulation / R. Bryant, // IEEE Trans. on Comp. 35. – 677–691 p.
10. Shannon, C. E. The Synthesis of Two Terminal Switching Circuits. Bell System Technical Journal. – Vol. 28. –1949. – № 1.– 59–98 p.
11. Прихожий, А. А. Частично определенные логические системы и алгоритмы / А.А. Прихожий // Минск, БНТУ. – 2013. – 343 с.
12. Прихожий, А. А. Обобщение разложения Шеннона для частично определенных функций: теория и применение. Системный анализ и прикладная информатика. – 2013, № 1–2. – С. 6–11.
13. Davio M., Deschamps J. P., Thayse A. Discrete and Switching Functions. New York: McGraw-Hill, 1978. – 729 p.
14. Прихожий, А. А. Новые разложения булевых функций по операции исключающее или в системах логического проектирования. Системный анализ и прикладная информатика. – 2014, № 1–3. – 9–16 с.
15. Prihozhy, A. A. If-Diagrams: Theory and Application. Proc. 7th Int. Workshop PATMOS'97. – UCL, Belgium, 1997. – 369–378 p.
16. Prihozhy A. A., Brancevich P. U. Parallel Computing with If-Decision-Diagrams Proc. Int. Conference PARELEC'98. – Poland, Technical University of Bialystok. – 1998. – 179–184 p.

17. Prihozhy, A. A. If-Decision Diagram Based Synthesis of Digital Circuits. Information Technologies for Education, Science and Business, Minsk, Belarus. –1999. – 65–69 p.

18. Prihozhy, A. A., Becker, B. If-Decision Diagram Based Modeling and Synthesis of Incompletely Specified Digital Systems. Electronics and communications, Special Issue on Electronics Design. – 2005. – 103–108 p.

19. Prihozhy, A. A. High-Level Synthesis through Transforming VHDL Models / A. A. Prihozhy // Chapter in Book “System-on-Chip Methodologies and Design Languages”. – Kluwer Academic Publishers. – 2001. – 135–146 p.

20. Prihozhy, A. A. Synthesis of parallel adders from if-decision diagrams. System Analysis and Applied Information Science. – 2020. – No 2. – 61–70 p.

DATAFLOW NETWORK OF CAL-ACTORS FOR ALL-PAIR SHORTEST PATHS SEARCH

Prihozhy A. A.

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

prihozhy@yahoo.com

CAL is a high-level actor-based dataflow language [1–6]. A CAL-program is defined as a network of actors that interact and communicate by sending and receiving data (tokens) along data lossless and order preserving communication channels. An actor is a computational entity that consists of input and output ports, state variables, actions, and a scheduler. Actors are executed in parallel. When an actor is fired, it consumes tokens from input ports, changes the internal state and produces tokens on output ports. An action is a piece of computation that an actor performs in the firing process. An actor may contain any number of actions. When an actor is being firing, it selects one of them based on the availability of input tokens and optionally based on conditions relating to the values of tokens and state variables. An action guard enables conditional action firing. A finite state machine allows actions to be scheduled according to the current state of the actor and action priorities.

The shortest path problem in a weighted directed cyclic graph [7–13] has many application domains. Although a variety of shortest path algorithms in different settings exist, the scaling and parallelization of the problem on multi-processor systems are still open. Analysis and simulation of the Floyd-Warshall (*FW*) and Blocked Floyd-Warshall (*BFW*) all-pair shortest paths algorithms [10–11] have shown that the *BFW* is more suitable for parallelization and speeding up the computations. Moreover, it supports spatial data locality within block and leads to the reduction of data transfer in hierarchical memory and to decreasing the overall execution time. The authors of work [14] proposed an advanced heterogeneous blocked all-pair shortest paths algorithm. A drawback of the algorithms is the realization of fork-join parallelism, which makes them slower against network algorithms. Such computer architectures as multi-core systems include a set of cores and a hierarchical memory consisting of local and shared cache levels, which differ on memory capacity and data transfer time delays. The cores read and write data through fast local caches, and therefore efficiently execute algorithms which support spatial and temporal locality in big data processing.

The advantage of the blocked Floyd–Warshall (*BFW*) Algorithm 2 proposed in [10, 11, 14] is the introduction of spatial data locality due to decomposing matrix $D[N \times N]$ of graph edge weights into blocks of size $S \times S$ each and forming a blocked matrix $B[M \times M]$, where $M = N / S$ is the number of blocks per row. The algorithm provides sequential data locality within each block. Its main loop has M iterations, S times less compared to *FW*. Every iteration of the loop recalculates each block once and tries to update each element S times. Totally, every element of matrix D has N attempts to update. The block recalculation is performed locally by using from one to two other blocks. Algorithm 2, *BCA* implements the *FW* algorithm, recalculates block B^1 consuming two additional blocks B^2 and B^3 . It is possible to choose the block size

in such a way as the processed blocks could be deployed in fast caches simultaneously, which reduces the data traffic between memory levels. The *BFW* algorithm operation time crucially depends on which level of memory the matrix D fits completely in. If in level L1 and/or L2 do, the algorithm runs quickly. If level L3 does, the data transfer time delay is higher, and the algorithm runs slower. The slowest case takes place when the size of matrix D is larger than the size of cache L3; elements of D are read from and written to main memory many times, which produces big cache pressure and consumes much time.

To speed up the shortest paths algorithm search due to asynchronous behavior [15–17], the paper introduces a dataflow network of actors, which is realized in the CAL language [1]. It also presents a CAL-engine implemented in the C/C++ language as a multi-threaded application on multi-core systems. The CAL-engine efficiently accounts for features of the dataflow network.

Algorithm 1: Blocked Floyd–Warshall (*BFW*)

Input: A number N of graph vertices
Input: A matrix W of graph edge weights
Input: A size S of block
Output: A blocked matrix B of path distances
 $M \leftarrow N/S$ $B[M \times M] \leftarrow W[N \times N]$
for $m \leftarrow 1$ **to** M **do**
 $BCA(B_{m,m}, B_{m,m}, B_{m,m})$ // D0
 for $i \leftarrow 1$ **to** M **do**
 if $i \neq m$ **then**
 $BCA(B_{i,m}, B_{i,m}, B_{m,m})$ // C1
 $BCA(B_{m,i}, B_{m,m}, B_{m,i})$ // C2
 for $i \leftarrow 1$ **to** M **do**
 if $i \neq m$ **then**
 for $j \leftarrow 1$ **to** M **do**
 if $j \neq m$ **then**
 $BCA(B_{i,j}, B_{i,m}, B_{m,j})$ // P3
 return B

Algorithm 2: Block calculation (*BCA*)

Input: A size S of block
Input: Blocks B^1 , B^2 and B^3
Output: B^1 – recalculated block
for $k \leftarrow 1$ **to** S **do**
 for $i \leftarrow 1$ **to** S **do**
 for $j \leftarrow 1$ **to** S **do**
 $sum \leftarrow b^2_{i,k} + b^3_{k,j}$
 if $b^1_{i,j} > sum$ **then** $b^1_{i,j} \leftarrow sum$
return B^1

Let assume the D matrix be mapped to a $B[3 \times 3]$ blocked matrix. In this case, we can model each block B_{rc} by a CAL actor for which M and B are global variables. Figure 1 shows the block-actor interface of four input ports, L_{r1} , L_{r2} , L_{1c} and L_{2c} , and two output ports, L_r and L_c . The input ports receive tokens from output ports of other actors, which describe the calculation level of associated blocks. The output ports L_r and L_c describe the B_{rc} block calculation level that is used by other blocks located in row r and column c . We recognize two types of block-actors: diagonal and non-diagonal. Algorithm 3 depicts the behavior of CAL-actor *Block_0_0* that models the calculation of diagonal block B_{00} . Input ports L_{0_1} and L_{0_2} describe the calculation level of the B_{01} and B_{02} blocks in row 0. Input ports L_{1_0} and L_{2_0} describe the calculation level of the B_{10} and B_{20} blocks in column 0. Output ports L_{row} and L_{col} describe the calculation level of block B_{00} . State variables Lev , Row and Col describe the calculation level, row and column respectively of block B_{00} . The *Block_0_0* actor contains three actions: one diagonal and two peripherals. The input and output tokens, and the guard condition of

the diagonal action distinct from those of the peripheral one. The diagonal action has no input token and has two output tokens associated with the L_{row} and L_{col} ports and getting the value of state variable Lev . The guard condition requires Lev to be equal to Row . The action body increments the block calculation level and calls the BCA function to recalculate the diagonal block. The action is fired when the block calculation level is equal to its row and column. Each of the two peripheral actions has three input and no output tokens. In the first action, two input tokens L_{01} and L_{10} arrive from ports $L_{_0_1}$ and $L_{_1_0}$, and the third token is a constant k . The guard condition requires Lev be lower than the calculation levels L_{01} and L_{10} . The action body increments the block calculation level and calls the BCA function to recalculate the B_{rc} block over the B_{rk} and B_{kc} blocks. The peripheral action is fired when the input tokens have arrived and the block B_{rc} calculation level is lower than those of blocks B_{rk} and B_{kc} .

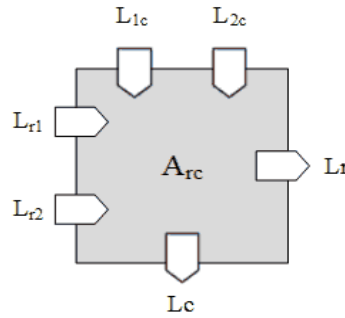


Figure 1 – Interface of the A_{rc} CAL-actor that models the calculation of block B_{rc} in matrix $D[3 \times 3]$

Algorithm 4 depicts the CAL-actor $Block_0_1$ that models the calculation of non-diagonal block B_{01} . Input ports $L_{_0_0}$ and $L_{_0_2}$ describe the calculation level of B_{00} and B_{02} blocks in row 0. Input ports $L_{_1_1}$ and $L_{_2_1}$ describe the calculation level of B_{11} and B_{21} blocks in column 1. Output ports L_{row} and L_{col} describe the calculation level of blocks B_{01} . State variables Lev , Row and Col describe the calculation level, row and column of block B_{01} .

Algorithm 3: CAL-actor $Block_0_0$ calculating diagonal block B_{00} of matrix $B[3 \times 3]$

```

actor  $Block\_D()$  int  $L_{_0_1}$ , int  $L_{_0_2}$ , int  $L_{_1_0}$ , int  $L_{_2_0} \implies$  int  $L_{row}$ , int  $L_{col}$ :
  int  $Lev := 0$ ;
  int  $Row := 0$ ;
  int  $Col := 0$ ;
  Diagonal: action  $\implies L_{row}: [Lev], L_{col}: [Lev]$ 
  guard  $Lev = Row$ 
  do
     $Lev := Lev + 1$ ;
     $BCA(B[Row * M + Col], B[Row * M + Col], B[Row * M + Col]);$ 
  end
  Peripheral_1: action  $L_{_0_1}: [L_{01}], L_{_1_0}: [L_{10}], \text{const\#1}: [k] \implies$ 
  guard  $L_{01} \geq Lev + 1$  and  $L_{10} \geq Lev + 1$ 
  do

```

```

    Lev:= Lev + 1;
    BCA (B[Row * M + Col], B[Row * M + k], B[k * M + Col]);
end
Peripheral_2: action L_0_2: [L02], L_2_0: [L20], const#2:[k] ==>
guard L02 >= Lev + 1 and L20 >= Lev + 1
do
    Lev:= Lev + 1;
    BCA (B[Row * M + Col], B[Row * M + k], B[k * M + Col]);
end
end

```

Algorithm 4: CAL- actor *Block_0_1* calculating non-diagonal block B_{01} of matrix $B[3 \times 3]$

```

actor Block_N () int L_0_0, int L_0_2, int L_1_1, int L_2_1 ==> int Lrow, int Lcol:
    int Lev:= 0;
    int Row:= 0;
    int Col:= 1;
    Cross1: action L_1_1: [L11] ==> Lrow: [Lev]
    guard Col = L11 - 1 and Lev = L11 - 1
    do
        Lev := Lev + 1;
        BCA (B[Row * M + Col], B[Row * M + Col], B[Col * M + Col]);
    end
    Cross2: action L_0_0: [L00] ==> Lcol: [Lev]
    guard Row = L00 - 1 and Lev = L00 - 1
    do
        Lev:= Lev + 1;
        BCA (B[Row * M + Col], B[Row * M + Row], B[Row * M + Col]);
    end
    Peripheral_3: action L_0_2: [L02], L_2_1: [L21], const#2:[k] ==>
    guard L02 >= Lev + 1 and L21 >= Lev + 1
    do
        Lev:= Lev + 1;
        BCA (B[Row * M + Col], B[Row * M + k], B[k * M + Col]);
    end
end
end

```

Actor *Block_0_1* contains three actions: *Cross1*, *Cross2* and *Peripheral*. The *Cross1* action has an input token $L11$ associated with port L_1_1 , and has an output token associated with port $Lrow$ and getting the value from state variable Lev . The guard condition requires Col and Lev be equal to $L11-1$. The action body increments the block calculation level and calls the *BCA* function to recalculate block B_{01} over block B_{11} . The *Cross1* action is fired when a token arrives at its input port and its guard condition evaluates to true. The behavior of *Cross2* action is similar to those of *Cross1*

action. The behavior of the Peripheral action in a non-diagonal actor is the same as those in the diagonal one.

Composing the actors into a network together with setting connections among input and output ports and locating buffers at the input ports establish a dataflow network. The network is a coordination model of the concurrent actor computation. Fig. 2 shows a network of nine actors for the $B[3 \times 3]$ matrix. Three actors are diagonal, and six actors are non-diagonal. Right output ports connect actors along rows. Bottom output ports connect actors along columns. All actors can be fired simultaneously.

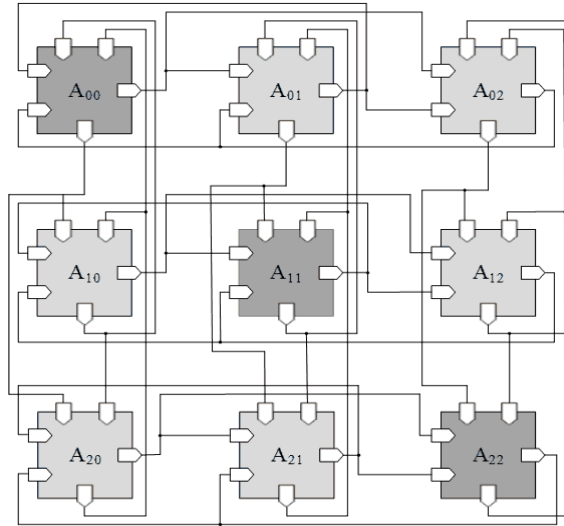


Figure 2 – CAL network of two types block actors for $B[3 \times 3]$ matrix

To implement the behavior of actors, actions and dataflow network on a multi-core system, we have developed a C/C++ based CAL language engine. Every component needed for the CAL runtime system is implemented by means of an appropriate C/C++ class of objects. As a result, a CAL network and each of its actors are instantiated via complex data structures and a set of methods in C/C++. All actors operate concurrently. One actor sends a flow of tokens to other actors through buffers and ports. Since several actors update common variables in buffers, the engine synchronizes the actor's communications and the data processing.

We have generated dataflow actor networks for various block-matrix size, M and have done experiments on randomly generated weighted complete graphs of 1200, 2400 and 3600 vertices. Experimental results shown in fig. 3 are obtained on the i7-9750h processor: 6 cores, 12 logical processors, 2.60 GHz of frequency, and 16 GB of main memory. Fig. 3 compares the speedup the multi-threaded dataflow CAL-networks implementing BFW have given against the single-thread FW implementation. On the block-matrix of 1200 graph vertices, the highest speedup of about 5 has been obtained. On 2400 graph vertices providing higher load of cores, the CAL-network has given the speedup larger than the number of cores (more than 6) on matrices $B[5 \times 5]$, $B[6 \times 6]$ and $B[7 \times 7]$. On 3600 graph vertices the speedup is even larger (about 7) on matrix $B[6 \times 6]$. On 3600 graph vertices the speedup is even larger (about 7) on matrix $B[6 \times 6]$.

Conclusion. The paper has considered the solving of all-pair shortest paths problem on large graphs by means of the dataflow computation model of the CAL actor language. The proposed CAL language engine-based actor, action and dataflow network models constitute a high-performance scalable parallel implementation of blocked shortest paths algorithms on multicore systems.

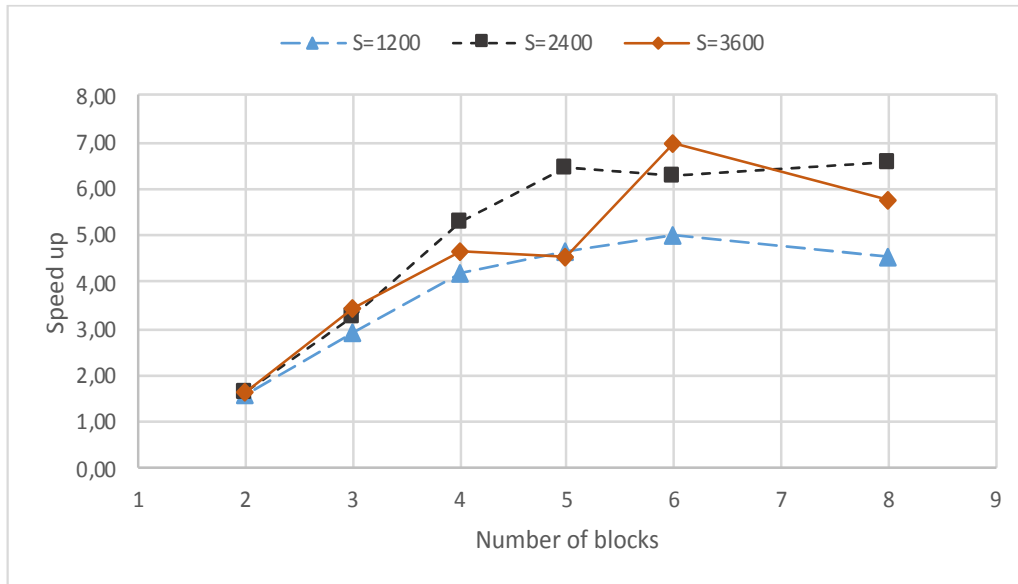


Figure 3 – Speedup (vertical axis) of multi-threaded dataflow network *BFW* against single-thread *FW* vs. *M* (horizontal axis) on graph size of 1200, 2400 and 3600 vertices on i7-9750h processor

References

1. Eker J., Janneck J. CAL language report: Specification of the CAL actor language. Dept. UCB/ERL, Univ. California, Berkeley, Berkeley, CA, USA, Tech. Rep. M03/48, Dec. 2003.
2. Mattavelli M., Amer I., Raulet M. The Reconfigurable Video Coding Standard. [Standards in a Nutshell], Signal Processing Magazine, IEEE 27 (3) (2010) 159–167 p.
3. Prihozhy A. A., Casale-Brunet S., Bezati E., Mattavelli M. Pipeline Synthesis and Optimization from Branched Feedback Dataflow Programs. Journal of Signal Processing Systems, Springer Nature, 2020, Vol. 92. – 1091–1099 p.
4. Prihozhy A. A., Casale-Brunet S., Bezati E., Mattavelli M. Efficient Dynamic Optimization Heuristics for Dataflow Pipelines. IEEE International Workshop on Signal Processing Systems, IEEE. – 337–342 p.
5. Rahman A. H. Ab., Prihozhy A. A., Mattavelli M. Pipeline synthesis and optimization of FPGA-based video processing applications with CAL. EURASIP Journal on Image and Video Processing, vol. 2011:19. – 1–28 p.
6. Prihozhy A. A., Mattavelli M., Mlynek D. Evaluation of Parallelization Potential for Efficient Multimedia Implementations: Dynamic Evaluation of Algorithm Critical Path. IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 15, No. 5. – 593–608 p.

7. Floyd R. W. Algorithm 97: Shortest path. *Communications of the ACM*, 1962, 5(6). – 345 p.
8. Madkour A, Aref W. G., Rehman F. U., Rahman M. A., Basalamah S. A. *Survey of Shortest-Path Algorithms*. – 26 p.
9. Prihozhy A. A., Mattavelli M., Mlynek D. Data dependences critical path evaluation at C/C++ system level description. *International Workshop PATMOS' 2003*, Springer, Berlin, Heidelberg. – 2003. – 569–579 p.
10. Venkataraman G., Sahni S., Mukhopadhyaya S. A. Blocked All-Pairs Shortest Paths Algorithm. *Journal of Experimental Algorithmics (JEA)*, Vol 8, 2003. – 857–874 p.
11. Park J. S., Penner M., Prasanna V. K. Optimizing graph algorithms for improved cache performance. *IEEE Trans. on Parallel and Distributed Systems*, 2004, 15(9). – 769–782 p.
12. Карасик О. Н., Прихожий А. А. Поточковый блочно-параллельный алгоритм поиска кратчайших путей на графе. *Доклады БГУИР*. – 2018. – № 2. – 77–84 с.
13. Albalawi E., Thulasiraman P., Thulasiram R. Task Level Parallelization of All Pair Shortest Path Algorithm in OpenMP 3.0. *2nd International Conference on Advances in Computer Science and Engineering (CSE 2013)*, 2013, Los Angeles, CA, July 1–2, 2013. – 109–112 p.
14. Прихожий, А. А. Разнородный блочный алгоритм поиска кратчайших путей между всеми парами вершин графа / А. А. Прихожий, О. Н. Карасик // *Системный анализ и прикладная информатика*. – № 3. – 2017. – 68–75 с.
15. Прихожий А. А., Ждановский А. М., Карасик О. Н., Маттавелли М. Эвристический генетический алгоритм оптимизации вычислительных конвейеров. *Доклады БГУИР*, 2017, № 1/ – 34–41 с.
16. Прихожий, А. А. *Распределенная и параллельная обработка данных*. – Минск: БНТУ, 2016. – 90 с.
17. Prihozhy A. A., Mlynek D., Solomennik M., Mattavelli M. *Techniques for Optimization of Net Algorithms*. PARELEC 2002 – Parallel Computing in Electrical Engineering, IEEE CS Press, 2002. – 211–216 p.

CONSTRUCTION OF A PARAMETRIC MODEL OF A ROBOT ASSEMBLY*¹Naprasnikov V., ²Mohammed A. A., ³Naprasnikova J.**¹Belorussian National Technical University, Minsk, Belarus,
n_v_v@tut.by**²Belorussian National Technical University, Minsk, Belarus,
alhamim@outlook.com**³Belgorhimprom, Minsk, Belarus,
juliana@tut.by*

Robot consists of swivel part, manipulator and metal base. Inside of the base the swivel mechanism is located along with electropneumatic valves and connecting fittings. Lateral base sides have got removable doors that prevent access to swivel mechanism (fig.1).

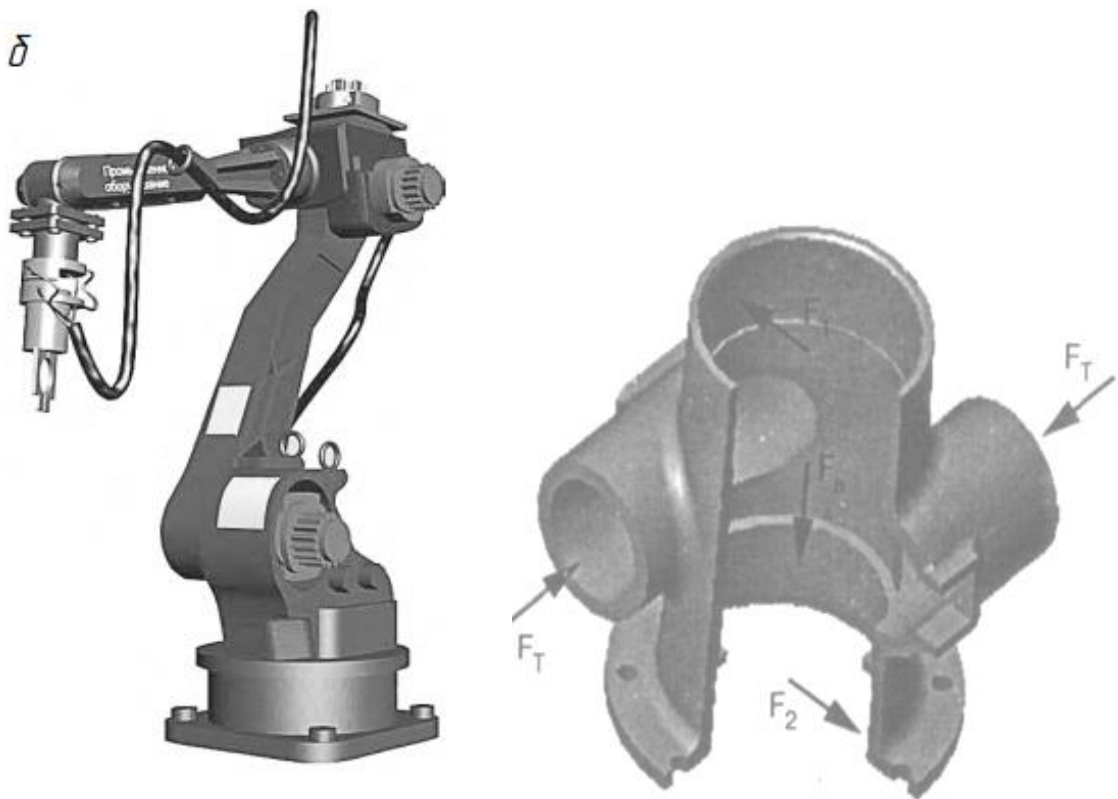


Figure 1 – Robot structure examples (left), robot's swivel mechanism and workloads (on right)

Let us first construct a parametric model of the design object. A fragment of the program in the APDL language is shown in the following figure (fig. 2).

Analysis of the results shows that (fig. 3, 4):

- the maximum displacements occur in node number 26176 and amount to $0.21576E-003$ m;
- the maximum tensile stress is $S1 = 185$ MPa;
- the maximum compressive stress is $S3 = -123$ MPa;

- the maximum von Mises stress is 189 MPa;
- the maximum shear voltage is $SXY = 35$ MPa.

```

! start coordinates
xn = 0
yn = 0
zn = 0
x = xn
y = yn
z = zn

delta = 0! just a variable
ugla = 0
Pi = acos (-1)

! flange parameters
tFlanec = 0.015! flange thickness
rvFlanec = 0.1! flange inner radius
rnFlanec = 0.16! flange outer radius

poloiOtvcr = rvFlanec + 0.666666 * (rnFlanec-rvFlanec)
delta = 360 / kolOtvFlanec

! parameters of horizontal cylinders
rvCylin = 0.05! inner radius of the cylinder
dCylin = 0.32! cylinder length
lflan = 0.175! height from the base of the flange
lMeiCylins = 0.2! distance between cylinders

! boss parameters
dOtvser = 0.2! distance from the center of the part to the bosses
tolsh = 0.02! boss thickness
lVMenStor = 0.05! length of the smaller inner side
lVBolStor = 0.09! the length of the larger inner side
lNMenStor = lVMenStor + tolsh! length of the smaller outer side
lNBolStor = lVBolStor + tolsh! the length of the larger outer side

! parameters of the cone and its inner cylindrical surfaces
hCone = 0.35! cone height
rVPod = 0.1! radius of the hole for the upper bearing

```

Figure 2 – A fragment of the program in the APDL language

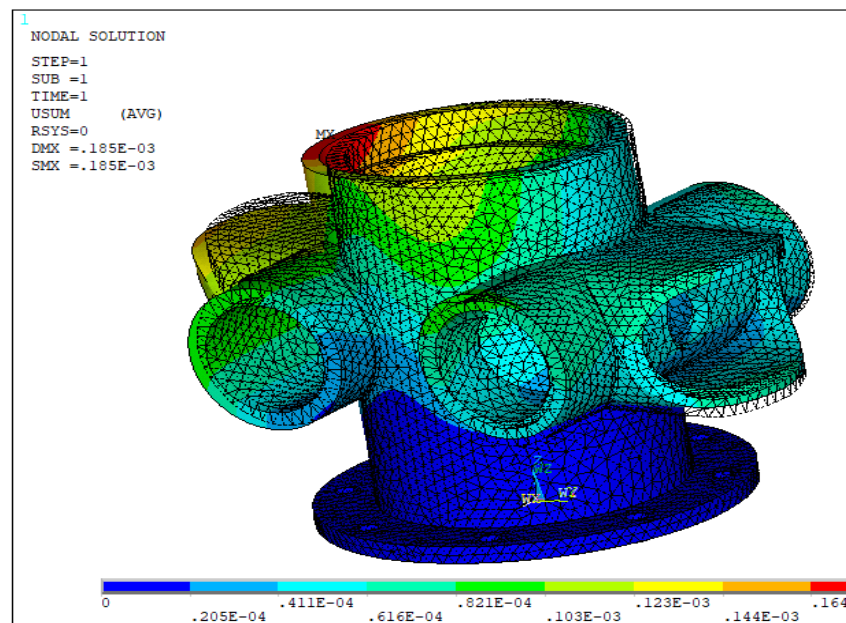


Figure 3 – Deformed and initial state after loading

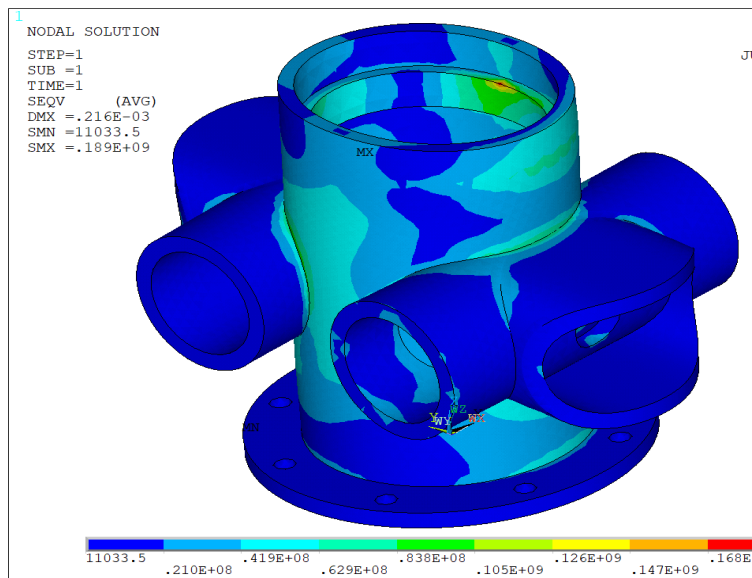


Figure 4 – Distribution of equivalent stress according to von Mises

The results of modeling the stress-strain type of the structure under working load are presented and the corresponding fragments of the model file in the APDL language are given. The possibility of performing optimization to reduce the material consumption of the product has been substantiated.

МІЖНАРОДНЫЯ ПЕРАМОВЫ Ў ІНФАРМАЦЫЙНЫМ ТАВАРЫСТВЕ

¹Акімава Л. В., ²Канавалава А. А.

¹Беларускі нацыянальны тэхнічны ўніверсітэт, Мінск, Беларусь,
akimovalv@mail.ru

²Беларускі нацыянальны тэхнічны ўніверсітэт, Мінск, Беларусь,
akonovalova1958@gmail.com

У сучасных умовах інфармацыйная рэвалюцыя змяніла агульную карціну свету і навязвае новыя прынцыпы і правілы камунікацый. Адбылося паслабленне традыцыйнага падыходу: яшчэ нядаўна мы лічылі перамовы традыцыйнай формай міжнародных камунікацый, а сёння немагчыма ўявіць працэс перамоваў без інфармацыйных тэхналогій. Сёння ў цэнтры канцэпцыі міжнародных перамоў знаходзіцца ідэя трансляцыі інфармацыі ў віртуальнае поле, у якім пад уздзеяннем інфармацыйных тэхналогій адбываецца змена форм і метадаў палітычнага супрацьборства.

Выкарыстоўваючы віртуальную прастору на міжнародных перамовах, можна імгненна перавесці новую інфармацыю ў зону актыўнага дзеяння. З гэтай прычыны партнёры па перамовах уважліва сочаць не столькі за крокамі адзін аднаго, колькі за інфармацыяй аб ходзе перамоваў, якая асвятляецца ў СМІ. Доступ да інфармацыйных рэсурсаў і новай інфармацыі становіцца найважнейшай перавагай кожнага ўдзельніка перамоўнага працэсу, і гэты патэнцыял яны могуць выкарыстоўваць у далейшым па ўласным меркаванні.

Справа ў тым, што інфармацыя як патэнцыйны рэсурс валодае шэрагам новых якасцей, якія асабліва эфектыўныя ў сферы міжнародных адносін. Інфармацыя імгненна распаўсюджваецца ў прастору і валодае магчымасцю ўсеабдымнага і адначасовага ўздзеяння, што да інфармацыйнай рэвалюцыі было практычна немагчыма. Таму вынікі дасягнутых дамоўленасцей на перагаворах імгненна могуць стаць вядомыя ўсяму свету, а інтэрпрэтацыя пагадненняў і іх палітычныя ацэнкі ў значнай ступені знаходзяцца ва ўладзе інфармацыйных тэхналогій СМІ.

Пры гэтым асаблівае роля ў інфармацыйным грамадстве адводзіцца фактару часу. Адна і тая ж інфармацыя за гадзіну да міжнародных перагавораў і праз гадзіну пасля іх завяршэння можа імкліва аб'ясцэніцца і поўнаасцю страціць сваю актуальнасць. Улік часовага фактару садзейнічаў з'яўленню сеткі спецыялізаваных палітычных фондаў і агенцтваў, якія займаюцца апытаннямі грамадскай думкі і тэхналогіямі сувязей з грамадскасцю.

Развіццё актыўных камунікацый у інфармацыйным грамадстве не прывяло да «празрыстасці» сферы міжнародных адносін. Наадварот, гэта спрыяла таму, што агульныя плыні інфармацыі становяцца некантралюемымі, праўдзівасць і карэктнасць змешчаных у іх звестак практычна нікім не правяраюцца.

Сёння перамагчы свайго апанента, не маючы доступу да традыцыйных (электронных і друкаваных) СМІ, немагчыма. Аднак найбольш эфектыўным і менш працаёмкім спосабам уплываць на розум людзей з'яўляецца сетка

Інтэрнэт. Гэты спосаб мае шэраг пераваг, галоўнымі сярод якіх з'яўляюцца лёгкасць і практычная імгненнасць апублікавання любой інфармацыі, адсутнасць прасторава-часавых межаў, магчымасць тэматычнага пошуку і хуткай сувязі для маніторынгу сітуацыі. Удзельная вага віртуальнай інфармацыйнай складніку ў міжнароднай палітыцы сёння мае ўстойлівую тэндэнцыю да ўзрастання.

Упершыню ў гісторыі чалавецтва палітычная культура фармуецца электроннымі СМІ, што ўзмацняе іх маніпулятыўныя магчымасці. У Інтэрнэце сёння могуць аказацца самыя розныя палітычныя заклікі і лозунгі, ілжывая інфармацыя аб выніках міжнародных перагавораў, паводзінах і дзеяннях палітычных лідэраў. Пытанне аб этыцы інфармацыйных тэхналогій, на жаль, пакуль яшчэ ў міжнароднай палітыцы не вырашана, таму выкарыстанне іх застаецца дастаткова непрадказальнай палітычнай гульнёй. У такіх умовах задача ўдзельнікаў перамоўнага працэсу заключаецца ўжо не столькі ў тым, каб прадбачыць чарговы крок суперніка, колькі ў тым, каб зразумець, які ўплыў гэта акажа на грамадскую думку як у сваёй краіне, так і ў краіне палітычных партнёраў. У канкурэнтнай барацьбе за сусветную грамадскую думку прапагандысцкая тэхніка і палітычная рэклама, у тым ліку і «чорны піяр», маюць больш важнае значэнне, чым рэальныя прапановы палітыкаў за сталом перамоваў. Выкарыстанне сучасных інфармацыйных тэхналогій дазваляе рэзка змяніць ход грамадскай дыскусіі, змяніць кірунак абмеркавання непажаданай тэмы, сказаць рэальную рэчаіснасць і нават прывіць цынічнае стаўленне да асобных аспектаў міжнароднай палітыкі і канкрэтных палітычных лідэраў. Усё гэта павінны ўвесь час ўлічваць і адсочваць ініцыятары і непасрэдныя ўдзельнікі міжнародных перамоваў.

У імкліва які глабалізуецца свеце за сталом перамоў усё часцей аказваюцца людзі самых розных цывілізацый і культур, для якіх характэрны часта супрацьлеглыя сістэмы каштоўнасцяў, што аказвае істотнае ўздзеянне на ўзровень міжнароднай камунікацыі. Таму інтэрпрэтацыя нацыянальных характараў і нацыянальных стыляў удзельнікаў перагаворнага працэсу з'яўляецца неабходнай умовай іх паспяховага правядзення.

У сучаснай навуковай літаратуры звычайна казаць пра заходнюю і ўсходнюю культуру міжнародных перамоў. Напрыклад, уплыў рэлігійных і культурных адносін на працэс перамоў на Усходзе асабліва прыкметны ў Японіі, Кітаі і мусульманскіх краінах. Рэлігійныя традыцыі асабліва строга назіраюцца ўдзельнікамі перамоваў з арабскіх краін, што ў значнай ступені звязана з цяжарам іх рэлігійных канонаў і культуры. Яны вельмі адчувальныя да пытанняў, звязаных з нацыянальнай незалежнасцю і поўныя нацыянальнага гонару.

Такім чынам, японцы, прытрымліваючыся этыкі і традыцый сваёй культуры, паспрабуюць пазбягаць канфліктных сітуацый у перамовах. Таму ў адказ на прапановы, зробленыя з іх, немагчыма пачуць яснае «не». Нават калі абмяркоўваецца версія пагаднення, відавочна, недапушчальная для іх, іх адказ: «Я зраблю ўсё ад сваёй сілы» – у вуснах японскага палітыка гэта будзе азначаць, што не адпавядае, але ветлівая адмова.

Заходнееўрапейскія і амерыканскія дыпламаты незвычайныя для высокай ступені прыхільнасці да рэлігіі, маральных ці этычных прынцыпаў. Назіраючы

за перамоўным этыкетам, яны актыўна імкнуцца наперад, аддаюць перавагу не затрымаць перамовы, абмяркоўваючы нязначныя тэмы і спрабуюць неадкладна перайсці да сутнасці гэтага пытання. Заходняя культура мыслення, заснаваная на прынцыпах фармальнай логікі, у першую чаргу звяртаецца да рацыянальнасці працэсу перамоў, каб дасягнуць канкрэтнага, папярэдне прадуманага, як мага хутчэй. Менавіта таму для заходняй культуры перамоў яснасць фармулёўкаў і прапаноў, вернасць гэтаму слова, паслядоўнае выкананне дасягнутых пагадненняў мае прынцыповае значэнне.

Усходняя культура перамоў значна менш афіцыйная, арыентаваная на стварэнне асабістых кантактаў і міжасобасных адносін ацэньваецца значна вышэй, чым у асобных пагадненнях. Акрамя таго, рытуал, пэўная рэгуляваная цырымонія, надзеленая амаль сакральным сэнсам і не заўсёды лагічна тлумачыць, вельмі важны для ўсходняй культуры перамоў.

Па ступені свабоды і незалежнасці паводзін удзельнікаў заходняя культура дае перамоўшчыкам значна больш магчымасцей, чым традыцыі ўсходніх краін, дзе адносіны індывідуалізму не вітаюцца. Усходняя культура перамоў адрозніваецца духам калектывізму, таму ўдзельнікі працэсу перамоваў аддаюць перавагу прапанульствам, перш чым прымаць якое-небудзь рашэнне.

Літаратура

1. Васіленка, І. А. Міжнародныя перамовы: Падручнік для магістрантаў // І. А. Васіленка. – 2-я рэд. – Масква: Выдавецтва Juraite, 2015. – 485 с.
2. Данілаў, С. В. Бізнес-перамовы як асноўная форма дзелавой камунікацыі // Матэрыялы 1-й Міжнароднай навуковай канферэнцыі, 10–14 чэрвеня 2016 г. Масква: Vuki-Vedi, 2016. – 112–115 с.
3. Камунікацыі ў сучасным свеце // Матэрыялы ўсёйрасійскай навуковай і практычнай канферэнцыі «Праблемы масавай камунікацыі». 11–15 мая 2017 г. – Універсітэт штата Варанеж, 2017. Пад агульнай рэдакцыяй прафесара. М. М. Тулупова. – 64–68 с.

АДАПТИВНАЯ МОДЕЛЬ АНТРОПОМОРФНОГО ЗАХВАТНОГО УСТРОЙСТВА

¹Кораблев В. И., ²Пузанов А. В., ³Пузанова К. А.

¹Ковровская государственная технологическая академия им. В. А. Дегтярева, Ковров, Россия, vova.korablev.2002@mail.ru

²Ковровская государственная технологическая академия им. В. А. Дегтярева, Ковров, Россия, puzanov@dksta.ru

³Школа № 444, Москва, Россия, puzanova_2017_ksu@mail.ru

Новая концепция производства в идеологии 4-й промышленной революции характеризуются в числе прочего повсеместным применением моделирования и симуляторов, киберфизических и робототехнических систем. Основное предназначение робототехнических систем заключается в автоматизации рутинных работ в обычных производственных условиях, а также для устранения аварий природного или техногенного характера [1]. Для реализации данных функций робототехнические системы оснащаются манипуляторами для выполнения функций захвата и перемещения различных объектов.

Захват и удержание объектов с различной шероховатостью поверхности, коэффициентом и типом трения при проскальзывании (сухое, вязкое, смешанное), а также с различными упругими или хрупкими свойствами предметов реализуются захватными устройствами различной конструкции с электро- или гидроприводами и системами осязания [2]. Идентификация и захват объекта с не идентифицированными свойствами без его повреждения – сложная научно-техническая задача, поэтому в этой операции функции распознавания и контроль выполнения остаются за человеком-оператором. При этом дистанционное управление захватным устройством манипулятора посредством оператора наиболее интуитивно и точно возможно используя антропоморфные конструкции: оператор надевает перчатки, или костюм (экзоскелет), датчики считывают его движения, а манипулятор их повторяет.

Идея антропоморфности – т. е. повторения функционального устройства человеческого тела – предполагает, что такие аппараты смогут быть универсальными. Они не потребуют адаптации под себя рабочей среды и инструментов [3].

Поскольку выполняемые манипулятором задачи могут быть очень разноплановыми и разномасштабными: от сборки или ремонта микротехники до разбора завалов крупного строительного или природного мусора, то и само захватное устройство должно быть адаптивным к выполнению задач.

Решение подобных проблем позволяют современные технологии разработки адаптивных параметрических 3D моделей. Данная технология подразумевает создание одной базовой геометрической модели и ее перестроение при изменении как отдельных размеров (длины пальца или толщины фаланги), так и всей конструкции пропорционально. Т. е. одна модель может быть использована для разработки и оснащения миниатюрных или крупномасштабных манипуляторов.

Конструктивная особенность нашего захватного устройства позволят реализовать различные алгоритмы процесса захвата и перемещения предмета, а также изменения контактного усилия в зависимости от угла поворота кисти манипулятора [4].

На рис. 1 представлена CAD модель антропоморфного захватного устройства, выполненная в программном комплексе Inventor.

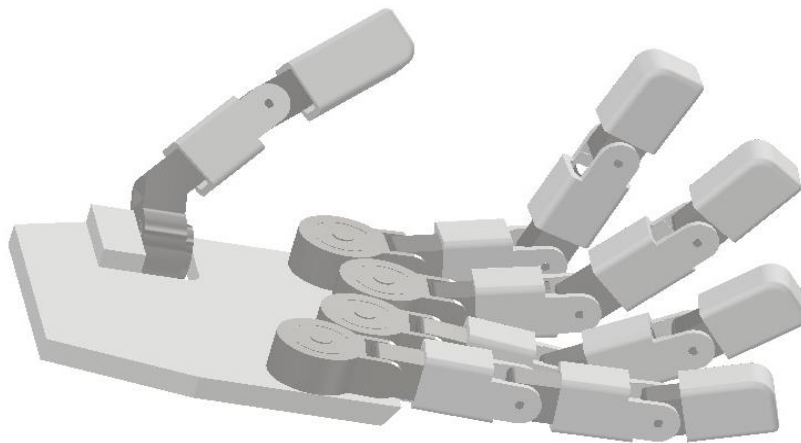


Рисунок 1 – CAD модель антропоморфного захватного устройства (верхняя крышка ладони не показана)

Благодаря функциональной особенности этой программы, любой размер в модели может быть изменен. В этом случае вся модель захвата масштабируется с новыми значениями размеров (рис. 2). Конструктивные связи и зависимости при этом сохраняются.

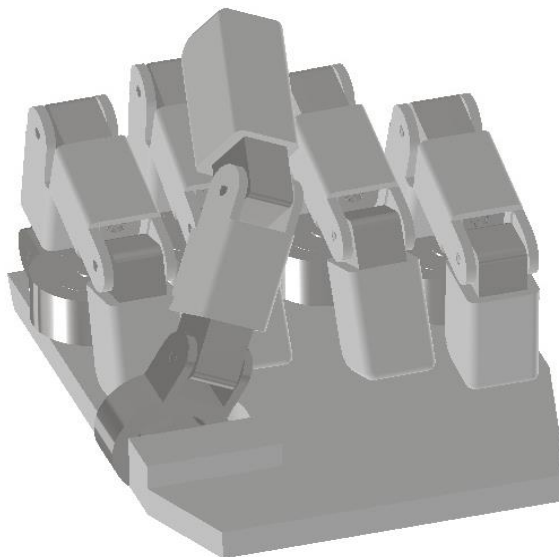


Рисунок 2 – CAD модель антропоморфного захватного устройства с измененными размерами фаланги в положении максимального захвата

Кроме обычного применения данной модели для исследований, разработки и производства разномасштабных манипуляторов, наша модель может быть ис-

пользована в виртуальных тренажерах, как для выполнения вышеописанных технологических задач, так и для отработки навыков взаимодействия с опасными предметами. Например, для обучения разминированию.

В данном случае, используются методы и инструменты VR или AR.

VR (virtual reality – виртуальная реальность) – сгенерированное техническими средствами представление мира, который человек ощущает посредством различных чувств. В качестве систем очувствления для VR используются очки, перчатки с сенсорами и т. п.

AR (augmented reality – расширенная или дополненная реальность) – технология добавления компьютерных элементов поверх изображения реального мира через аналогичные VR инструменты. AR может, как дополнять, так и убирать или изменять представление элементов реального мира.

При помощи данных инструментов, с использованием средств обратной связи, человек сможет почувствовать себя на месте работы манипулятора, управлять им без применения специальных экзоскелетов и им подобным средств управления. Все это максимально приблизит ощущения оператора от работы удаленного манипулятора к собственным ощущениям. Кроме этого, подобная технология позволит обучающемуся получить реальный опыт работы с тем или иным опасным оборудованием без риска получения травм.

Применение разработанной нами адаптивной модели антропоморфного захватного устройства в виртуальных тренажерах в VR или AR режиме позволит ускорить обучение сотрудника, поднастроить геометрия захвата или режим его работы для выполнения конкретной операции ли под конкретного оператора и многое другое.

Литература

1. Робототехнические комплексы (РТК): основные модели, описание и ТТХ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/robototekhnicheskie-kompleksyi-mchs-osnovnyie-modeli-opisanie-i-tth>. – Дата доступа: 11.11.2021.

2. Kulakov, B. Gradient identification method of the model parameters for electrohydraulic servo drive of FESTO learning system. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 963 012025

3. Антропоморфные роботы и что с ними не так [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kosmolenta.com/index.php/1465-2019-09-01-fedya>. – Дата доступа: 20.04.2022.

4. Semenov S., Ryabinin M. Method for increasing the damping of an electrohydraulic drive system of anthropomorphic walking robots. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 963 012030.

СОЗДАНИЕ 3D-ВИЗУАЛИЗАЦИИ УПАКОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CGI

Кот А. Н., Садовская А. В.

*Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,
Sadovskaya@bntu.by*

CGI (computer-generated imagery, или «изображения, сгенерированные компьютером») создает неподвижный или анимированный визуальный контент с помощью компьютерной графики. В традиционной фотографии пленка или цифровая камера захватывают изображение, тогда как компьютерные изображения создаются с помощью компьютерного программного обеспечения. CGI как правило относится к трехмерной компьютерной графике и называется еще 3D-визуализацией или 3D-рендерингом [1].

CGI применяется практически во всех сферах деятельности, поскольку с ее помощью можно привлечь внимание аудитории. Перспективным является применение CGI в рекламе, например, в рекламных роликах на телевидении, в интернете, на билбордах и фасадах зданий, полиграфии (буклетах, промо-материалах).

CGI-фотография – это процесс создания гиперреалистичных компьютерных изображений с целью продажи или рекламы розничного продукта. Многие компании предпочитают использовать CGI-фотографию в качестве своего секретного оружия для создания потрясающих визуальных эффектов и иллюстраций для демонстрации своей продукции.

По сравнению с традиционной съёмкой CGI имеет множество преимуществ: экономия времени, средств, создание изображения с любым разрешением с целью продвижения продукции и привлечения аудитории.

При наличии нескольких цветовых решений или вариаций формы товара, цифровой рендеринг цвета, текстуры или формы будет намного быстрее, чем ожидание физической сборки данного товара. Также, в отличие от традиционной фотографии, нет необходимости ждать хороших условий для осуществления съемки. Создание компьютерного изображения какой-либо продукции позволяет увидеть компьютерную модель товара еще до его производства и соответственно может быть использовано в рекламе данного товара и его продвижении в социальных сетях и других площадках. Качество изображений, создаваемых CGI, можно легко контролировать, что очень важно для размещения изображения на больших форматах [2].

CGI снижает затраты, устраняя необходимость в дополнительных расходах, таких как наем съемочных групп, передвижение и постановка сцены. Используя компьютерную графику, можно получить желаемый фон, освещение и создать нужное настроение в сцене, и все это без затрат в реальности. При этом появляются безграничные возможности для создания изображения. Компьютерная графика позволяет использовать различные ракурсы и места, которые сложно реализовать в натурном расположении.

При создании изображения компьютером нет необходимости следить за погодой, светом. В случае правок, 3D модель можно без проблем изменить и постепенно добиться нужного результата, также нет необходимости ретушировать отпечатки пальцев, пыль, переэкспонированные блики и другие распространенные проблемы с фотографией. Если 3D модель товара создается полностью, есть возможность менять ракурсы для конечного изображения и использовать 3D обзор в рекламе товара, т. е мы получаем обзор продукта на 360 градусов.

Стоит также отметить, что в период коронавирусной инфекции, когда ограничены социальные контакты, ограничено перемещение людей, создание реалистичных изображений с применением компьютерной графики является безопасным решением и не ограничивает возможности по созданию и воплощению самых необычных идей.

Объектом исследования в данной работе является CGI технология. Предмет исследования – процесс визуализации с помощью CGI технологии модели продукта, на примере ароматической свечи, в двух типах упаковок: стеклянной и корковой (рис. 1). Работа выполнялась в 3D редакторе blender.

Процесс визуализации модели состоит из следующих этапов:

1. Моделирование – создание формы предмета при помощи полигональных сеток.
2. Текстурирование – создание реалистичной поверхности объекта при помощи текстур и материалов.
3. Свет – настройка освещения для финального изображения.

Для создания рекламного видеоролика добавляются еще два этапа: риггинг (добавление скелета объекту при необходимости его анимирования) и композитинг (соединение слоев для финального видео).



а



б

Рисунок 1 – Изображение ароматической свечи:
а – в стеклянной упаковке; б – в корковой упаковке

Далее каждый этап рассмотрен подробнее:

1. Моделирование. Каждый объект был создан изменением геометрии простых фигур с помощью разных инструментов. Цилиндр, при помощи инструментов выдавливания – *extrude*, создания фасок – *bevel* и сглаживания объекта – *smooth*, приобретает форму стакана и подсвечника в работе. Этикетка создавалась на основе формы стакана. Создаются новые грани, выделение граней и дублирование. Материал свечи – воск, был создан при помощи инструмента *boolean*, который может выполнять три операции: объединение, разность и пересечение. При использовании операции разности, объект формы подсвечника вычитает объект, который с ним пересекается. В итоге получается форма, которая идеально вписывается в стакан. Для создания формы деревянного фитиля достаточно взять куб и масштабировать его по двум осям. Форма камней создавалась с использованием диаграммы Вороного для разбиения плоскости на фрагменты. Для схожести с фактурой камня была использована *displacement map* – карта смещения. Для создания формы воды был применен инструмент *subdivision surface*, который подразделяет объекты на большее количество граней и карту смещения.

2. Текстурирование. С помощью настройки отдельных параметров материала можно получать желаемый результат. Так, для создания материала воды достаточно изменить два параметра: *roughness* – шероховатость поверхности и *transmission* – преломление света. Стекло также можно получить путем изменения двух параметров материала: показателя преломления света и параметра шероховатости. Для воска достаточно изменить цвет объекта и задать нужную шероховатость.

Также получить нужный материал можно с помощью наложения текстур. Существует 4 вида текстур: *diffuse map* – распределение цвета рассеянного света; *roughness map* – количество отраженного света от объекта; *normal map* – распределение нормалей (перпендикуляров) к поверхности; *displacement map* – карты смещения.

Таким образом, *diffuse map* создает базовый цвет и текстуру, *roughness map* – шероховатость объекта, *normal map* – иллюзию объема, а *displacement map* – сам объем объекта.

Следовательно, накладывая текстуры камня на объект, было получено реалистичное изображение камня в сцене. Этикетка создавалась аналогичным образом.

3. Работа с освещением. В данной работе была использована *hdrI*-карта, которая представляет собой панорамную фотографию хорошего качества. Использование *hdrI*-карт позволяет создать нужную яркость в сцене, реалистичные тени и блики.

Таким образом, в статье поэтапно разобран процесс создания реалистичного изображения (фотографии) объекта (свечи в разных видах упаковках) с применением CGI без разработки и последующего фотографирования реального объекта. Применение 3D визуализации с использованием CGI технологии для обучения студентов по специальности «Упаковочное производство» представляет широкие возможности и позволяет воплощать их идеи, продукты и окружающую среду в жизнь, создавать впечатление фотографии реально созданного товара.

Литература

1. Computer-generated imagery – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://star-wiki.ru/wiki/Computer-generated_imagery. – Дата доступа: 17.04.2022.
2. The importance of cgi photo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.splento.com/blog/photography/the-importance-of-cgi-photo>. – Дата доступа: 17.04.2022.

СИНТЕЗ ПОЗИЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ РОБОТОМ

¹Крупская М. А., ²Стасевич Н. А.

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь
stasevich@bsuir.by,

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь
krupskaya@bsuir.by

Транспортный робот предназначен для загрузки и разгрузки части оборудования на участках роботизированного комплекса гальванизации. Конструктивно робот выполнен в виде тележки, перемещающейся по монорельсу с двутавровым профилем. На тележке установлен механизм подъема с захватным устройством. Робот в соответствии с заданной программой захватывает в определенных позициях кассету и перемещает ее в другие позиции.

Система управления построена по иерархическому принципу. Самый старший по рангу третий уровень обеспечивает управление заданной последовательностью операций по перевозке кассеты с деталями, скоординированное с работой обслуживаемого оборудования. Программа управления этого ранга представляет собой последовательность векторов, каждый из которых характеризуется численным значением протяженности и направлением перемещения робота по монорельсу. Последовательность векторов хранится в памяти системы.

Второй по рангу уровень управления принимает поступившее по запросу задание и формирует соответствующую последовательность задающих воздействий в виде ступенчатых функций (команд) для исполнительных систем первого ранга, в число которых входят позиционные системы управления горизонтальным движением тележки [1].

На рис. 1 показана структурная схема позиционной системы управления горизонтальным перемещением транспортного робота в требуемую позицию, которая автоматически задается на входе системы при каждом новом требуемом движении.

Неизменяемая часть системы включает в себя асинхронный двухфазный двигатель, редуктор, силовой преобразователь между источником питания и двигателем, регулятор тока и датчики тока, скорости и перемещения.

При описании динамических свойств неизменяемой части системы пренебрегают инерционностью электромагнитных переходных процессов из-за их быстротечности. В этом случае передаточную функцию неизменяемой части описывают передаточной функцией

$$W(s) = \frac{K}{s(T_M s + 1)},$$

где K – общий коэффициент передачи двигательной установки;
 T_M – электромеханическая постоянная времени.

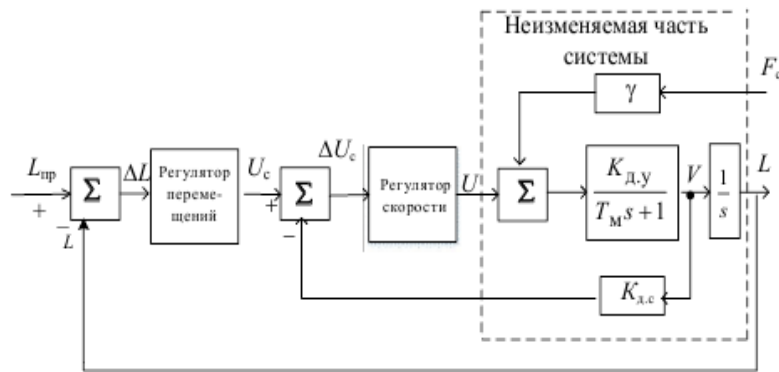


Рисунок 1 – Структурная схема с горизонтальным перемещением транспортного робота

Цикл перемещения робота от позиции к позиции описывается взвешенным орграфом, показанным на рис. 2. Вершинам графа соответствуют позиции, а числа, приписываемые дугам – времени перехода в секундах с учетом времени на захват и подъем. Расстояние между точками – 0,75 метра.

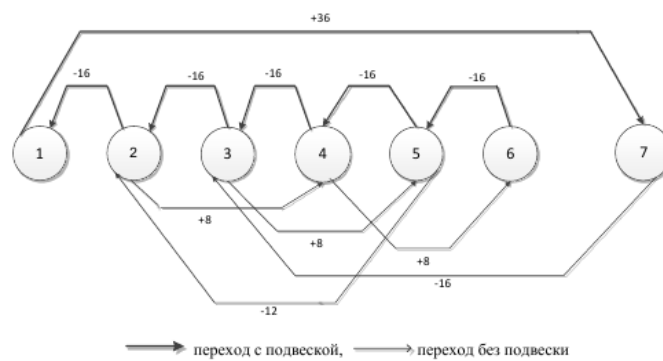


Рисунок 2 – Взвешенный орграф переходов транспортного робота

Гистограмма цикла работы транспортного робота, полученная на основании графа, представлена на рис. 3.

Высота столбцов – расстояние, преодолеваемое роботом для достижения нужной позиции. Цифры – номера позиций.

Расчет расстояния производится по формуле:

$$l = L \cdot |N_i - N_j|,$$

где N_i – номер позиции, в которой находится робот;

N_j – номер позиции, в которой перемещается робот;

$i, j = \overline{1, 7}, i \neq j$.

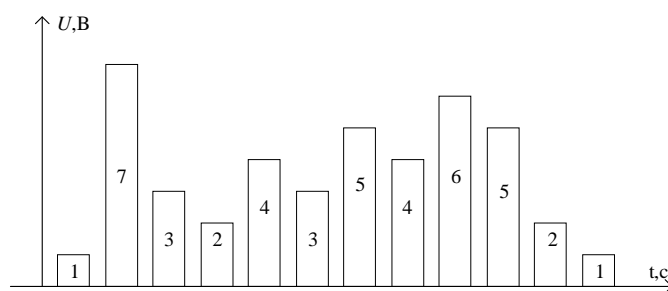


Рисунок 3 – Цикл работы

В табл. 1 приведены рассчитанные расстояния до каждой позиции.

Таблица 1

Переход между позициями	$l, м$	Переход между позициями	$l, м$	Переход между позициями	$l, м$
1→7	4,5	4→3	1,5	6→5	3
7→3	1,5	3→5	3	5→2	0,75
3→2	0,75	5→4	2,25	2→1	0
2→4	2,25	4→6	3,75		

Сигнал управления, представлен в виде (рис. 4).

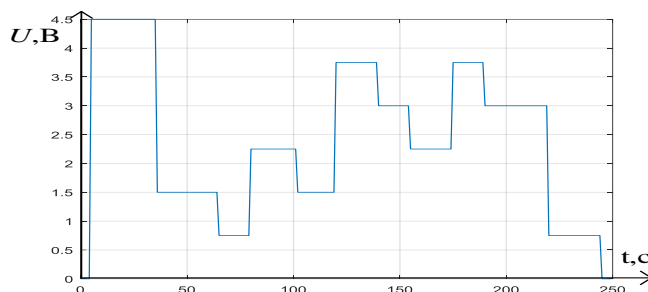


Рисунок 4 – Сигнал управления

Для ограничения тока якоря, а, следовательно, и ускорения инерционной нагрузки используется регулятор тока. С учетом того, что постоянная времени контура тока очень мала по сравнению с контурами скорости и ускорения, передаточная функция регулятора тока представляет собой усилитель с коэффициентом $K_{кт}$.

В качестве регулятора скорости используется ПИ-регулятор, параметры которого выбираются таким образом, чтобы переходной процесс в контуре тока был апериодическим и как можно быстрее достигал требуемого значения скорости.

Всю инерционность объекта исправляют регуляторы скорости и тока. Следовательно, для коррекции сигнала контуром положения применяются П-регулятор.

Параметры для моделирования:

$K_{\partial y} = 0,03 \text{ (В} \cdot \text{с)/рад}$, $T_M = 0,18 \text{ с}$, $a_m = 0,5 \text{ с}$, $V_m = 0,5 \text{ рад/с}$
 Схема модели представлена на рис. 5.

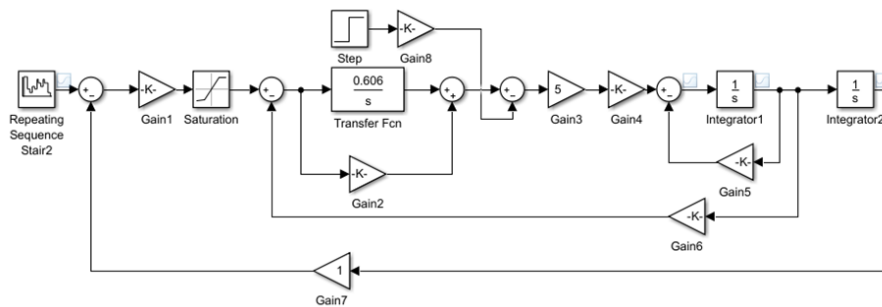


Рисунок 5 – Схема модели

Результаты моделирования представлены на рис. 6.

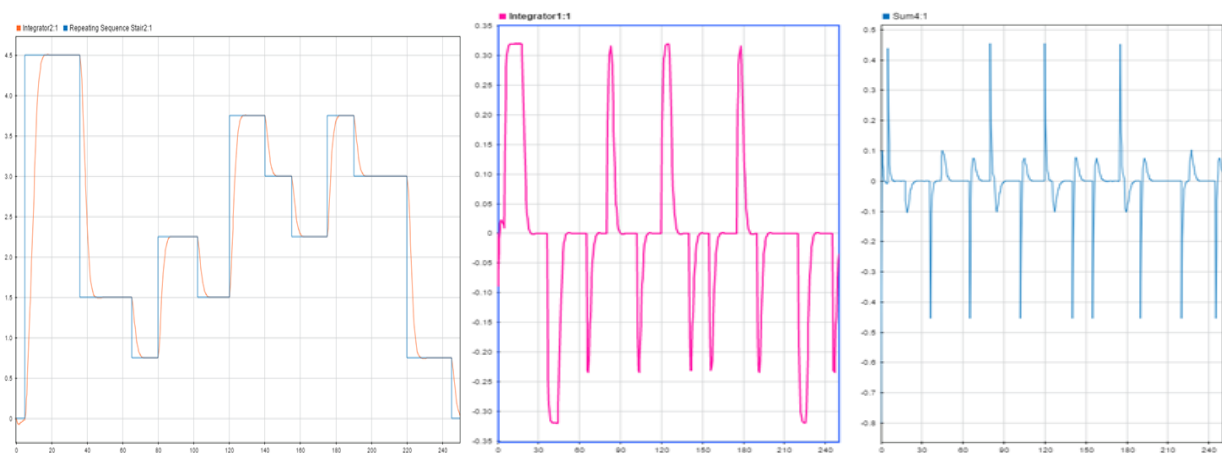


Рисунок 6 – Результаты моделирования

По результатам моделирования можно заметить, что система хорошо реагирует на смену задающих воздействий. Максимальные значения скорости и ускорения входят в допустимые значения.

Литература

1. Доманов, А. Т. Теория автоматического управления: учеб.-метод. пособие/ А. Т. Доманов, Е.В. Тарасюк. – Минск: БГУИР, 2019. – 68 с.
2. Батенко, А. П. Системы терминального управления. – М: Радио и связь, – 1984.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ LEGO ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

¹Лаврёнов А. Н., ²Хитрушко В. В.

¹Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка, Минск, Беларусь, 2014to2015@mail.ru

²Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка, Минск, Беларусь, v.khitrushko@mail.ru

В настоящее время исследованию возможностей роботов уделяется большое внимание. Робототехника стала одним из ведущих направлений в науке и технике. Постоянно слышна информация об их новых вариантах использования в различных областях, в частности, сейчас на слуху робот в роли военного, повара, шофера или уборщика. В связи с этим актуальность исследований в области робототехники и смежных с ней науками велика. Поэтому учреждения образования также стараются не отставать от данного тренда и закупают разные робототехнические наборы, в частности, для школ и гимназий это часто конструкторы LEGO. Среди них самые популярными являются наборы LEGO Education WeDo и LEGO MINDSTORMS Education EV3. Внеурочная деятельность по моделированию, конструированию и робототехнике по многим школьным предметам позволяют реализовывать интересные учебно-исследовательские проекты.

Предметной областью данного исследования является раздел физики, который исследует закономерности механического движения, а также предпосылки, инициирующие, либо меняющие данное движение, т. е. механика. Рассматривается использование робототехники при изучении темы «Движение тела, брошенного под углом к горизонту».

На текущий момент тему «Движение тела, брошенного под углом к горизонту» содержит учебное пособие по физике для 9 класса учреждений общего среднего образования (Л. А. Исаченкова, А. А. Сокольский, Е. В. Захаревич) [1, с. 104], где данный материал входит в раздел «Основы динамики». В параграфе № 22 описывается соответствующий тематический опыт на установке, показанной на рис. 1.

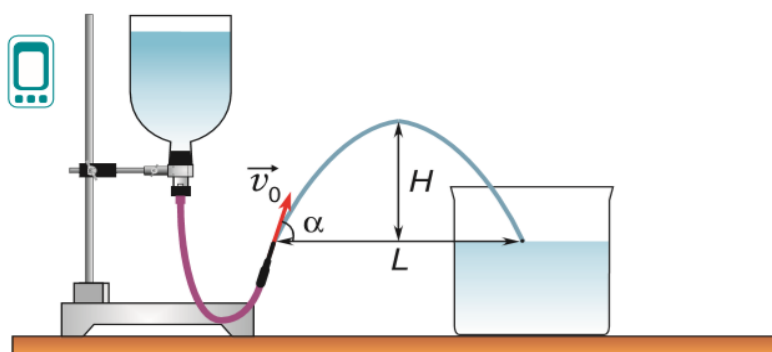


Рисунок 1 – Опыт на установке

Представлен открытый сосуд с подкрашенной водой. Струя образуется с помощью гибкого шланга, снабженного наконечником. Для определения формы траектории каплей форму струи можно сравнивать с кривыми, заранее нарисованными на листе картона. На опыте выясняется ответ на вопрос – как начальная скорость каплей влияет на максимальную высоту H и дальность L их полета? Не изменяя угла вылета каплей α , увеличивают их начальную скорость, поднимая выше сосуд с водой. Высота H и дальность полета L также будут увеличиваться. Затем, не изменяя модуль начальной скорости, увеличивают угол α вылета каплей от 0° до 90° . Сравнение формы струи с кривыми, нарисованными на картоне, указывает на сходство траекторий каплей с параболами.

Таким образом, опыт показывает, что высота и дальность полета, а также дальность траектории тела, брошенного под углом к горизонту, зависят от угла бросания и от начальной скорости.

В российском учебном пособии по физике 10 класса (Генденштейн Л. Э) [2, с. 78], которое предназначено для изучения физики на базовом и углубленном уровнях, тема «Движение тела, брошенного под углом к горизонту» подразумевает собой повторение, систематизацию и углубление полученных ранее знаний. Изучение начинается практически с самого начала, но уже на качественно новом уровне.

Первым из разделов стоит механика. Механика включает в себя раздел кинематики, где рассматривается параграф «Движение тела, брошенного горизонтально и под углом к горизонту», который разделён на два пункта:

1. Движение тела, брошенного горизонтально.
2. Движение тела, брошенного под углом к горизонту.

Автор учебника не объясняет подробно выведенные формулы, а предлагает учащимся самим обосновать, как получилось уравнение траектории тела, брошенного под углом к горизонту, давая небольшие подсказки учащимся.

Краткий вышеприведенный обзор литературы по данной теме позволяет сделать выводы о том, что тема «Движение тела, брошенного под углом к горизонту» в настоящее время имеет большое практическое значение, например:

- в спорте: для вратаря, выбивающего мяч от ворот, при метании гранаты, в прыжках в высоту, длину и с трамплина;
- для пожарного, направляющего струю воды на крышу дома;
- для военных: при запуске баллистических ракет, мин, снарядов, пуль.

Данный факт приводит к идее использования робототехнических моделей при изучении, а также решении задач по данной теме на уроках физики. Главными целями при этом являются представление материала в более наглядной форме и актуализация школьных знаний по основному предмету. Использование данной модели поможет наглядно продемонстрировать зависимость дальности полёта от начального угла, под которым был совершён выстрел.

Одним из важных аспектов, на котором хотелось бы заострить внимание является процесс конструирования, сборки и программирования модели учеником. Если учащемуся предоставить уже готовую модель, то он лишается важной обучающей части – подготовки эксперимента. Поэтому, прежде чем приступить

к решению конкретных задач с использованием робота, учащемуся необходимо заранее собрать модель «робота-пушки», с помощью которого будет совершаться выстрел. На данном этапе возможен разный уровень сложности выполнения заданий, который зависит от степени подготовленности и осведомлённости учащихся в области робототехники. Учащиеся могут самостоятельно конструировать и программировать модель, либо с предоставлением пошаговой инструкции по созданию описываемой модели, фрагмент которой показан на рис. 2.

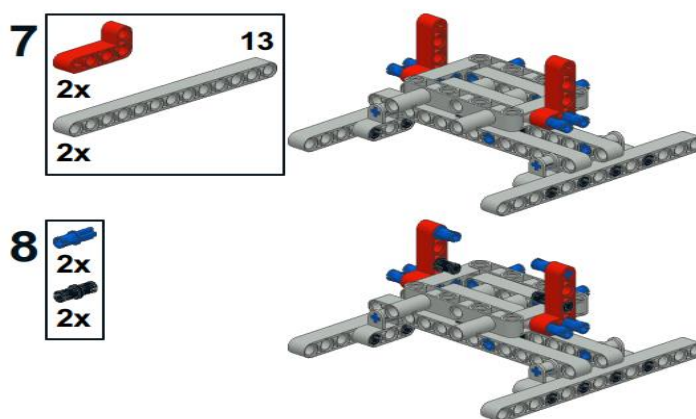


Рисунок 2 – Фрагмент инструкции по сборке «робота-пушки»

Таким образом, имея образовательный набор LEGO Mindstorms EV3 и, например, шарики для пинг-понга, вполне можно собрать пушку, стреляющую шариками. Её наглядный вид дан на ниже представленном рис. 3.

На начальном этапе изучения темы «Движение тела, брошенного под углом к горизонту», можно построить формальную модель решения задачи «Попадание в площадку тела, брошенного под углом к горизонту». Так, в ходе тренировок теннисистов применяются автоматы по бросанию мячика в конкретное место площадки. Необходимо установить автомату нужную скорость и угол бросания мячика с целью попадания в площадку определенной длины и находящуюся на известном расстоянии.

Методом подбора параметра, т. е. поворотом робота на различный угол, можно определить значение угла бросания, которое обеспечит попадание мячика в условную «теннисную площадку». Таким образом, учащимся необходимо будет совершить несколько выстрелов, задавая различные значения угла бросания и приводя в действие спусковой механизм. Практически установлено, что при одном и том же заданном количестве градусов шарики могут приземляться с разбросом около 4 см, что в данном опыте не является существенной погрешностью.

Таким образом, при решении задач по обсуждаемой теме с использованием данного роботизированного устройства, происходит экономия времени, и как следствие, появляется возможность решить большее количество задач на уроке. Кроме того, каждый учащийся сможет произвести выстрел. Все данные можно занести в одну общую таблицу, демонстрируя тем самым при значении какого угла бросания достигается наибольшая и наименьшая дальности полёта [3]. Часть полученных результатов приведена в табл. 1.

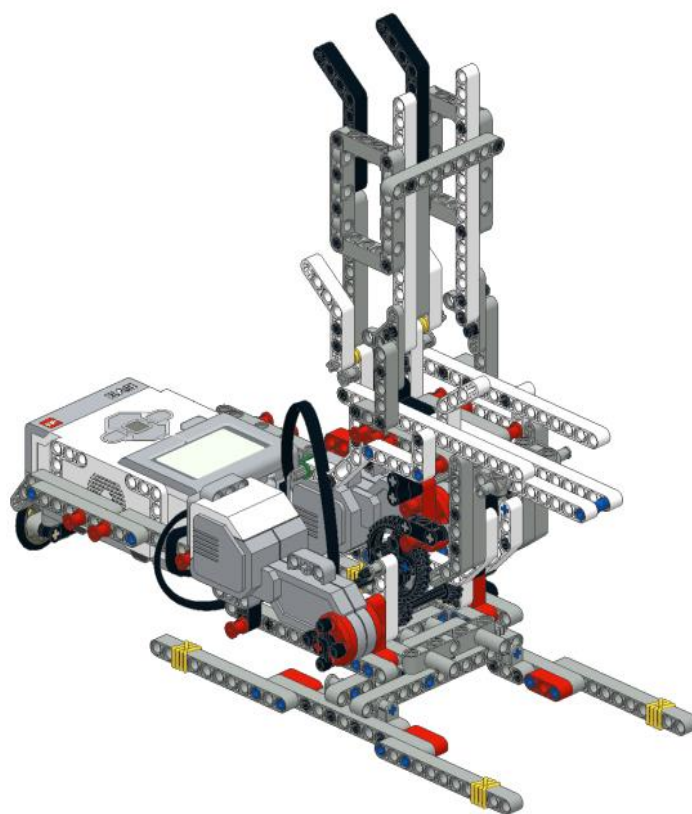


Рисунок 3 – Модель «робота-пушки»

Таблица 1 – Пример фрагмента таблицы с результатами эксперимента

№ опыта / угол	15°	30°	45°
1	34	131	148
2	31	128	147
3	30	133	144

Таким образом, можно констатировать, что практической важностью этой работы является возможность автоматизировать расчеты физических величин движения тела, брошенного под углом к горизонту, и получить, как результат этого, экономию времени преподавателей и учащихся при решении задачи. Другим следствием работы имеем тот факт, что использование наглядных моделей различных физических процессов и явлений способствует эффективности обучения учеников предмету физики.

Литература

1. Исаченкова, Л. А. Физика 9 класс: учебное пособие для 9 класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения / Л. А. Исаченкова, А. А. Сокольский, Е. В. Захаревич. – Минск: Министерство образования РБ, 2019. – 104 с.

2. Генденштейн, Л. Э. Физика 10 класс ч. 1: учебное пособие для учащихся общеобразовательных организаций (базовый и углубленный уровни) / Л. Э. Генденштейн, Ю. И. Дик, В. А. Орлова. – Москва: Мнемозина, 2014. –78 с.

3. Старт в науке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://school-science.ru/5/4/34764>. – Дата доступа: 05.05.2022.

О ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ В ПАКЕТАХ SOLIDWORKS, JMATPRO

Мельниченко В. В.

*Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,
vicapas777@gmail.com*

Решение инженерных задач в большинстве случаев кажется тривиальной ситуацией, так как вычислительная техника нашла эффективное применение при проведении трудоемких расчетов. Но при решении задач на компьютере основная роль все-таки принадлежит человеку. Роль человека заключается в том, что он предположительно должен знать, что получится. Компьютер, как мельница, перемалывает информацию по определенному алгоритму.

Достаточно большое количество инженерных задач с определенной степенью точности решено в широко используемом пакете инженерного 3D моделирования SolidWorks. Подробное описание работы с SolidWorks можно найти прекрасных пособиях по этому пакету [1]. Данное пособие содержит, как приложение и DVD-диск модельные примеры с результатами расчетов с применением специальных приложений: а именно, расчеты прочности и устойчивости конструкций в SolidWorks Simulation, задачи гидродинамики и теплопередачи в SolidWorks Flow Simulation, задачи кинематики и динамики в SolidWorks Motion.

Учитывая технологию обучения в Университете 4.0 в обществе Industry 4.0 и необходимость реального владения инженерными пакетами следует пользоваться англоязычными пакетами специального ПО и конечно и изучать руководства на английском языке [2, 3].

Автор данного доклада работает на кафедре «Материаловедение в машиностроении» БНТУ и сообщает, что существуют программный продукт JMatPro, который специализируется на подготовке данных о металлах и сплавах и корректной передаче их в пакет SolidWorks. Приведем некоторые характеристики этой программы.

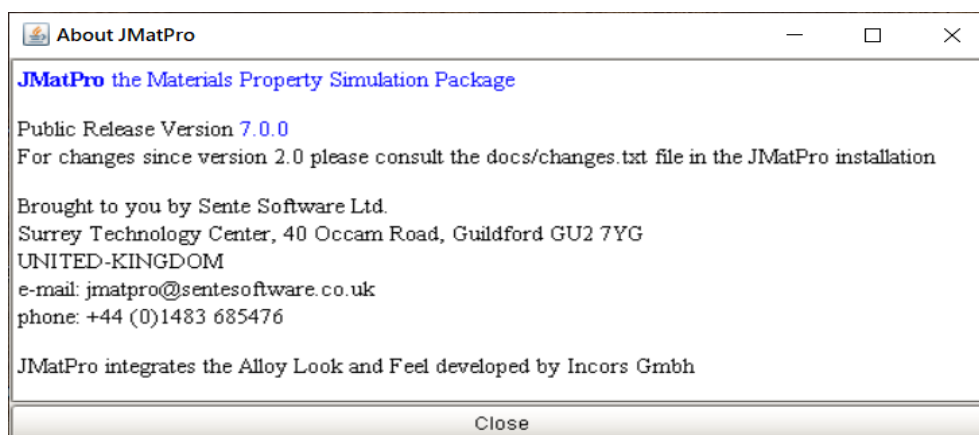


Рисунок 1 – Характеристики программы JMatPro

На рис. 2 приведен перечень металлов и характеристик сталей. Данный пакет очень полезен для изучения металлостроения, так как в него можно добавлять и свои данные, предварительно собранные из авторитетных источников или свои надежные опытные данные.

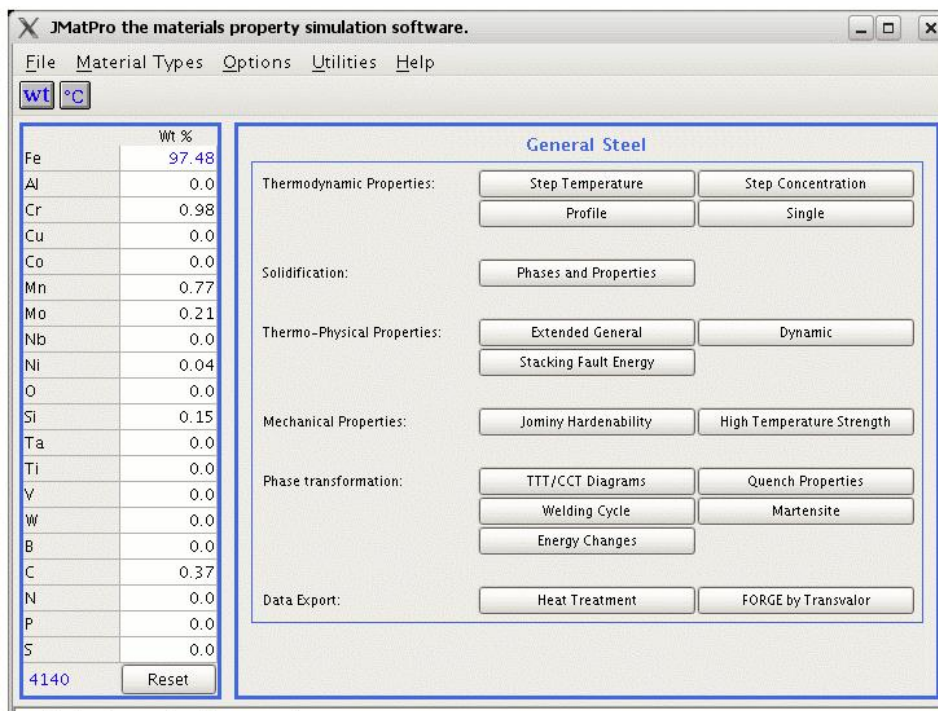


Рисунок 2 – Главное окно программы JmatPro

Основные опции данной программы приводим на рис. 3. В целом можно отметить, что эта программа реализует практически весь набор изучаемых процедур классического металлостроения.

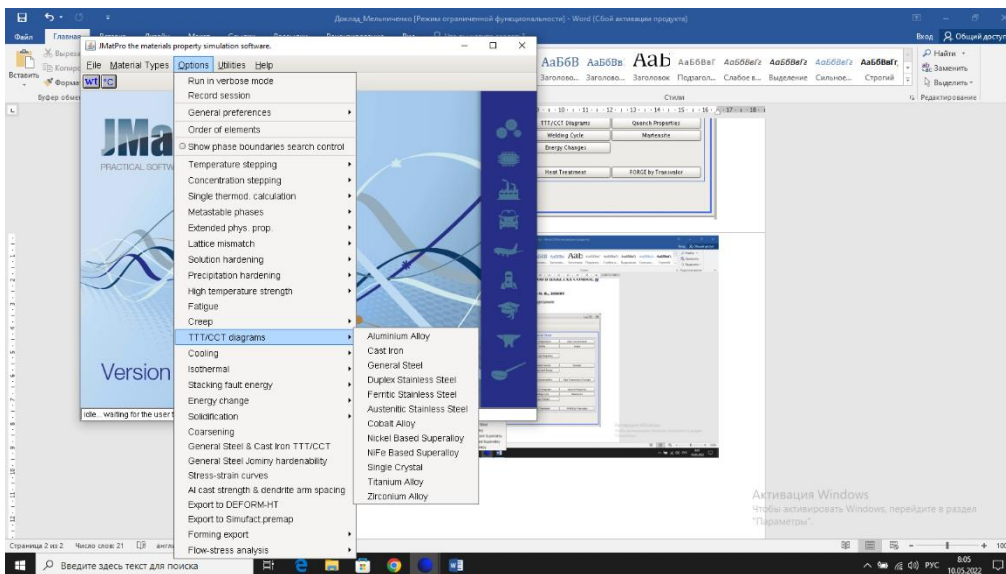


Рисунок 3 – Основные опции программы

Примеры задач, решаемых данным пакетом можно увидеть, выбрав пункт *Help*. А затем перейдем к пункту *Articles@Docs* (рис. 4).

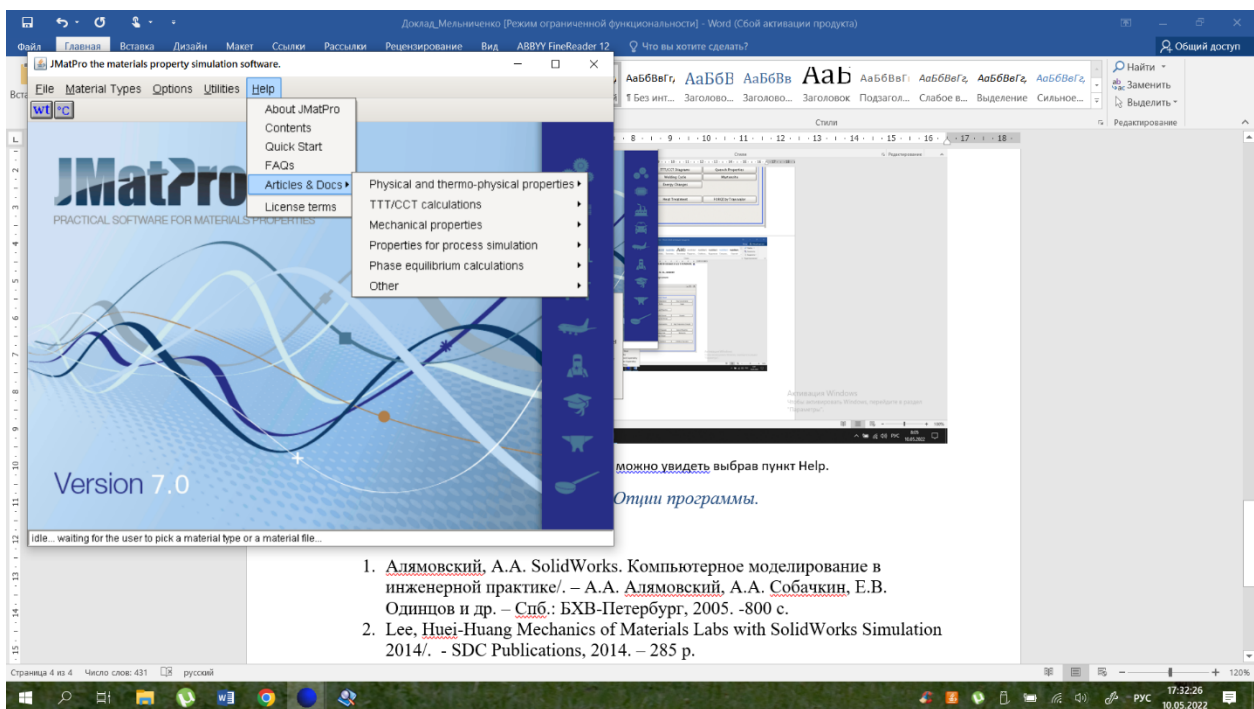


Рисунок 4 – Переход к пункту примеры задач

Литература

1. Алямовский, А. А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике/. – А. А. Алямовский, А. А. Собачкин, Е. В. Одинцов и др. – Спб.: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.
2. Lee, Huei–Huang Mechanics of Materials Labs with SolidWorks Simulation 2014/. – SDC Publications, 2014. – 285 p.
3. Planchard, D. C. Official Certified SolidWorks Professional (SCWP) Certification Guide with Video Instruction SolidWorks 2012–2014. /. – SDC Publications, 2014. – 193 p.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ANSYS ДЛЯ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ПРОЕКТА

¹Напрасников В. В., ²Ван Цзыжуй

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,
n_v_v@tut.by

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,
610958034@qq.cjm

Для достижения поставленной в данной работе цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выполнить обзор предметной области.
2. Обосновать выбор конечно-элементного комплекса.
3. Разработать параметрическую конечно-элементную модель с учетом особенностей выбранного пакета моделирования.
4. Выполнить оптимизационные расчеты конструкции.

Предварительно построим параметрическую модель объекта проектирования. Фрагмент программы на языке APDL представлен на следующем рис. 1.

```

VADD,1,3
/BATCH
/input,menust,tmp,",,,,,,,,,,,,,1
!/GRA,POWER
!/GST,ON
!/PLO,INFO,3
!/GRO,CURL,ON
!/CPLANE,1
!/REPLOT,RESIZE
WPSTYLE,,,,,,,,0
/PREP7
ET,1,SOLID186
*SET,sigma,2e11
*SET,puas,0.3
*SET,dens,7850
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,EX,1,,sigma
MPDATA,PRXY,1,,puas
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,DENS,1,,dens
MSHKEY,0
MSHAPE,1,3d
CM,_Y,VOLU
VSEL,,,2
CM,_Y1,VOLU
CHKMSH,'VOLU'
CMSEL,S,_Y
!*
VMESH,_Y1
!*
CMDELE,_Y
CMDELE,_Y1
CMDELE,_Y2
!*
MSHKEY,0
MSHAPE,1,3d
FLST,2,2,5,ORDE,2
FITEM,2,52
FITEM,2,69

```

Рисунок 1 – Фрагмент программы

Основы моделирования в среде ANSYS изложены, например, в работах [1–5].

На рис. 2 представлены блок схемы алгоритмов двух методов оптимизации.

В результате анализа было установлено, что максимальное напряжение, наблюдаемое в конструкции, равно 1,36 МПа. Предел текучести для 10ХСНД составляет 390 МПа. Это означает, что при данной нагрузке, прикладываемой к детали возможны конструктивные изменения в детали, с целью уменьшения количества используемого материала и улучшения других механических свойств детали.

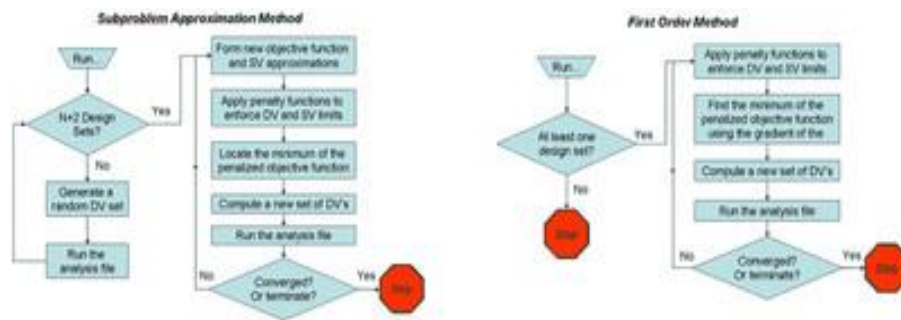


Рисунок 2 – Блок схемы алгоритмов двух методов оптимизации: Sub-problem approximation method и First-order method

Необходимо достигнуть минимально возможного объёма при условии, что:

- максимальное напряжение в детали не превысит половины предела текучести: 150 Мпа;
- высота нижнего основания может изменяться в пределах: 0,005–0,050 м;
- толщина бокового ребра может изменяться в пределах: 0,002–0,0125 м;
- используемый метод: случайный выбор.

На рис. 3 представлены зависимости некоторых оптимизационных параметров от номера итерации.

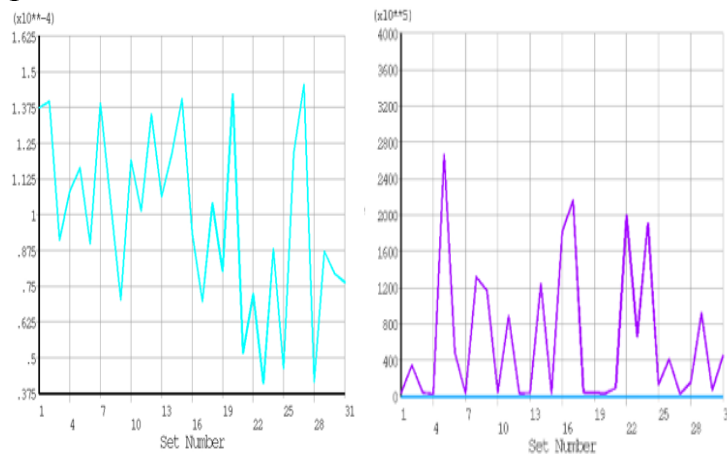


Рисунок 3 – Объем (слева), напряжение (справа)

Литература

1. Напрасников В. В., Напрасникова Ю. В., Соловьев А. Н., Скалиух А. С. Построение конечно-элементной модели на основе языка APDL. Учебно-методическое пособие – Минск: БНТУ, 2009. – 51 с.
2. Напрасников В. В., Напрасникова Ю. В., Соловьев А. Н., Скалиух А. С. Создание конечно-элементной модели для расчета контейнера в процессе пресования порошковой заготовки: Лабораторный практикум – Минск: БНТУ, 2008. – 89 с.
3. Напрасников В. В., Бородуля А. В., Кочуров В. А. Конечно-элементное моделирование в ANSYS в режиме удаленного доступа к суперкомпьютеру «СКИФ» Учебно-методическое пособие – Минск: БНТУ, 2008. – 65 с.

4. Ван Цзыжуй, Напрасников В. В. Особенности использования языка APDL для построения виртуальной модели машиностроительного объекта. XXIV Республиканская научная конференция студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», 22–24 марта, 2021. – 40 с.

5. Напрасников В. В., Ван Цзыжуй Особенности подготовки конечно-элементной модели на основе программирования в среде APDL. IX Международная научно-техническая интернет-конференция «Информационные технологии в образовании, науке и производстве», 20–21 ноября 2021 года [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет; сост. Е. В. Кондратёнок. – Минск: БНТУ, 2021. – 294–300 с.

ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

¹Старовойтова Т. Ф., ²Вежновец Д. В., ³Дашкевич А. В.

¹Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск, Беларусь,
tatianastarovoitova@gmail.com

²Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
vejnovets@gmail.com

³Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск, Беларусь,
anadashkevich1@gmail.com

Промышленный робот – автономное устройство, состоящее из механического манипулятора и перепрограммируемой системы управления, которое применяется для перемещения объектов в пространстве в различных производственных процессах. Промышленные роботы являются важными компонентами автоматизированных производственных систем, которые позволяют увеличить производительность труда [1].

Последнее десятилетие стало временем троекратного увеличения числа промышленных роботов на планете. Согласно отчёту Всемирной федерации робототехники, в 2021 году установлен рекорд – на предприятиях по всему миру работает 3 млн промышленных роботов, что на целых 10 % больше, чем всего лишь год назад. Проанализировав доклад экспертов Всемирной федерации робототехники, приходим к выводу, что автоматизация приведёт к средней экономии затрат на оплату труда в промышленно развитых странах на 16 %. Неудивительно, что эта технология остановила рост рабочих мест в отрасли. В то время как объем мирового производства с 2010 года вырос на 20 %, количество рабочих мест увеличилось лишь на 5 % [2].

Революцию в производственных отраслях произвела технология 3D-печати, также известная как аддитивное производство, эволюционирующая из 2D-печати, которая используется повсеместно в офисах и дома, позволяя производителям точно проектировать и производить детализированные компоненты, облегчая выход на глобальный рынок.

3D-принтеры производят объекты, контролируя размещение и совместимость последовательных слоёв в трёхмерном пространстве. Производители используют 3D-технологии для разработки новых продуктов, создания прототипов, производства деталей небольшими партиями, сокращения времени от проектирования до производства и выхода на рынок, сокращения отходов и снижения производственных затрат [3].

С помощью 3D-принтеров можно изготавливать высокоточные, функциональные конечные детали. Аддитивные технологии облегчают процесс производства нестандартных изделий. С помощью 3D-принтеров Raise3D компания Crazy Grandpa Garage смогла автоматизировать процесс создания кастомных деталей авто. Стоимость производства снизилась на 50 %, надёжность конструкции

значительно повысилась, срок выполнения работ сократился на 83 %, а сборочный завод американского производителя автомобилей General Motors утверждает, что благодаря приобретению 3D-принтера в 2016 году удалось сэкономить более 300 000 долларов США [4].

Таблица 1 – SWOT-анализ применения технологии промышленного робота (собственная разработка)

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> – быстрая окупаемость; – улучшение качества продукции на конвейерных производствах; – выполнение работы ежедневно и без перерывов; – увеличение общей производительности; – финансовая экономия 	<ul style="list-style-type: none"> – исключение влияния человеческого фактора при проведении работ, требующих высокой точности
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> – рациональное использование производственных помещений; – исключение воздействия негативно влияющих факторов на персонал, задействованный на производствах с повышенной опасностью 	<ul style="list-style-type: none"> – вытеснение человеческого труда, препятствие созданию новых рабочих мест

Согласно исследованию консалтинговой компании International Data Corporation, в 2021 году человечеством было сгенерировано 40 зеттабайт [5]. Такие большие объемы данных требуют обработки для того, чтобы быть использованными в процессе принятия решений. Для сохранения безопасности на предприятии необходимо внедрение технологий, позволяющих обнаруживать и прогнозировать риски. На интеллектуальном производственном предприятии машины могут общаться друг с другом через Интернет, происходит это благодаря технологии Интернет вещей.

Промышленный Интернет вещей – система объединенных компьютерных сетей и подключенных промышленных объектов со встроенными датчиками и программного обеспечения для сбора и обмена данными, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме, без участия человека [6].

Таблица 2 – SWOT-анализ применения технологии 3D-печати (собственная разработка)

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> – облегчение процесса производства; – обеспечение надёжности товаров и услуг; – высокая скорость производства; – увеличение эффективности сотрудников; – возможность создания экспериментальных нестандартных конструкций 	<ul style="list-style-type: none"> – высокая стоимость
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> – ускорение выхода на рынок товаров; – снижение временных затрат; – открытие новых возможностей дизайна 	<ul style="list-style-type: none"> – доступность, которая приведёт уменьшению цепочки поставок и трансформации сферы труда.

Принцип работы технологии: устанавливаются исполнительные механизмы на ключевые части оборудования, после чего осуществляется сбор информации, которая впоследствии позволяет компании приобрести объективные и точные данные о состоянии технологических устройств и производственной работы. Полученная информация используется для предотвращения внеплановых простоев, поломок оборудования, сокращения внепланового техобслуживания и сбоя в управлении цепочками поставок, тем самым позволяя предприятию функционировать более эффективно.

Основными сферами применения решений в сфере промышленного интернета являются производства, характеризующиеся наличием нескольких важных условий [7]:

- выпуск широкой номенклатуры продукции, использование значительного перечня комплектующих;
- потребность в обеспечении эффективного сервисного обслуживания ранее поставленной продукции;
- потребность в оперативной диагностике неисправностей технологического оборудования для снижения незапланированных остановок производства.

Приходим к выводу, что по мере своего развития Интернет вещей позволит компаниям отслеживать весь производственный процесс, управляя оборудованием, регулируя графики обслуживания, отслеживая запасы и измеряя производительность, а также выполнять другие ключевые функции.

Таблица 3 – SWOT-анализ применения Интернета вещей (собственная разработка)

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> – обнаружение и прогнозирование рисков; – избежание простоев и обеспечение визуализации условий протекания технологических процессов; – повышение производительности; – переход от бумажного документооборота к электронному; – сокращение эксплуатационных расходов 	<ul style="list-style-type: none"> – сложность технологии
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> – оптимизация производства; – увеличение эффективности использования производственных активов, за счет сокращения количества незапланированных простоев; – снижение затрат на техническое обслуживание, благодаря совершенствованию процедуры прогнозирования и предотвращения катастрофических отказов оборудования и выявлению неэффективных операций 	<ul style="list-style-type: none"> – сбор большого количества личных данных; – большая вероятность взлома и кибератак; – отсутствие необходимости в экспертных знания специалистов

Блокчейн – это многофункциональная и многоуровневая информационная технология, предназначенная для надежного учета различных активов [8]. Эта база данных функционирует как цифровая книга транзакций, которая постоянно сверяется.

В производстве блокчейн может создавать интеллектуальные цепочки поставок, способные отслеживать каждую деталь пути продукта, обеспечивая точные контрольные журналы и видимость каждой части в цепочке поставок в режиме реального времени. Повышение прозрачности будет иметь большое значение для защиты операций от мошенничества и кибератак, а также позволит производителям брать на себя заранее просчитанные риски. Блокчейн также может улучшить Интернет вещей, освободив его от необходимости подключать,

защищать и контролировать большое количество устройств через центральный облачный сервер.

Блокчейн в производстве можно использовать для размещения юридических соглашений, автоматически заключающих контракты на нескольких территориях и в нескольких юрисдикциях.

Таблица 4 – SWOT-анализ применения технологии блокчейн (собственная разработка)

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> – надёжное шифрование и защита от несанкционированного доступа; – снижение затрат на хранение данных; – облегчает обмен и распространение информации; – абсолютная точность в проведении транзакций; – быстрый обмен информацией; – поддержка «умных контрактов»; – прозрачность данных 	<ul style="list-style-type: none"> – слабо распространённое программное обеспечение на рынке; – низкое количество существующих товаров и услуг, связанных с технологией; – сложная интеграция с другими системами
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> – уменьшение бумажной работы; – снижение уровня коррупции мошенничества; – сокращение издержек; – ускорение и оптимизация бизнес-процессов; – предоставляет платформу для больших данных и аналитических исследований 	<ul style="list-style-type: none"> – рост числа мошенников; – завышенные ожидания от технологии, не оправдывая которые резко падает интерес к технологии; – отсутствие законодательной поддержки; – перегрузка системы из-за большого количества транзакций.

Отметим, что на сегодняшний день осуществлять работу без использования цифровых технологий практически невозможно. Чтобы восполнить пробел в цифровых навыках, необходимо внедрение глобальной инфраструктуры, которая уже сейчас имеет огромное распространение. Анализируя механизм применения информационных устройств, приходим к выводу, что технологические инновации требуют всестороннего анализа для полноценной работы с ними и последовательного их развития и адаптации. Их возможности при должных ресурсах безграничны, но появляются угрозы и ограничения с социальной стороны, например, наблюдается трансформация сферы труда, где часть человеческих ресурсов заменяется машинами. Вместе с тем технологические достижения,

такие как робототехника, 3D-печать, промышленный Интернет вещей и блокчейн, меняют способ и концепцию ведения бизнеса, что приводит к улучшению бизнес-процессов и производительности труда в целом.

Литература

1. Захарова В. И., Васильева М. П. Промышленные роботы. – Минск: 1992 – 286с.
2. World Robotics 2021 // International Federation of Robotics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ifr.org/downloads/press2018/2021_10_28_WR_PK_Presentation_long_version.pdf. – Дата доступа: 01.05.2022.
3. Как 3D-печать меняет мир [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/528000/>. – Дата доступа: 03.05.2022.
4. 5 способов, которыми 3D-печать меняет автомобильную промышленность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3dtoday.ru/blogs/top3dshop/5-sposobov-kotorymi-3d-pechat-menyayet-avtomobilnyu-promyshlennost>. – Дата доступа: 03.05.2022.
5. Future of Industry Ecosystems: Shared Data and Insights [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blogs.idc.com/2021/01/06/future-of-industry-ecosystems-shared-data-and-insights/>. – Дата доступа: 01.05.2022.
6. Платформа промышленного Интернета вещей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://digitaltwin.ru/technologies/iiot/>. – Дата доступа: 03.05.2022.
7. Мировой опыт внедрения проектов в сфере Индустриального (Промышленного) Интернета вещей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.itcnews.ru/news/detail.php?ID=115959>. – Дата доступа: 02.05.2022.
8. Дыбская В. В., Сергеев В. И., Лычкина Л. Н. и др.; под общ. и науч. Ред. В. И. Сергеева Цифровые технологии в логистике и управлении цепями поставок: аналитический обзор – Минск: Издательский дом Высшей школы экономики, 2020. – 190 с.

СЕКЦИЯ 2. ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ: ТЕХНОЛОГИИ, УПРАВЛЕНИЕ ИМПЛЕМЕНТАЦИЯ

УДК 37.014.54

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ЗАОЧНОЙ (ДИСТАНЦИОННОЙ) ФОРМЕ

¹Бояришинова О. А., ²Карасёва М. Г., ³Седниина М. А.

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,
b.ksusha@gmail.com

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,
m6668358@gmail.com

³Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,
sub_marina@mail.ru

В связи с разработкой и внедрением новых учебных планов специальностей 1-40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий», 1-40 05 01 «Информационные системы и технологии» и 1-25 01 07 «Экономика и управление на предприятии» перед руководством Международного института дистанционного образования (далее – МИДО) БНТУ, подразделения основной целью создания которого в 2000 году стало внедрение и развитие дистанционных образовательных технологий в учебный процесс, была поставлена задача разработать и внедрить в учебный процесс новую образовательную модель, которая была бы привлекательной для обучающихся, с точки зрения внедрения в учебный процесс современных образовательных технологий и оптимального распределения учебной нагрузки в течении всего учебного года.

Требования, которые были предъявлены к новой образовательной модели следующие:

- быть привлекательной для всех возрастных групп потенциальных обучающихся;
- повышать качество подготовки будущих специалистов;
- подразумевать применение в процессе обучения новых технологий и современных подходов к обучению на расстоянии;
- выявлять и способствовать развитию творческого потенциала обучающихся;
- максимально вовлекать студенческую аудиторию в научно-исследовательскую деятельность.

С сентября 2021 года новая модель образовательного процесса была внедрена в МИДО БНТУ и уже сегодня можно проводить оценку того, является ли она эффективной. Ранее нами было проведено исследование влияния на успеваемость полностью дистанционного обучения в отношении проведения учебных сессий (ранее очных) для обучающихся в заочной (дистанционной) форме получения образования и были сделаны выводы о том, что:

1. Переход к дистанционной форме получения образования не оказывает значительного влияния на результаты обучения студентов (здесь речь не идет о специальностях, по которым такой формат обучения в принципе не возможен) инженерных специальностей, связанных с IT-разработками, и экономических специальностей, работа специалистов которых в будущем сопряжена с дистанционной формой работы.

2. Возможность удаленного обучения слабо влияет на посещаемость студентами занятий и сдачу сессии, речь идет о студентах, обучающихся по заочной форме получения образования, так как работающие студенты предпочитают посещать и сдавать зачеты с экзаменами в свободное от работы время.

3. Удаленное обучение больше подходит для категории студентов с чувством ответственности и самостоятельности [1].

Внедренная в учебный процесс МИДО БНТУ в 2021 году новая модель образовательного процесса относится к модели гибридного обучения. Под гибридным обучением зарубежные исследователи понимают обучающие системы, которые представляют собой синтез обучения «лицом к лицу» и обучения с использованием компьютера [2].

В соответствии с новой моделью учебный процесс в МИДО организован следующим образом: очные занятия для студентов заочной (дистанционной) формы получения образования в соответствии с учебным планом проводятся четыре раза в год, а именно во время двух (лабораторно-зачетных) и двух (лабораторно-экзаменационных (установочных)) сессий.

Во время двух (лабораторно-зачетных) сессии, проводимых в октябре-ноябре и марте-апреле (в зависимости от курса, на котором обучается студент) осуществляется проведение лекционных, практических и лабораторных занятий, предусмотренных учебным планом специальности. В период сессии студенты должны сдать учебные дисциплины, форма аттестации по которым – зачет [3].

Две сессии (лабораторно-экзаменационные (установочные)) организовываются в январе и июне и предусматривают экзамены, защиту курсовых работ и курсовых проектов, а также проведению установочных лекций по всем дисциплинам следующего учебного семестра. Изучение всех дисциплин учебного плана специальности осуществляется в составе академической группы [3].

Длительность каждой из четырех сессий – одна неделя. В межсессионный период проводятся онлайн занятия (лекционные, практические и лабораторные занятия). Как правило, время проведения – вечер. Проведение занятий осуществляется в течение всего учебного семестра с использованием пространства для групповой работы Microsoft Teams.

После внедрения новой модели проведен анализ успеваемости студентов по результатам зимней экзаменационной сессии. Как видно из табл. 1, успеваемость в целом по первому курсу зимней лабораторно-экзаменационной сессии выросла. В новом учебном плане имеются изменения в перечне дисциплин первого семестра: внесены дисциплины технического характера, которые являются более сложными для усвоения в сравнении с гуманитарными дисциплинами, которые присутствовали в исследуемом ранее семестре. Кроме того, проанализированы

две дисциплины, которые присутствуют в обоих учебных планах 2020 / 2021 и 2021 / 2022 учебных годов. Как видно из табл.1, успеваемость по данным дисциплинам также значительно повысилась.

Таблица 1 – Сравнительный анализ успеваемости

	2021 / 2022	2020 / 2021	Прирост успеваемости
Успеваемость средняя по первому курсу	89,57 %	79,375 %	10,195 %
Основы алгоритмизации и программирования	89,74 %	71,8 %	17,94 %
Линейная алгебра и аналитическая геометрия/Высшая математика	88,89 %	76,9 %	11,99 %

Таким образом, внедрение новой образовательной модели в МИДО позволило не только повысить успеваемость обучающихся, но и проявить профессорско-преподавательскому составу себя творчески, применим новые методики работы с обучающимися. В частности, был изменен подход к разработке презентаций к лекционным и практическим занятиям, а именно применены в лекции видеоролики с демонстрацией экспериментов. Кроме того, при проведении лабораторных работ по IT-дисциплинам появилась возможность продемонстрировать работу приложений или работу алгоритмов сразу всем присутствующим на учебном занятии обучающимся, тем самым, имитируя личное объяснение работы.

Литература

1. Бояршинова, О. А. Влияние дистанционного обучения на успеваемость учащихся / О. А. Бояршинова, М. Г. Карасева, М. А. Седнина // Информационно-коммуникационные технологии в управлении, образовании, науке [Электронный ресурс]: международная научно-техническая конференция, Минск, 19 мая 2021 г. / сост.: Е. А. Хвитько. – Минск: БНТУ, 2021. – 77–84 с.

2. Седнина, М. А. Организационное и кадровое обеспечение дистанционного обучения / М. А. Седнина // Информационные технологии в образовании, науке и производстве [Электронный ресурс]: IX Международная научно-техническая интернет-конференция, 20–22 ноября 2021 года / сост. Е. А. Хвитько. – Минск: БНТУ, 2022. – 463–471 с.

3. Бояршинова, О. А. Дистанционное обучение: опыт применения различных образовательных моделей / О. А. Бояршинова, М. Г. Карасева, М. А. Седнина // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: материалы XII Международной научно-методической конференции, Минск, 26 мая 2022 г. / редкол.: В. А. Прытков [и др.]. – Минск: БГУИР, 2022. – 83 с.

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В КРЕДИТНО-МОДУЛЬНОМ ИЗМЕРЕНИИ

¹Ганчерёнок И. И., ²Горбачёв Н. Н., ³Ахмедова К. С.

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,
gancher@bntu.by

²Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск, Беларусь,
nick-iso@tut.by

³Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека, Ташкент,
Узбекистан, mathematics@niu.uz

Глобальная кароновиральная эпидемия 20-х годов 21-го века вынудила систему образования многих государств, включая Республику Беларусь, что называется, «рухнуть» в онлайн обучение [1]. Нельзя сказать, что это было для университетов чем-то совершенно экстраординарным, но, очевидно, неожиданным и значимым вызовом. Это было обусловлено весьма ограниченным временем тотального внедрения дистанционных технологий в традиционную образовательную практику, техническим сложностями, отсутствием апробированной единой для вуза цифровой образовательной платформы, неоднородностью в уровне цифровых компетенций профессорско-преподавательского состава и обучающихся, необходимостью обработки больших массивов цифрового контента образовательных курсов, отсутствием выверенной дидактики высшей школы в цифровом формате (необходимость очевидной трансформации «золотого правила» Яна Коменского: «все, что только можно предоставлять для восприятия чувствами, а именно: видимое для восприятия зрением, слышимое – слухом, запахи – обонянием, что можно вкушать – вкусом, доступное осязанию – путем осязания. Если какие-то предметы можно воспринимать несколькими чувствами, пусть они будут несколькими чувствами (Коменский Я. А. Великая дидактика. // Избр. пед. соч. – М., 1982. – Т. 1, с. 384).), необходимостью обеспечения должного качества образовательного процесса в наукоемких и практико-ориентированных направлениях подготовки специалистов с высшим образованием (например, инженерное, медицинское образование). В качестве трудностей, преодоление которых быстро переводит их в разряд конкурентных преимуществ вуза, отметим: ограниченные технические возможности (перегрузка серверов и т. д., например, в марте 2020 года каждый день электронным сервисом Zoom пользовались в среднем 200 млн человек), потеря системности (перенос ряда практических, лабораторных на более поздние сроки, комбинирование синхронных и асинхронных форм обучения (к которым относится и кредитные технологии, впервые представленные нами в системной форме на русском языке на ТЕМПУС-конференции в Ташкенте еще в 2003 г. [2]), временная неопределенность, сложности в реализации концепции «Университет 3.0», воспитательной работы со студентами, возросшие трудоемкость управления в вузе (озвученная заведующими кафедрами и деканами), нагрузка профессорско-преподавательского состава и др. Как результат, современное состояние высшей школы можно

охарактеризовать как эволюцию сложной динамической (синергетической) системы (рис. 1). При этом нынешнее состояние высшей школы международными экспертами GUNi (Global University Network for Innovation)) оценивается как «точка водораздела», а российскими учеными как некая точка растерянности. В рамках синергетического формализма [3–4] такое состояние системы высшего образования можно охарактеризовать как состояние бифуркации, в котором существует вероятность перехода системы в качественно новое состояние. В таком случае появляется возможность формирования «фильтра новизны», что весьма принципиально для такого достаточно консервативного социального института как университет. С другой стороны, появляется необходимость формирования нового видения высшей школы в стратегической перспективе в, том числе, в рамках предстоящей 3-ей Всемирной конференции ЮНЕСКО (3rd World Conference on Higher Education), где «инструментальной» темой ключевых направлений развития высшей школы выступает – изменения и инновации в управлении высшим образованием (рис. 2).



Рисунок 1 – Эволюция системы образования в синергетических координатах

Как видно из рис. 2 одним из приоритетных направлений является цифровизация высшей школы, которая включает дистанционное образование и соответствующие технологии. Эти направления приоритезированы и нормативными документами Беларуси и Узбекистана.

В «Концепции развития системы высшего образования Республики Узбекистан до 2030 года» выделен специальный раздел «внедрение цифровых технологий и современных методов в образовательный процесс», который включает в качестве мероприятия организацию образовательных программ на основе современных информационно-коммуникационных технологий.

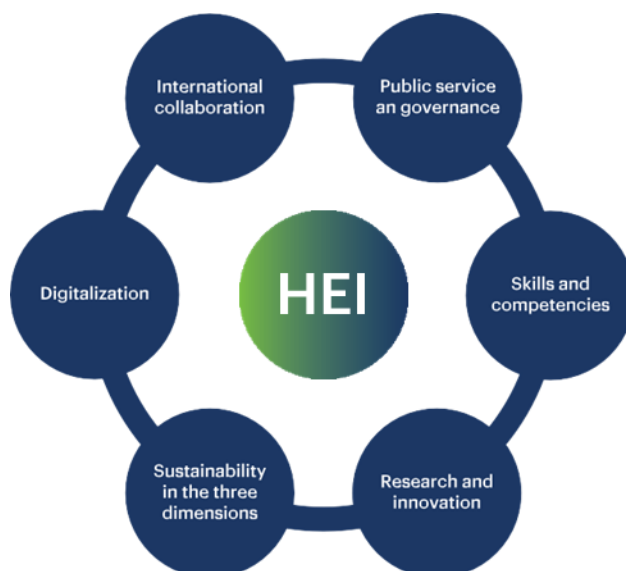


Рисунок 2 – Приоритетные направления развития высшей школы на период до 2030 года (GUNi)

По определению нового Кодекса Республики Беларусь «Об образовании» дистанционная форма получения образования представляет собой обучение и воспитание, предусматривающие преимущественно самостоятельное освоение содержания образовательной программы обучающимся и взаимодействие обучающегося и обучающихся на основе использования дистанционных образовательных технологий. В качестве дистанционных выступают образовательные технологии, реализуемые преимущественно на базе технологий информационно-коммуникационных в рамках интегрированного информационного пространства при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и преподавателей. Соответствующие Положения о дистанционной форме получения образования при реализации конкретных образовательных программ утверждаются Министерством образования. Им же определяется порядок и условия использования дистанционных образовательных технологий.

В соответствии со статьёй 207 Кодекса при реализации образовательных программ высшего образования в дистанционной форме получения образования в учебном году могут организовываться лабораторно-экзаменационные сессии, а также установочные сессии, которые проводятся в начале учебного года первого курса, что в какой-то мере приближает эту форму к заочному образованию. Вместе с тем, как показывает опыт (в том числе и обучение при пандемии), опосредованное взаимодействие обучаемых и обучающихся характеризуется значительным повышением нагрузки на обучающихся. Это связано с необходимостью более формализованной поддержки учебного процесса и большей конкретизации промежуточных заданий (сообщений) и консультаций [1]. При этом, как правило, нормирование и финансирование нагрузки профессорско-преподавательского состава в дистанционной форме получения образования пока недостаточно проработано.

Дело в том, что важным способом повышения мотивации внедрения дистанционного образования является возможность формирования для заинтересованных индивидуальных траекторий обучения, что является заманчивым для интеллектуально сильных студентов и дает возможность слабым студентам заниматься в удобном для них темпе с одной стороны, а с другой – позволяет подстраивать процесс и программу обучения под потребности конкретных заказчиков. Для этого возможно формировать проблемно ориентированные группы обучаемых с близкими траекториями прохождения соответствующих курсов, повторно открывать те или иные тестовые задания, предоставлять доступ к учебным модулям, предназначенным для дополнительного изучения, проводить индивидуальные и групповые консультации. Кроме того, работая с разными по уровню подготовки студентами, преподаватель мог исключать или добавлять для них те или иные задания без ущерба для объективного оценивания результатов работы других обучающихся. Систематический же автоматизированный мониторинг учебного процесса, организованный с помощью инструментов системы дистанционного образования, мог бы решать вопросы промежуточного и итогового контроля знаний, обучаемых с одной стороны, и оценивания нагрузки и загрузки обучающихся – с другой. Это дало бы возможность и обучаемому, и обучающему по оперативному внесению изменений в сценарии и процесс обучения.

Новые образовательные нормы Кодекса представляют дистанционную форму обучения как самостоятельную. Поэтому для белорусской системы дистанционного образования и соответствующих учреждений, для обучающихся и обучаемых следует разработать комплекс параметров, показателей и индексов, обеспечивающих решение следующих задач:

- формирование и поддержка информационно-образовательной среды дистанционного обучения;
- создание и сопровождение материально-технического обеспечения дистанционного обучения;
- программное и технологическое обеспечение дистанционного обучения;
- разработка и ведение образовательного контента (образовательных стандартов, электронных учебно-методических комплексов, электронных учебников и учебных пособий, практикумов);
- управление дистанционным обучением – планирование, нормирование, обеспечение, мониторинг и контроль взаимодействия обучаемого, учебного контента и преподавателей, и документирования его результатов.

В рамках международного сотрудничества учреждений образования и реализацией образовательных программ в сетевой форме логично ориентироваться на уже действующие системы контроллинга и оценки дистанционного образовательного процесса.

Для организации контроллинга обучаемых и оценки эффективности их обучения в дистанционном режиме логично сориентироваться на систему «зачётных единиц», реализованную в университетах Европы. Суть системы ECTS заключа-

ется в обеспечения студенческой мобильности (European Credit Transfer and Accumulation System), то есть с возможностью перевода и получения образования в нескольких университетах, с гарантией трансформации из переводной в накопительную, как американская (United States Credit System – USCS) и английская (Credit Accumulation and Transfer System – CATS). Последние системы реализуют больший функционал, однако они относительно сложнее по структуре и уровням согласований, а также требуют существенных усилий по стандартизации.

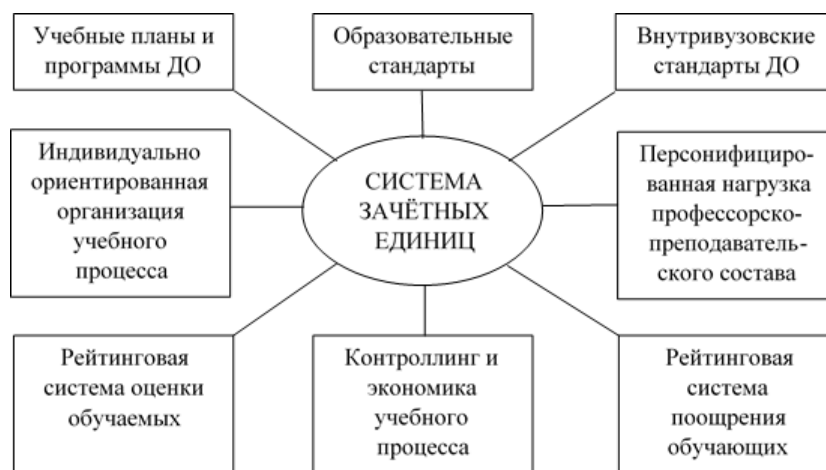


Рисунок 3 – Компоненты системы зачётных единиц

Основными инструментами ECTS выступают: учебный договор (Learning Agreement), каталоги (программы) курсов (Course Catalogue), зачетная книжка (Transcript of Records). Следует отметить, что Европейская модель [5], а также азиатско-тихоокеанская модель в основном ориентированы на зачет кредитов с целью обеспечения академической мобильности, американская и английская – на накопление кредитов. Кредитно-зачетные системы европейских вузов отталкиваются от понимания кредита как единицы оценки трудозатрат на освоение образовательной программы. Кредитно-накопительные же системы определяют кредит как единицу оценки результатов (знаний, умений, навыков) и в конце концов компетенций.

Значимость и потребность отработки национальных систем зачетных единиц обусловлена следующим:

- формированием мобильного внутреннего рынка образовательных услуг и широким выходом на внешние рынки;
- адаптивностью к потребностям заказчиков с возможностью сетевого обучения и формированием уникальных специализаций (в том числе на стыке наук и направлений инженерии);
- реализацией воспитательных аспектов в контексте академической свободы студента;
- сравнением предметов учебных планов с планами зарубежных вузов при включенном обучении или учебных стажировках;
- балансом обязательных и дисциплин по выбору соотношением аудиторной и самостоятельной нагрузки студента;

- формами контроля и оценкой знания на основе рейтинговой системы;
- развитием международных учреждений высшего образования с высоким потенциалом интеллектуальной мобильности.

Следует отметить, что введение зачётных единиц ориентировано на обучаемых и приложение этой концепции к дистанционному образованию лишь увеличит нагрузку на обучающихся. Поэтому необходима система-посредник, которая автоматически будет трансформировать различные оценки промежуточных и итоговых испытаний, используемые в конкретных взаимодействующих учреждениях образования. Поскольку программное обеспечение для дистанционного образования типа Moodle предоставляет такие возможности, следует смоделировать и реализовать соответствующие оценочные алгоритмы. При этом необходимо учесть возможности как динамического планирования загрузки обучаемых, так и планирования нагрузки обучающихся.

При использовании дистанционного обучения с поддержкой средствами информационно-коммуникационных технологий для профессорско-преподавательского состава по данным специалистов Государственного университета управления (Российская Федерация) нормируются все виды учебной нагрузки аналогично очному обучению согласно традиционным подходам, но с учетом норм времени, требующихся для освоения специфичного инструментария дистанционного образования (презентации, анимация, гипертекст, тестирование и другие). Это должно регулироваться как системой соответствующих коэффициентов, так и классификатором единичных работ (операций образовательной технологии). Кроме того, следует учитывать поддержку преподавателями операций инструментальной разработки и технической поддержки учебного процесса учебно-вспомогательным персоналом.

Тогда формула расчёт семестровой учебной нагрузки преподавателей может принять следующий вид:

$$Z_j = \sum_i \frac{S_{ji}}{30} \times C_i \times (\alpha_i + a\beta_{ji} + \gamma_{ji}),$$

где Z_j – расчётное значение нагрузки j -го преподавателя в зачётных единицах;

S_{ji} – количество студентов, записавшихся на занятия к j -му преподавателю по i -му предмету;

C_i – объём в зачётных единицах аудиторных занятий по i -му предмету;

α_i – коэффициент, учитывающий тип предмета (0,8 – для общеобразовательных, 1,0 – для общепрофессиональных, 1,2 – для специальных);

β_{ji} – коэффициент, характеризующий освоение и использование специфичного инструментария дистанционного образования;

γ_{ji} – коэффициент, характеризующий поддержку преподавателями операций инструментальной разработки и технической поддержки учебного процесса дистанционного образования.

Вместе с тем, примерная нагрузка ППС за семестр в зачётных единицах может быть следующей:

- профессор – 16 з.е.;

- доцент – 20 з.е.;
- старший преподаватель – 26 з.е.;
- преподаватель, ассистент – 30 з.е.

Кардинальные изменения структуры образовательной деятельности, вызванные развитием дистанционных образовательных технологий и формированием открытых образовательных электронных площадок, поддерживающих массовое использование электронного и онлайн обучения, определили актуальность реинжиниринга реализованной в высшем образовании системы нормирования труда. Проблемы несоответствия принципов оплаты труда профессорско-преподавательского состава и персонала, занятого в создании и эксплуатации средств компьютерного и дистанционного обучения, достаточно выразительно проявились во время пандемии, которая способствовала ускорению цифровой трансформации всей системы образования. Решение этих проблем предполагает, что на уровне нормативных правовых актов должен быть регламентирован ряд организационных процессов дистанционного обучения, включая вопросы образовательных контроллинга и аттестации; этики дистанционного обучения; нормирования и финансирования; структуры норм дистанционных занятий и консультаций, научной работы и др.

Нормирование нагрузки преподавателей при дистанционном образовании должно учитывать и формирование образовательного контента в виде электронных учебно-методических комплексов, содержащих:

- электронный учебник или курс лекций (в том числе учебные презентации);
- электронные учебные пособия по отдельным модулям курса, ориентированные на конкретные специализации;
- электронный практикум с необходимой программной поддержкой;
- основные образовательные программы;
- методические указания по изучению дисциплин и выполнению контрольных и курсовых работ;
- набор тестов для самоподготовки, промежуточной и итоговой аттестации.

По нашим оценкам, традиционная система оценки и стимулирования учебного процесса и преподавателей не всегда способствует внедрению электронных образовательных технологий. В связи с этим считаем, что важным в оценивании деятельности преподавателя в рамках дистанционного образования должен стать «перенос центра тяжести» с учета отработки вмененного ему на проведение учебного процесса количества академических часов, на учет его деятельности, обеспечивающей студентам условия для эффективного усвоения знаний по изучаемой дисциплине и приобретения соответствующих компетенций в рамках часов или зачётных единиц, отводимых в соответствии с учебным планом обучаемым. Зафиксированная в соответствующих документах (рабочей программе и учебном плане) трудоемкость (в часах, зачётных единицах) конкретных видов учебной работы (лекции, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа, тесты и другие) определяет с одной стороны трудоемкость их освоения

обучающимися, а с другой – устанавливает эффективность трудозатрат преподавателя. Задача преподавателя состоит в обеспечении студентов контентом и инструментарием для успешного выполнения этой работы. Однако он должен быть достаточно свободен в своих решениях при выборе эффективных средств для её решения при условии обеспечения установленного уровня качества обучения. У преподавателя должны быть реальные и действующие стимулы по использованию новейших информационно-коммуникационных и образовательных дистанционных технологий для повышения эффективности своего труда.

Таким образом, реализация кредитно-модульной системы в рамках дистанционного образования требует не только формализации и нормативного регулирования соответствующей формы получения высшего образования, но и представляет собой количественный инструментарий развития компетентностного подхода и масштабирования образовательных процессов формирования новых компетенций в парадигме образования через всю жизнь.

Литература

1. Ганчерёнок, И. И. Вынужденная корона 2020: успехи и трудности дистанционных технологий современного университета. Материалы круглого стола // Вестник Университета Правительства Москвы. – 2020. – № 3. – 59 с.
2. Ганчеренок, И. И. Кредитные технологии в высшем образовании // Высшая школа. – 2003. – № 4. – 15–18 с.
3. Ганчеренок, И. И. Подготовка научных кадров: синергетический подход / И. И. Ганчеренок // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия гуманитарных наук. – 2018. – Т. 63. – № 2. – 151–159 с.
4. Ганчеренок, И. И. Образование в «точке растерянности» или бифуркации: ковариантная педагогика и фильтр новизны // Мат-лы Межд. онлайн научно-теоретической конференции «The Interaction of Science and Society – the Path to Modernization and Innovative Development». – Наманган, 2020. – 33–36 с.
5. Pastukhova, D. A. European credit system of education / D. A. Pastukhova // Научный результат. Сер. Технологии бизнеса и сервиса. – 2015. – Т.1. – № 3(5). – 30–36 с.

ОТЧУЖДЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ

¹Ганчеренок И. И., ²Горбачев Н. Н., ³Жабборов Н. М., ⁴Зверева А. И.

¹Белорусский национальный технический университет,

Минск, Беларусь, *gancher@bntu.by*

²Академия управления при Президенте Республики Беларусь,

Минск, Беларусь, *nick-iso@tut.by*

³Совместный Белорусско-Узбекский межотраслевой институт прикладных технических квалификаций в городе Ташкенте, Ташкент, Узбекистан, *info@tiptk.com*

⁴Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь, *a.zvtreva@mail.ru*

Цифровая трансформация системы образования предполагает и изменение ее понятийных основ. В настоящем докладе на основе наследия научной школы профессора, доктора технических наук, лауреата Государственной премии СССР А. С. Гринберга [1–3] мы предлагаем термин образование переосмыслить в цифровом контексте как процесс формирования обучаемым и обучающим своих персональных информационных оболочек (ИО) в рамках взаимного отчуждения информационных ресурсов (ИР) для максимально эффективного представления результатов обучения на рынке труда. С процессной точки зрения, указанные ИО включает оболочки обучения, подготовки, воспитания и развития (рис. 1). В процессную ИО обучения в качестве ресурсов входят знания и технологии обучения, ИО подготовки включает такие ресурсы, как умения и технологии работы. Реальным выходом этих процессов являются практическое применение знаний и умений для получения конкурентоспособных результатов труда.

К ресурсам ИО процесса воспитания можно отнести поведение и технологии общения, а для процесса развития – адаптацию и технологии компромисса. Интеграция указанных оболочек и обеспечит формирование персональной ИО и тезауруса обучаемого, а также реинжиниринг ИО и тезауруса обучающего. Все указанные процессы в современных технологиях образования характеризуются взаимной экономической заинтересованностью обучающего и обучаемого в отчуждении знаний, особенно их интерпретационной персонифицированной составляющей.

Отчуждение знаний – это один из способов осуществления собственником правомочия распоряжения компонентами своих документированных и не документированных ИР и информационных запасов (ИЗ) как своим имуществом. Отчуждение – это передача данных, информации, знаний от обладателя (обучающего) пользователю (обучаемому).

Следует иметь в виду, что передача прав пользования определяет лишь возможность пользования ИР, а также оказания информационных услуг на их основе. В процессе отчуждения происходит генерация и регенерация ИЗ и ИР, определяющие расширение области их применения, увеличение длительности

жизненного цикла, формирование вторичных и производных ИР, развитие самого процесса отчуждения.

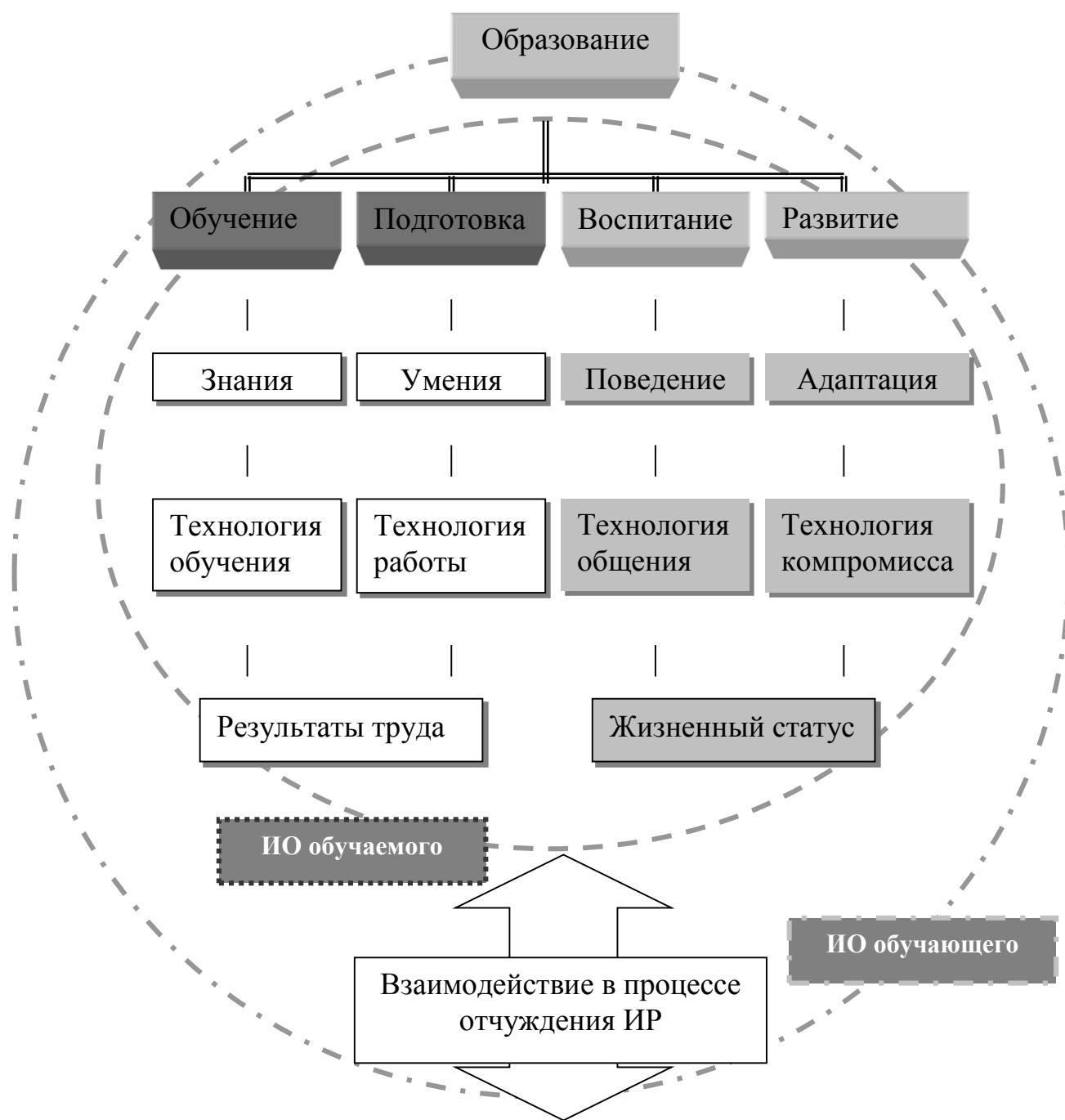


Рисунок 1 – Информационные оболочки образовательного цикла

При этом с точки зрения экономических аспектов современных технологий образования различаются:

- индивидуальное отчуждение (между отдельными индивидами);
- групповое отчуждение (между или внутри групп);
- экспертное отчуждение (с привлечением внешних экспертов);
- корпоративное отчуждение (при действии корпоративных регламентов и стимулов);

– государственное отчуждение (при действии государственных регламентов и стимулов).

Экономика различных видов отчуждения может основываться как на традиционных финансовых методиках (Return on Investment, Total Cost of Ownership, Economic Value Added), так на вероятностных методах (Real Options Valuation, Applied Information Economics) и инструментах качественного анализа (Balanced Scorecard, Information Economics). Достоинством финансовых методик является их основа – классическая теория определения экономической эффективности инвестиций. Главный их недостаток – ограниченность использования таких методов: они используют понятия притока и оттока денежных средств, которые требуют конкретности и точности исходных данных (затраты на автоматизацию рутинных операций, экономия заработной платы, снижение себестоимости продукции).

Достоинство вероятностных методов – в возможности оценки возникновения рисков и появления новых возможностей (например, повышение конкурентоспособности, снижение рисков) с помощью статистических и математических моделей. Здесь также возникают трудности, в частности, при оценке влияния ИР на конкурентоспособность обучающего и обучаемого. Во-первых, такие составляющие, как работоспособность, зависят не только от качества ИР, полученных в ходе обучения, но и от конкретных индивидуумов. Во-вторых, ИТ-проекты развития сферы образования взаимосвязаны с инновационными проектами в образовательной сфере, таким образом, обособленный расчет эффективности таких проектов становится бессмысленным; необходима системный подход к этому вопросу.

Качественные (эвристические) методы дополняют количественные расчеты качественными оценками и могут помочь учесть все явные и неявные факторы эффективности отчуждения ИР и увязать их с общей стратегией образования. Данная группа методов позволяет специалистам выбирать наиболее важные для конкретного случая параметры отчуждения ИР и ИЗ (в зависимости от специфики обучения), устанавливать между ними отношения предпочтения, эквивалентности, доминирования и порядка. Их слабой стороной является субъективность выбора системы соответствующих показателей.

Наиболее важной характеристикой отчуждения знаний является способность конкретного человека завоевать либо отстаивать свою конкурентную позицию на рынке. Следовательно, показатель его конкурентоспособности может стать отправной точкой (целевой функцией) построения системы показателей оценки эффективности отчуждения ИР. Однако главной проблемой в этом случае является реализация в модели оценки эффективности отчуждения связи этого процесса с конкурентоспособностью обучающего и обучаемого.

Традиционная экономика построена на законах собственности, то есть владения некоторыми экономическими ресурсами (полезные ископаемые, материалы, сооружения, орудия труда и другие). При этом существенны географическое расположение объекта, близость энергетических и людских ресурсов,

транспортной инфраструктуры путей и многое другое, включая возможность монопольного использования этими ресурсами. Ценность же ИР основана на временном факторе – наибольшей величины она достигает в момент их первичной генерации, уменьшается в связи с тиражированием и вновь возрастает при их широком использовании (разноплановой интерпретации). При этом существенно важным в обучении являются знания, связанные с переходом от ИО к многомерным информационным пространствам на основе стимуляторных схем и активаторов интерпретаций. ИР интегрируются практически со всеми экономическими ресурсами (сырьем, энергией, рабочими и специалистами, финансами, технологиями, управлением), коренным образом изменяя их свойства.

Таким образом, оценка компетентности квалифицированного специалиста, как результата отчуждения ИР, может быть ориентирована на определение совокупной стоимости владения (Total Cost of Ownership, TCO) соответствующими ИР. В данной методике затраты на обучение составляют $Z = \sum z_i + \sum c_j$, где z_i – прямые затраты (основные фонды учреждений образования, затраты на образовательные технологии, затраты на коммуникационные услуги, на внешние информационные ресурсы и другие), c_j – косвенные затраты (стоимость ущербов, компенсаций и финансовых потерь).

Выгода от использования знаний обучающего и обучаемого составляет $V_{IR} = V_e + V_c + V_s$, где V_e – выгода от экономии ресурсов, V_c – выгода от замены ресурсов, V_s – выгода от изменения структуры используемых ресурсов. Выгода от субституции экономических и информационных ресурсов $I = mI_1 + \mu I_2$, где mI_1 – выгоды от эффекта мультипликации (экономия инвестиционных ресурсов в результате их замены ИР), I_2 – выгоды от эффекта аксельрации (отношение инвестиций в будущем периоде к приросту дохода или потребительского спроса в предшествующих периодах). Общая выгода в результате составит $V = V_{IR} + I$. Тогда эффективность отчуждения знаний составит $E = V - Z$.

Однако методология TCO не учитывает риски и не позволяет соотнести технологию обучения и отчуждения знаний со стратегическими целями дальнейшего развития и решением задачи повышения конкурентоспособности специалистов.

В настоящее время специалисты компании Gartner, предложившей этот подход, работают над созданием более широкой версии TCO – совокупной оценки возможностей (Total Value of Opportunity, TVO), которая должна оказать более заметное влияние на эффективность капиталовложений. При отчуждении знаний должны оцениваться следующие основные возможности субъектов данного процесса:

- компенсации затрат;
- обеспечения авторских прав;
- карьерного роста;
- формального и неформального лидерства;
- формирования персональных документационных и информационных оболочек;
- эксклюзивности интерпретаций;
- обеспечения перманентной трудоспособности.

В информационной экономике, экономике, построенной на знаниях, происходит перераспределение стратегической роли ресурсов от экономических (природных и материальных) к информационным и интеллектуальным. Многократное использование ИР и ИЗ информатизации и интеллектуализация экономических ресурсов (ЭР) обеспечивает их субституцию ИР. С учетом этого процесса стороны, со стороны потребителей ИР (обучающихся) повышаются требования к качеству знаний, отчуждаемых обучающими, и уровню их информативности.

Вместе с тем коммуникационные технологии делают декларативные знания (знаю, что) оперативно доступными: обучающийся, обладающий налаженным компьютером и выходом в Интернет может оперативно получить актуальные ИР. Таким образом, повышается роль процедурных (знаю, как), адресных (знаю, где) и операциональных (знаю с помощью чего) знаний, которые и выступают в качестве интеллектуального капитала в информационной экономике, так как позволяют усиливать интеллектуально-интерпретирующую составляющую персональных ИР обучаемых и обучающихся.

В результате, особую роль приобретает не владение данными, информацией, знаниям, а доступ к ним и умение ими пользоваться и распоряжаться. Направленность на будущее является их основной векторной характеристикой (т. е. скорость трансформации знаний такова, что большую роль играет умение прогнозировать тенденции и риски, а не изучение прошлого опыта и сегодняшних реалий). С другой стороны, коммуникационные технологии отчуждения выводят на новый уровень групповую работу: data mining является одной из технологических основ современной информационной экономики. В части образовательных технологий это значительно снижает издержки на получение декларативных знаний: важно не то, что ты знаешь, а то, что тебе известно, где и как получить пертинентные ИР.

Все это приводит к тому, что индивидуальное (между отдельными индивидами) и групповое (между или внутри групп) отчуждение в образовании переходят к экспертному отчуждению (с привлечением внешних экспертов). Ориентация на экспертное отчуждение позволяет значительно повысить эффективность корпоративного (при действии корпоративных регламентов и стимулов) и государственного (при действии государственных регламентов и стимулов) отчуждения. Аутсорсинг в информационной экономике становится нормой. Высокая сложность и вариативность среды требует широкого привлечения реальных и виртуальных экспертов при решении проблем и оценке рисков.

Информационное взаимодействие обучающего и обучаемого должно установить и развить ролевую ценность обучаемого, которая определяется во многом тем знанием, которое он вносит или может внести в виде информационных активов организации и теми технологиями их отчуждения, которыми он овладеет. Одни ориентированы и способны на обладание энциклопедическими знаниями из сферы их профессиональных интересов. Другие за счет широты кругозора и эрудиции могут быть полезны не столько при выполнении конкретной работы, сколько при свободном подборе и последующем анализе ИЗ и ИР. Третьи хо-

рошо умеют структурировать информацию и систематизировать ее, интерпретируя ИР таким образом, что они затем легко воспринимаются разными группами пользователей. Четвертые умеют ярко и эффективно донести информацию до слушателей. Пятые, обладая развитым системным мышлением и навыками своеобразного «интеллектуального дизайна», умеют на базе имеющейся информации синтезировать новое знание так, что кажущиеся сложными темы становятся более простыми и понятными. Очень полезными в службе управления знаниями окажутся люди, обладающие интуитивной способностью «притягивать» значимые ИР (порой более полезные для коллег и для организации в целом, чем для себя лично). Узнав о проблеме, они почти интуитивно выбирают необходимую для поиска данных информационную среду (часто в неожиданной для коллег области) и алгоритмы поиска в ней. И в этой среде достаточно быстро (иногда кажется, что почти случайно, лишь благодаря везению) находят тот компонент ИР, который впоследствии ляжет краеугольным камнем в основу решения ПС.

Все это должно ориентировать и обучающихся, и обучаемых на интеграцию соответствующих документационных и информационных оболочек, информационных пространств, таких как:

– **ресурсное** – пространство, определяемое изменением неопределенности проблемных ситуаций (ПС) в зависимости от параметра «ресурсы-время» (аналог – евклидово пространство);

– **операционное** – интегральное пространство, характеризующееся совокупностью триад «ИР → оператор → *ИР*» (аналог – гильбертово пространство);

– **процессное** – пространство, обуславливаемое структурированными триадами «ИР → (оператор → процесс) → *ИР*» (аналог – обобщенное пространство);

– **представлений** – пространство, обуславливаемое совокупностями «ИЗ → (оператор → процесс) → ИР → (*оператор* → *процесс*) → *ИР* → (*оператор* → процесс) → *ИЗ*»;

– **проблем (противоречий)** – пространство, обуславливаемое совокупностями «ПС → ИЗ → (оператор → процесс) → ИР → (*оператор* → *процесс*) → *ИР* → (*оператор* → процесс) → *ИЗ* → ПС».

Рассматривая проблемы формирования информационных пространств для непрерывного образовательного процесса в самом широком их понимании, начиная от нотации и интерпретации и заканчивая реальными информационными пространствами инновационных технологий, мы сталкиваемся с необходимостью изучения законов динамики, взаимодействия и наследования для соответствующих объектов (в том числе для обучающихся и обучаемых) и методов управления ими. Этот круг вопросов можно назвать генетикой образовательных информационных пространств.

Эффективный процесс отчуждения ИР должен стать основой инновационного образования и инновационных технологий как их важнейшая составная часть, результаты которого включаются в конечную продукцию и сами технологии. Высокие технологии требуют обучения формированию информационных пространств, информационных и документационных оболочек, обеспечивающих отчуждение ИР, формирование соответствующих рынков и организацию их

взаимодействия. На базе рынков ИР и высоких наукоемких технологий должна быть создана эффективная информационная экономика, учитывающая аспекты главного в современной мировой экономике закона редкости ресурсов. Ее основой становятся ИР, приобретающие стратегический характер: данные, информация, знания, информационные технологии; а также сопутствующие им рынки: проблем, рисков и действий. Представление и использование ИР как субститута ЭР является одной из важных задач национальной системы образования и национальной экономики.

Литература

1. Горбачев, Н. Н. Технологии виртуальной ситуационной комнаты на базе конвейерных интеллектуальных решений / Н. Н. Горбачев, А. С. Гринберг // Управление информационными ресурсами: Материалы пятой научно-практической конференции (Минск, 17 мая 2007 г.). – Минск: Акад. упр. при Президенте Республики Беларусь, 2007. – 56–62 с.

2. Гринберг, А. С. Информационные оболочки в технологиях образования / А. С. Гринберг, Н. Н. Горбачев // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: Материалы II Междунар. Науч.-метод. конф., 26–28 нояб. 2002 г., Минск / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники – Минск: Бестпринт, 2002 – 321–323 с.

3. Ганчеренок, И. И. Нелинейное управление. Ситуационный анализ / И. И. Ганчеренок, Н. Н. Горбачев. – Mauritius: Palmarium Academic Publishing, 2019. – 364 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АУДИОВИЗУАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

¹Главницкая И. Н., ²Шапаренко А. А.

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,
glavnitskaya@mail.ru

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,
shaparenko3@inbox.ru

В условиях развития информационных технологий в последнее время в большинстве ВУЗов все чаще используются аудиовизуальные средства обучения.

Аудиовизуальными средствами обучения называют пособия, при помощи которых можно организовать подачу обучающего материала и любой другой информации в аудио- и видеоформатах, а также с применением наглядных пособий [2].

В настоящее время в литературе существует несколько классификаций аудиовизуальных средств обучения (классификации М. В. Ляховицкого, Л. М. Зельманова и др.).

Согласно классификации аудиовизуальных средств обучения по Л. М. Ляховицкому аудиовизуальные средства обучения подразделяются на:

- фонограммы (грамзапись, магнитопись, радиопередачи);
- видеогаммы (учебные рисунки, слайды, диафильмы, фотографии, таблицы, схемы);
- видеофонограммы (кинофильмы, видеоролики, телепередачи, видеолекции, компьютерные программы).

В целом можно выделить деление аудиовизуальных средств обучения на традиционные (не технические) средства обучения и технические средства.

К первой группе относятся визуальные (зрительные) средства обучения – рисунки, таблицы, схемы, транспаранты, репродукции, диафильмы и др. Данные средства предназначены для преимущественно зрительного восприятия учебного материала.

Ко второй группе относятся технические средства – кино- и телефильмы, диафильмы со звуковым сопровождением, видеолекции, компьютерные программы и иные мультимедийные продукты.

Особое место среди технических аудиовизуальных средств занимает учебная видеолекция.

Видеолекция – это тип лекции, учебного мероприятия, предназначенного для передачи обучающимся тематического содержания с целью формирования знаний либо представлений и использующая для этой цели видеоматериал, как правило, транслирующийся на экран, мониторы компьютеров либо интерактивную доску [3].

Методические рекомендации по созданию видеолекций содержатся в локальных документах (положениях) некоторых ВУЗов, а также в специальной ли-

тературе. Согласно общим рекомендациям по внедрению в учебный процесс данного аудиовизуального контента содержание видеолекции должно соответствовать учебной программной документации ВУЗа, а длительность ее записи не должна превышать временного интервала обычного аудиторного занятия. Кроме того, видеолекция должна предусматривать практические и тестовые задания, контрольные вопросы для обучающихся, а также навигацию по основным тематическим разделам, гиперссылки, графики, мультимедийный контент. Не стоит также забывать, что материалы видеолекции должны соответствовать требованиям законодательства в области интеллектуальной собственности.

Следует отметить, что на занятиях по правовым дисциплинам помимо видеолекций активно используются следующие аудиовизуальные средства обучения:

- видеопрезентации;
- ресурсы сети Интернет (учебные видеофильмы, вебинары, аудиовизуальные ресурсы информационно-поисковых систем, аудиовизуальные ресурсы правовых порталов и сайтов).

Так, повышению качества обучения правовым дисциплинам способствует использование обучающимися ресурсов «Инфографики» (pravo.by), правовой информационно-поисковой системы «ЭТАЛОН-ONLINE» (etalonline.by), а также мультимедийного контента YouTube-канала Национального центра правовых исследований (НЦПИ): видеосеминаров и вебинаров на различную актуальную правовую тематику в области гражданского, хозяйственного, трудового, административного и иных отраслей права.

При изучении международного права в целях более глубокого усвоения образовательного контента обучающиеся могут использовать ресурсы Библиотеки аудиовизуальных материалов по международному праву (legal.un.org).

Иностранцам, осваивающим правовые дисциплины на английском языке, большой объем аудиовизуальных материалов (видеолекций, практических заданий, тестов и др.) представлен на портале study.com. Кроме того, на YouTube-канале Международного института дистанционного обучения Белорусского национального технического университета размещена видеолекция по Политологии («Political Science») на английском языке старшего преподавателя Главницкой И. Н. Данная лекция разработана и направлена на более детальное усвоение изучаемого материала иностранными обучающимися, а также их самостоятельную работу.

Таким образом, использование аудиовизуальных средств обучения в традиционном и дистанционном образовательных процессах имеет ряд преимуществ. Обучающиеся получают возможность более углубленно усвоить учебный материал, самостоятельно разобраться в ряде вопросов, устранить имеющиеся пробелы в знаниях. Аудиовизуальные средства обучения способствуют активизации мыслительных функций обучающихся, повышения интереса к изучаемой учебной дисциплине и более эффективному восприятию информации.

Литература

1. Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021 – 2025 годы: Указ Президента Республики Беларусь

от 29.07.2021 № 292 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 04.08.2021, 1/19834.

2. Использование аудиовизуальных технологий в учебном процессе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kievinstall.com/blog/ispolzovanie-audiovizualnyh-tehnologij-v-chebnom-protssesse>.

3. Демидко, В. В. Обзор ресурсов по методике подготовки видеолекций для онлайн-курсов // Мастерство online [Электронный ресурс]. – Режим доступа: 2018. – 4 (17). Режим доступа: <http://riro.unibel.by/index.php?id=3790>. – Дата доступа: 04.05.2022

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ БАНКА ВОПРОСОВ ПО МОДУЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

¹Михалёнок С. Г., ²Кузьменок Н. М., ³Толкач О. Я., ⁴Безбородов В. С.

¹Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Беларусь, orgchem@belstu.by

²Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Беларусь, kuznm@belstu.by

³Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Беларусь, olga_tolkach@tut.by

⁴Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Беларусь, v_bezborodov@belstu.by

События последних двух лет актуализировали использование системы дистанционного обучения, которая предполагает развитие информационно-коммуникационной среды университета, способствует повышению квалификации и самообразования, обеспечивает высокий уровень подготовки обучающихся, предоставляя им возможность осваивать образовательные программы в подходящем для себя режиме, в том числе без отрыва от производства. Использование модульно-рейтингового подхода при изучении курса «Органическая химия» на кафедре органической химии БГТУ послужило основанием для разработки баз компьютерных данных по каждому тематическому модулю, на основе которых были созданы и внедрены в учебный процесс новые форматы практических занятий, сочетающих обучающие, тренировочные и контролирующие функции. Эти модули сформированы в виде комплектов тестовых заданий, охватывающих последовательно в соответствии с программой курса разделы, каждый из которых структурирован в соответствии с логикой изложения изучаемого материала. В данном сообщении приводится опыт концептуального обновления учебно-методического обеспечения одного из важных разделов дисциплины «Органическая химия» – «Галогенопроизводные углеводородов». Это обновление предполагало приведение в соответствие содержательного наполнения дисциплины с новыми учебными планами и учебными программами, а также с насущными требованиями создания учебно-методического обеспечения, позволяющего расширить практику преподавания в дистанционной форме.

Основная часть. Перед преподавателями кафедры была поставлена задача – на основе системного анализа общей архитектуры обучающе-контролирующего модуля по разделу «Галогенопроизводные углеводородов» произвести его корректировку, подготовить расширенную структуру модуля и создать оригинальные инварианты тестовых заданий по сформулированным разделам темы для полного охвата всех ключевых вопросов.

Общая концепция модуля «Галогенопроизводные углеводородов» опирается на учебные программы дисциплины и наполняется смысловым содержанием в соответствии со спецификой специальности и специализации, а также объема дисциплины. Избранная классическая последовательность изложения

дисциплины позволяет знакомить студента с новыми реакциями, концепциями и механизмами с соблюдением принципа «от простого к сложному». Это позволяет дать углубленные знания и представления студентам химико-технологических специальностей и ознакомить с современными теориями и закономерностями студентам нехимических специальностей.

Использование интеллект-карт при разработке учебно-методического обеспечения для изучения курса «Органическая химия» подтвердило высокий организационный потенциал этого инструмента структурирования отдельных разделов и тем изучаемой дисциплины для повышения результативности учебного процесса [1]. При планировании структуры теста по каждому модулю нами разрабатывалась креативная интеллект-карта. Структурирование последней осуществлялось с учетом содержательного наполнения изучаемого раздела, которое сразу же позволяло выявить третий вектор этой карты, отражающий порядок изложения изучаемого материала в определенной логической последовательности для каждого класса соединений.

При разработке образовательных модулей дисциплины мы традиционно стремились использовать единые теоретические принципы: электронное строение атома углерода и его химических связей, взаимное влияние атомов в органических молекулах (электронные и пространственные факторы), сопряжение и ароматичность, кислотность и основность органических соединений, механизмы важнейших типов органических реакций, стереохимическую направленность химических процессов. Выбор фактического материала диктуется необходимостью отображения четкой взаимосвязи между структурой и химическими свойствами органических веществ [2, 3].

Была проделана большая подготовительная работа по отбору фактического материала этой обширной темы и созданию первичного варианта структуры нового модуля. Интеллект-карта, положенная в основу формирования концепции будущего модуля для любой учебной программы, должна включать указанные ниже подразделы (рис. 1).

Галогенопроизводные углеводородов относятся к тем классам органических соединений, которые составляют представительную основу для формирования химического мышления и решения проблемы «структура-свойства». Мы переходим от углеводородов к их галогенопроизводным как первым функциональным производным и уже на этапе характеристики их электронного строения и физических свойств имеем прекрасную возможность проиллюстрировать эту взаимосвязь. Тенденции в изменении таких физических характеристик как температуры кипения, относительная плотность, растворимость могут иллюстрироваться не только виртуально, но и реальными экспериментами на лабораторном практикуме. В последующем курсе не так часто встречаются столь разительные изменения в свойствах, связанные с заменой одного атома.

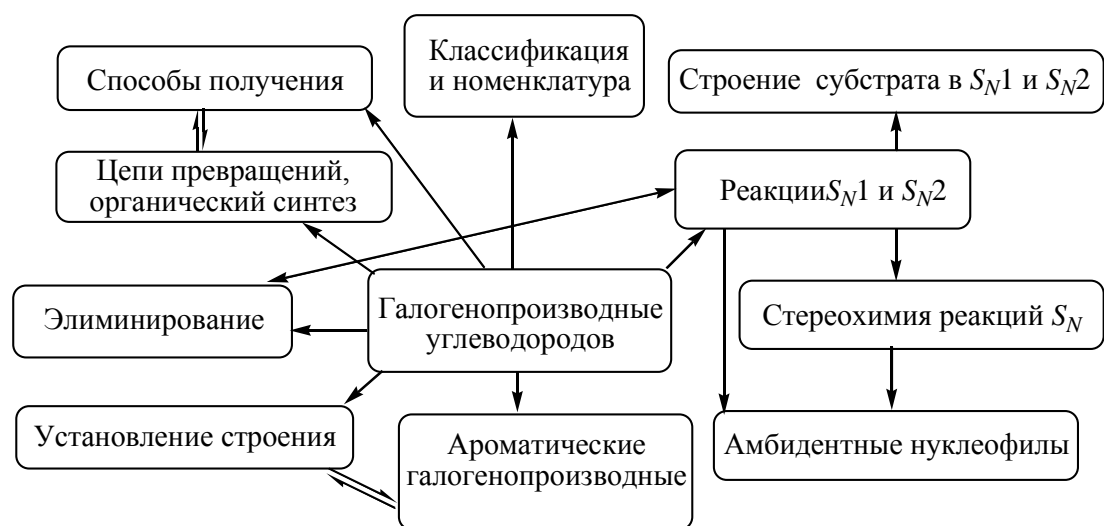


Рисунок 1 – Интеллект-карта модуля «Галогенопроизводные углеводородов»

Нельзя не подчеркнуть важность галогенопроизводных углеводородов как необходимых и зачастую единственных синтонов при переходе к другим функциональным производным углеводородов – как азот-, так и кислородсодержащим.

При составлении тестовых заданий по этой теме кроме односложных заданий, рассчитанных на студентов со средним уровнем знаний, в которых требуется выбрать вещество или реакцию, было обращено внимание на комплексные задания типа задач на установление строения, цепочки превращения, задач на соотношение реакционной способности соединений разной структуры. Последний формат заданий хорошо зарекомендовал себя, поскольку заставляет студента не только написать формулы соединений и сопоставить их структурные особенности с позиций статической молекулы, но и с позиций стабильности интермедиата, образующегося на том или ином этапе химического процесса.

После составления интеллект-карты мы приступили к формированию базы тестовых вопросов, которую можно было бы использовать для составления тестов для текущего контроля знаний и итогового контрольного тестирования по обновляемому модулю. В соответствии со структурированием материала, приведенным в интеллект-карте, было создано десять одноименных категорий, для каждой из которых был разработан интерфейс предполагаемых вопросов. С помощью шаблона Test GIFT and XML каждая категория наполнялась по крайней мере 20 вопросами.

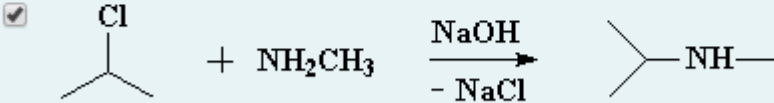
К примеру, для формулировки заданий в категории «Реакции S_N1 и S_N2 » был выбран тип вопросов «множественный выбор» (рис. 2).

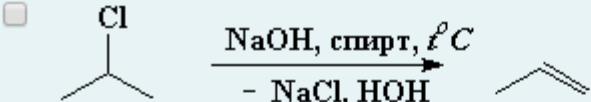
Это задание позволяет студентам ознакомиться с широким ассортиментом реакций нуклеофильного замещения с участием галогенопроизводных углеводородов и обратить их внимание на важность условий протекания реакций, которые могут сделать процессы элиминирования преобладающими, как в случае реакции 2 в приведенном вопросе. Можно обратить внимание на то, что дистракторы в виде уравнений реакций введены непосредственно в строку ответов, а не

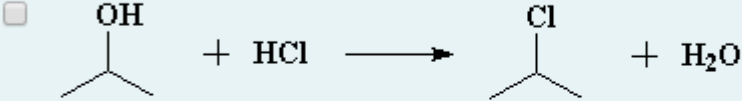
обозначены буквами или цифрами. Среди приведенных вариантов ответов отсутствуют нереальные реакции или неточные условия их протекания. Каждая строка, приведенная в виде возможных ответов, носит обучающий характер.

В каких из приведенных ниже реакций галогенопроизводные углеводородов являются алкилирующими средствами:

Выберите один или несколько ответов:







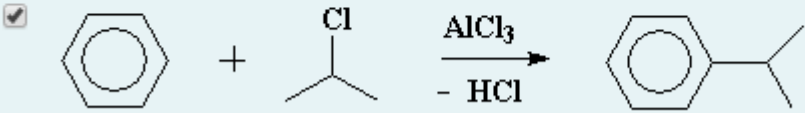


Рисунок 2 – Интерфейс вопроса «множественный выбор», созданный с помощью шаблона Test GIFT and XML

В категории заданий «Строение субстрата в S_N1 и S_N2 » необходимо выбрать ряд, в котором приведенные соединения расположены в порядке возрастания скорости реакции. Например:

Расположить в ряд по увеличению скорости щелочного гидролиза по S_N2 механизму:

а) 2-бромпентан; б) 1-бромпентан; в) 1-бром-3,3-диметилпентан; г) 2-бром-2-метилпентан.

- Ответы: 1) а д б в;
 2) д а в б;
 3) в а б д;
 4) б в а д.

Чтобы правильно выбрать ряд, студенту необходимо определить характер каждого соединения, написав формулы, и составить эти соединения в ряд в определенной последовательности. Затем выбрать этот ряд из возможных приведенных и указать ответ цифрой. В настоящей работе мы отказались от принятой ранее для таких заданий формы представления тестового задания, убрав хаотичные ряды дистракторов.

Представление ответов в виде готовых рядов, три из которых неправильные, является не совсем методически правильным. При составлении этого вида вопросов в тестовом формате целесообразнее использовать не форму задания в виде «множественный выбор», а форму вопросов «на сопоставление». Тогда упомянутое выше задание имеет вид, представленный на рис. 3.

Расположите в ряд по увеличению скорости щелочного гидролиза (1-наименее активный, 4-наиболее активный) следующие субстраты в реакции S_N2 :

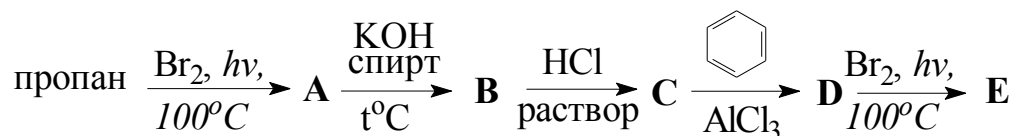
2-бромпентан	2
1-бромпентан	4
1-бром-3,3-диметилпентан	3
2-бром-2-метилпентан	1

Рисунок 3 – Интерфейс вопроса «на сопоставление», созданный с помощью шаблона Test GIFT and XML

При выполнении задания студенту необходимо расставить цифры против каждого вещества в порядке увеличения реакционной способности. В этом варианте задания нет необходимости соотносить вещества с буквами. Это не только сокращает время, затраченное на выполнение подобного задания, но и исключает техническую ошибку, допущенную вследствие случайной перестановки букв.

В категории «Цепи превращений. Органический синтез» использованы различные методы получения галогенопроизводных углеводородов (из алканов, непредельных углеводородов, аренов) и их химические свойства (реакции нуклеофильного замещения в алифатическом и ароматическом ряду с использованием, в том числе, амбидентных нуклеофилов, реакции элиминирования). Зачастую переход от углеводородов к их функциональным производным невозможен напрямую, и галогенопроизводные выступают как замечательные синтоны как при построении углеродного скелета, так и при его функционализации. Ответы к тестовым заданиям даются в более простых случаях в виде названий по систематической номенклатуре либо в более сложных случаях в виде структурных формул и не всегда являются однозначными. Формат вопросов к одной и той же цепочке превращений может быть представлен в открытом виде (вопрос – «множественный выбор» в виде названий или структурных формул), так и в закрытом (вопрос – «числовой» или «короткий ответ») (табл. 1).

Таблица 1 – Примеры вариантов ответов в цепочке превращений



Тип вопроса	Формулировка к ответу	Вид ответа
Множественный выбор	Укажите название соединения E	<input type="radio"/> 1-бром-2-фенилпропан <input checked="" type="radio"/> 2-бром-2-фенилпропан <input type="radio"/> 2-бромизопропилбензол <input type="radio"/> 3-бромизопропилбензол
Числовой ответ	Укажите число атомов в молекуле соединения E	21
Короткий ответ	Укажите брутто формулу вещества E	C ₉ H ₁₁ Br

Для выполнения заданий подобного типа необходимо знать основные способы получения галогенопроизводных углеводородов, их химические свойства, номенклатуру органических соединений, условия направленных химических трансформаций. Только выполнив всю схему превращений, можно определить основной продукт или продукты. В качестве ответа можно использовать и комбинацию превращений, представив ответ как задание на сопоставление.

В категории «Стереохимический результат S_N-реакций» оптимальным оказался тип вопроса «на сопоставление» (рис. 4).

Соотнесите приведенные реакции с их стереохимическим результатом:

Reaction 1: CC(Br)CC + NaOH >> H2O (dropdown: Выберите...)

Reaction 2: CC(C)(Cl)C1=CC=CC=C1 + H2O >> (dropdown: Выберите...
 обсуждение стереохимического результата является беспредметным
 рацемизация
 сохранение конфигурации
 обращение конфигурации)

Reaction 3: CCCC(Cl)C + NaCN >> DMSO (dropdown: Выберите...)

Reaction 4: CC(C)C(C)(Br)C(C)(C)C + NaI >> ацетон (dropdown: Выберите...)

Рисунок 4 – Вариант использования вопроса «на сопоставление» из категории «Стереохимический результат S_N-реакций»

Вывод. Созданная база тестовых заданий была использована для формирования тестов для самоконтроля и контрольного тестирования по теме «Галогенопроизводные углеводов». В соответствии с требованиями учебной программы студенту необходимо выполнить правильно 60 % заданий теста для получения зачетной оценки. В осеннем семестре 2021-2022 учебного года данные тесты были апробированы на 96 студентах 2 курса специальностей «Биотехнология» и «Технология лекарственных препаратов» и 30 студентах специальности «Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции». Использование созданной базы тестовых заданий подтвердило высокий образовательный потенциал разработанного учебно-методического обеспечения.

Литература

1. Бьюзен, Т. Интеллект-карты. – Минск: МИФ, 2019. – 208 с.
2. Кузьменок Н. М., Толкач О. Я. Корректировка учебных программ по органической химии с учетом потенциала дистанционного обучения / Проблемы и основные направления развития высшего технического образования: материалы XXIV науч.-метод. конф., Минск, 25–26 марта 2021 г. – Минск: БГТУ, 2021. – 90–92 с.
3. Адаптация типовых задач по органической химии к формату компьютерного тестирования / Н. М. Кузьменок, О. Я. Толкач, С. Г. Михалёнок, В. С. Безбородов // Проблемы и основные направления развития высшего технического образования: материалы XXIV науч.-метод. конф., Минск, 25–26 марта 2021 г. – Минск: БГТУ, 2021. – 87–89 с.

СЕКЦИЯ 3. ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО

УДК 331.101

КОУЧИНГ КАК ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ

¹Аснович Н. Г., ²Семашко Ю. В.

¹Белорусский национальный технический университет Минск, Беларусь,
Nicka6@yandex.ru

²Белорусский национальный технический университет Минск, Беларусь,
nirs_2010@mail.ru

В условиях рыночной экономики необходимым условием выживания организации является поддержание ее конкурентоспособности, которая обеспечивается наличием различных ресурсов, одним из которых являются трудовые ресурсы. Конкурентная борьба перешла на новый уровень, не связанный с привычным качеством товара, а дизайн, гарантия и имидж, соединенные с интеллектом человека и его личностью. Сегодня в повседневной практике используются новейшие технологии, которые появляются и активно развиваются. Они предъявляют совершенно новые требования к навыкам людей и их компетенциям, которые влияют на эффективность работы. В деятельности любой организации персонал играет главную роль, делая продукты и услуги уникальными. А это является одним из важнейших факторов достижения успеха организации. Поэтому профессиональному развитию персонала и поиску новых методик и подходов к его обучению сегодня уделяется особое внимание.

Коучинг рассматривается как разновидность индивидуальной поддержки людей, которые стремятся к профессиональному и личностному росту.

Коучинг – это деятельность которая ставит своей целью помочь в развитии потенциала человека или группы, и применяющая для этого специальные методы.

В работе организации коучинг является непрерывным процессом общения менеджера и служащего. Он способствует успешной деятельности компании и, профессиональному становлению сотрудника.

Слово «коуч» не является новым. Оно закрепилось в Англии в XVI веке и имеет венгерское происхождение. В 80-х годах XX века коучинг официально был признан в бизнесе. Сегодня существует около 500 видов коучинга. Благодаря Международной Федерации коучей в Америке профессия коуча официально признана в 2001 году.

Сегодня этот термин широко применим во многих экономически развитых странах, а технология коучинга помогает развить новые навыки и достичь больших успехов.

Процесс, в котором коуч не выступает в роли консультанта, дающего советы или рекомендаций, а происходит взаимодействие равных партнеров и есть коучинг.

Коучинг предназначен для всех, кто хочет сделать свою жизнь успешной и, если клиент не определился чего же он хочет, коуч поможет выяснить его истинные желания.

В корпоративном коучинге первостепенной задачей коуча является определение индивидуальных целей сотрудника и возможности их интегрирования в цели организации, а также возможности достижения собственных целей.

Основными принципами коучинга являются осознанность и ответственность.

Сегодня коучинг является один из самых перспективных и активно применяемых методов развития персонала организации. В последнее время он существенно расширил количество методов и моделей работы с персоналом [1].

Коучинг является самым современным, разноплановым и эффективным способом развития и обучения персонала. Коучинг можно рассматривать как процесс партнерства, который повышает и стимулирует креативность, раскрывает личный и профессиональный потенциал.

В работе с персоналом самым важным является раскрытие потенциала каждого сотрудника за счет стимулирования его личностного и карьерного роста, что делает его работу максимально эффективной.

Коучинг позволяет расширить мышление и найти новые неординарные пути принятия решений.

Сегодня коучинг рассматривают как особый стиль менеджмента, в котором взаимодействие руководителя и сотрудников приводит к повышению эффективности выполнения работ, мотивации и формированию личной ответственности.

В последнее время появилось новое направление – управление персоналом в стиле коучинг, которое рассматривают как современную технологию XXI века.

Сегодня для управления человеческими ресурсами можно применять самые различные способы и подходы. Коучинг выступает как инструмент влияния на результаты деятельности людей и всей организации. Он помогает в поиске творческого потенциала сотрудников, самостоятельно принимать решения, проявлять инициативу и брать на себя ответственность.

Главная задача коучинга заключается в стимулировании саморазвития и самообучении для приобретения навыков в получении необходимых знаний в процессе своей деятельности. Основные задачи коучинга в управлении персоналом:

- решение межличностных проблем;
- развитие уверенности в собственных силах;
- укрепление самосознание;
- приобретение новых навыков;
- снижение уровня стресса;
- оценка уровня мотивации;
- профессиональный рост и продвижение по карьерной лестнице;
- делегирование полномочий;
- успешное ведение переговоров;
- формирование команды единомышленников [2].

Коучинг помогает повысить уровень межличностных отношений и более эффективно разрешать конфликтные ситуации в коллективе, а также улучшить взаимодействие руководителями с подчиненными.

По данным консалтинговой компании сегодня около 50 % компаний используют коучинг в управлении организацией. Согласно исследований Metrix Global, рентабельность инвестиций в коучинг для руководителей составила 788 % за счет увеличения производительности и удовлетворенности сотрудников. 77 % респондентов утверждают, что коучинг оказал значительное влияние на один из девяти бизнес-показателей, что эффективность его применения [3].

Инновационность и преимущества использования коучинга в управлении заключается в том, что эта методика дает человеку возможность открыть и в дальнейшем развивать такие навыки и способности, которые окажутся полезными ему в будущем.

Коучинг направляет все силы сотрудника на повышение эффективности и воспитание лидерских качеств, работая с не раскрытым потенциалом и его внутренними резервами. По данным опроса международной федерации коучинга (ICF) о ценности и использовании коучинга в работе с персоналом получили следующие результаты:

- улучшение отношений – 73 %;
- улучшение коммуникативных навыков – 72 %;
- улучшение уверенности в себе – 80 %;
- улучшение качества жизни – 43,3 %;
- повышение осознанности – 69 %;
- постановка более масштабных целей – 63 %;
- снижение уровня стресса – 57.1 %;
- улучшение управления бизнесом – 61 %;
- улучшение эффективности команды – 51 % [3].

Основные принципы коучинга:

- решение проблем на более глубоких уровнях, так как обычно проблемы рассматриваются поверхностно, без выяснения первопричины;
- не дает готовых решений, а помогает в обучении;
- при помощи небольших задач достигаются поставленные цели;
- для решения задачи ответ можно поискать в самой задаче;
- людей рассматривают с учетом их будущих достижений;
- концентрация внимания на задачах без учета их сложности.

Сегодня директивный стиль управления можно заменить более современной технологий – коучинг.

Так директивный стиль, характеризующийся строгим подчинением и выполнением чётких указаний и инструкции, сменяется более эффективным взаимодействием по различным вопросам и дает сотруднику возможность раскрыть свой внутренний потенциал в интересах организации. Основные достоинства применения коучинга в организации:

1. При управлении персоналом организации необходимо помнить об эмоциональной удовлетворённости людей. Коучинг не только помогает улучшить взаимоотношения, но и дает возможность сотрудникам получать эмоциональную удовлетворённость от работы, что мотивирует его на качественное труд.

2. В развитии персонала организации важным является не только обучение на курсах, семинарах и тренингах. Сегодня особое внимание уделяется раскрытию внутреннего потенциала каждого сотрудника. Применяя коучинг человек, обладающий потенциалом, может его раскрыть, что существенно поможет ему в дальнейшем развитии и повышении эффективности его работы.

3. Коучинг является инструментом, способствующим повышению продуктивности сотрудников за счет развития их лучших качеств в работе на благо организации.

4. Коучинг помогает учиться при использовании в обучающем процессе. Применение коучинга в управлении позволяет сотрудникам, прошедшим обучение, адаптировать полученные знания к специфике своей работы и эффективно их применять на практике.

5. Мотивация персонала на основе поощрения и наказания становится не актуальной. Коучинг помогает раскрыть и реализовать потенциал сотрудника, а также получить удовлетворение от самой работы. Повышенная самооценка мотивирует сотрудников на эффективную и качественную работу.

6. Чтобы организация могла эффективно работать руководитель нуждается в информации о наличии и возможностях скрытых ресурсов, имеющихся в его распоряжении. Только при использовании коучинга открываются скрытые таланты сотрудников, и появляется возможность решения практических проблем за счет тех, кто регулярно с ними сталкивается.

Коучинг на 100 % использует рабочий потенциал организации.

7. Коучинг улучшает взаимоотношения и климат в коллективе. Возможность открыто общаться, получать ответы на возникающие вопросы, поддерживая атмосферу взаимного доверия и уважения, что в будущем положительно скажется на производительности сотрудников.

8. Коучинг позволяет руководителю сэкономить время и не требует дополнительных временных затрат. Они появляются при обучении и на этапе внедрения коучинга. Сотрудники, прошедшие коучинг, позволяют менеджерам высвободить время для выполнения других более важных функций [4].

Главным преимуществом коучинга является экономия такого важного стратегического ресурса как времени.

9. Коучинг является инструментом поощрения для сотрудников, вносящих креативные предложения. Они мотивированы вносить предложения по улучшению бизнес-процессов организации, так как знают, что их идеи будут приняты и одобрены.

10. В атмосфере уважения и признания, когда возникают критические ситуации, люди готовы защищать и отстаивать интересы своей организации. Временное ухудшение условий труда и дополнительная работа воспринимаются с пониманием.

11. Гибкости и приспособляемость современных компаний на прямую связана с усилением конкуренции, появлением новых инновационных технологий, экономической и социальной нестабильностью в мире. Коучинг помогает очень быстро и легко приспособиться к любым изменениям [5].

Сегодня коучинг это наиболее эффективный стиль управления персоналом и мощный инструмент, при помощи которого можно добиться существенных результатов в управлении организации.

В последнее время коучинг показал себя как один из инновационных инструментов управления персоналом и организацией в целом, а также как наиболее востребованных метод обучения и развития персонала организации.

Литература

1. Коучинг как новая модель развития персонала [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studbooks.net/1505805/menedzhment/>. – Дата доступа: 10.04.2022.

2. Коучинг как метод развития персонала организации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ekonomika.snauka.ru/2017/04/14476>. – Дата доступа: 10.04.2022.

3. Статистика коучинга: рентабельность коучинга в 2021 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://coachuniver.ru/>. – Дата доступа: 10.04.2022.

4. Коучинг в управлении персоналом. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.education.ua/blog/31306/>. – Дата доступа: 12.04.2022.

5. Эффективность применения «коучинга» предприятиями в области карьерного роста и личностного развития персонала [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bstudy.net/921014/ekonomika/>. – Дата доступа: 12.04.2022.

КООРДИНАЦИЯ ОТРАСЛЕВОГО РАЗВИТИЯ В РАМКАХ КЛАСТЕРНЫХ СТРУКТУР

¹Семашко Ю. В., ²Аснович Н. Г.

¹*Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,
nirs_2010@mail.ru*

²*Белорусский национальный технический университет Минск, Беларусь,
Nicka6@yandex.ru*

Важной составляющей экономики страны является отраслевое развитие региона, высокий уровень которого может стать основой устойчивого экономического роста страны. В данной статье представлен обзор зарубежного опыта координации отраслевого развития в рамках кластерных структур в таких странах, как Германия, Великобритания и Финляндия. В рамках каждой страны дан краткий анализ характерных особенностей создания кластерных структур в системе взаимодействия «тройная спираль».

Согласно определению, представленному в энциклопедическом словаре термин «политика» может трактоваться либо как «искусство управления государством», либо как «общественную деятельность, направленная на защиту тех или иных социальных интересов». Помимо этого, существует подход, согласно которому политика может выступать как «наука о целях государства и средствах их достижения» [1].

В процессе эволюции необходимой частью существования и развития общества становится экономическая политика, в рамках которой рассматриваются различные альтернативы организации социально-производственной и экономической деятельности общества.

Теоретический вектор «экономической политики» складывается в результате анализа закономерностей, выявленных при соотнесении постулатов экономической теории с инструментарием государственного регулирования. Таким образом можно сделать вывод, что текущие экономические процессы не только значительно зависят от решений, основанных на увязке поставленных целей и политических интересов страны, но и подвержены государственному регулированию, основанному на использовании конкретных правил, предлагаемых экономической политикой.

Используя всю совокупность экономических законов, экономическая политика предлагает обществу возможность своевременно и гибко адаптироваться к назревшей необходимости прогрессивных изменений в его развитии. Политическая поддержка таких изменений, осуществляемая с выделением главных звеньев в развитии экономики, не только не нарушает, а скорее позволяет достигнуть общего баланса экономической жизни страны или региона. Понимая экономические законы развития общества, их систему и характер действий, особенно в процессе интеграции друг с другом, помогает государственным органам власти осознанно выбирать наиболее надежные и перспективные ориентиры в политике.

Следовательно, стратегическое значение при реализации экономической политики должно отводиться реальной экономике страны, экономическому строю, закреплённым законодательно и постулатам экономической теории, если они отвечают сложившимся обстоятельствам, а не являются личными предпочтениями правительства.

Такие макроэкономические показатели как объём и динамика ВВП, доходы, потребление, цены, уровень занятости и безработицы оказывают определенное влияние на выбор механизмов экономической политики, поэтому от правильного целеполагания зачастую зависит конечный результат не только общественных или коллективных, но и личных усилий граждан.

Целенаправленное воздействие государства на микро- и макроэкономические процессы в целях поддержания стабильности экономического развития или его изменения в нужном обществе направлении является основой государственной экономической политики. Исходя из этого, регулярную экономическую политику можно представить в виде цепочки взаимосвязанных эпизодов:

- появление объективных трудностей;
- политические действия, включающие оценку трудностей;
- принятие решений и их законодательное утверждение;
- оценка экономического эффекта посредством ответной реакции рынка и его экономических агентов.

Необходимо отметить, что понятие государственной экономической политики несколько шире определения государственного экономического регулирования, так как в основе первой может лежать принцип невмешательства государственных органов власти в хозяйственную жизнь страны. Включая в себя определенные институты (министерство финансов, центральный банк и т. д.), государственное регулирование воздействует на конкретный сектор экономики, имеющий слабый рыночный механизм или рыночный механизм, не выполняющий свои функции.

Следовательно, цели государственной экономической политики и цели государственного регулирования могут совпадать только в том случае, если рынок не в состоянии самостоятельно решить задачи, поставленные при реализации того или иного варианта экономической политики.

Государственные органы могут осуществлять вмешательство в экономическую деятельность страны как напрямую, расширяя государственную собственность за счет материальных ресурсов, законодательства и управления производственными организациями, так и косвенно, посредством использования инструментария экономической политики.

Начиная с конца XX века широкое распространение в мировой экономической практике получила кластерная модель регионального промышленного развития – успешный симбиоз государства, науки и бизнеса. Данный вид интеграции направлен на оптимизацию производственной деятельности посредством сокращения транзакционных издержек и переориентации вспомогательной инфраструктуры на более эффективное обслуживание технологического процесса.

Главное отличие кластерного подхода заключается в том, что он позволяет государственным органам власти совмещать политику координации территориального и отраслевого развития страны с одновременным решением проблем регионального и отраслевого развития. При этом не существует единого сценария реализации кластерной стратегии, каждая страна разрабатывает свои специфические правила регулирования и внутреннего взаимодействия участников кластеров. Однако, при некотором разнообразии сценариев, существует одно неизменное условие успешного функционирования любого кластера: действия бизнеса и региональных властей должны быть скоординированы.

Эксперты и участники успешно развивающихся кластеров, рассуждая об эффективном функционировании кластерных структур, в целом приходят к единому мнению, в основе которого лежит идея «тройной спирали» или взаимодействие трех групп: бизнеса, власти и науки. Отсутствие хотя бы одного элемента, с их точки зрения, делает невозможным формирование полноценных промышленно-инновационных кластеров. Свою уверенность теоретики и практики кластерного развития обосновывают тем, что кластерная инициатива посредством совместных организационных усилий бизнеса, научно – исследовательских институтов и государства не только может помочь в создании новых кластеров, но и решить проблемы действующих кластерных структур, увеличив тем самым темпы роста и конкурентоспособность определенного региона.

Отличительные особенности современных инновационных кластеров имеют достаточно широкий диапазон. Наиболее важными из них являются:

- создание инновационных технологий, способных частично заменить материальное производство;
- равноправное партнерство научно – исследовательских организаций, государства и бизнеса в формировании инновационной политики и расширении инновационной деятельности;
- стимулирование процесса обмена знаниями и функциями между институциональными сферами;
- свободная мобильность трудовых факторов производства из одного институционального сектора в другой.

В условиях экономического кризиса, заставляющего искать новые формы функционирования предприятий, дающие возможность повысить их конкурентоспособность, анализ кластерообразований достаточно актуален. Исследование конкретной территории (региона) с точки зрения ее (его) привязки к конкретной отрасли, с индивидуальной историей и спецификой развития, значительно расширяет и дополняет отраслевой подход.

Развитие конкурентных преимуществ регионов и отраслей, формирующих кластерные структуры, должно основываться на создании и эффективном использовании системы взаимного сотрудничества основных участников кластера. Центральная роль в данном случае должна отводиться государственным органам власти, исполняющих роль координатора общего взаимодействия. На сегодняшний день именно региональный кластер превращается в лидера, способного стать локомотивом экономического развития ведущих стран и регионов мира.

Обращаясь к опыту Германии можно отметить, что исторический опыт немецкого менеджмента и государственного управления, а также менталитет, сложившийся в обществе, стали причиной того, что регулирование кластерных структур в Германии носит ярко выраженную дирижистскую направленность, главным отличием которой является четко выстроенная система поддержки стагнирующих регионов, на территории которых начинают формировать кластеры. Поддержка таких регионов представляет собой программу, в рамках которой выделяются два основных направления:

1. Создание новых технологических фирм, стимулирующих развитие ключевых технологий. В этой связи оценке подлежат перспективные исследования, осуществляемые в рамках сетевой кооперации научно-исследовательских организаций и бизнеса, при этом в первую очередь поддержка оказывается наиболее развитым в экономическом отношении регионам.

2. Разработка и реализация сетевых программ, преследующих цель изменения структуры регионов. Начиная с конца 90-х годов XX века, именно данная группа стала пользоваться наибольшей поддержкой в связи с тем, что потребовалась инновационная переориентация экономики федеральных земель в восточной Германии.

Отличительными особенностями кластеров Германии считаются четкая структура и система целей, в основе которой лежит создание новаторских, приносящих пользу стране идей. При этом роль государственных органов власти заключается в разработке и реализации специальных федеральных программ (которые оцениваются с точки зрения наибольшей эффективности с учетом государственных потребностей) и координации деятельности бизнеса, работающего в уже существующих успешных кластерах, с учетом потенциального взаимодействия с развивающимися фирмами и регионами.

В отличие от Германии Великобритания использует либеральные методы государственного управления кластерными структурами. Центральный аппарат ведет учет кластерных образований, выявляя их и картографируя, после чего управление передается местным органам власти. Федеральный уровень принимает участие в финансировании и координирует функционирование кластеров. В целом можно отметить, что в Великобритании движется в направлении локального развития кластерных структур, предполагающего, что управление инновационным проектированием и организация деятельности инновационных субъектов должны осуществляться региональными властями, а созданием и развитием таких структур следует заниматься предпринимательскому сектору совместно с академическими структурами. Начиная с 1980 года, такие научно-исследовательские единицы как Эдинбургский центр трансфера технологий, Центр Технологий Стокбриджа, Центр по оценке загрязненности территории и исследованию возможности восстановления и т. д. активно взаимодействуют с бизнесом, под контролем правительства организовывая сети агентств и парков, занимающихся распространением технологий и передачей их производственным фирмам.

Формирование финских кластеров, предпосылкой создания которых стал поиск конкурентных преимуществ страны на мировом рынке, является еще одним сценарием реализации кластерного подхода. В основе данного сценария была положена Национальная промышленная стратегия, направленная на регулирование региональной кластерной политики в лесной и энергетической промышленности, здравоохранении, продовольствии, строительстве, цветной металлургии и т. д.

Активную роль в процессе кластеризации сыграло финское правительство, разработавшее «кластерные карты» для каждой отрасли. Фонды инновационного развития, созданные в стране, и исследовательские центры, функционирующие в каждом кластере, позволили развить технологии, используемые в отраслях, повысить уровень квалификации трудового ресурса и интеллектуальный уровень кластеров.

Таким образом можно сделать вывод, что координация отраслевого развития в рамках кластерных структур должна осуществляться посредством государственной поддержки инновационных отраслей, тесного контакта с исследовательскими фирмами и непосредственной помощи в интеграции сотрудничества между участниками кластеров, особенно на международном уровне.

В настоящее время региональные кластерные образования выходят на новый качественный уровень – взаимопроникновение кластеров, когда качество стратегии каждого кластера пропорционально зависит от долгосрочной стратегии государства, направленной на непрерывное развитие инноваций, повешение менеджмента качества и экологичность используемых технологий.

Литература

1. Зеленков, М. Ю. Политология (базовый курс) / М. Ю. Зеленков. – Минск: Юридический институт МИИТа, 2010. – 288 с.
2. Кокуева, В. В. Обзор зарубежного опыта реализации кластерной политики в развитии территорий / В. В. Кокуева, Ю. С. Церцейл // Российское предпринимательство, том 20 – № 1 – 2019.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ МЕТОДИЧЕСКОГО И ИНФОРМАЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

Соболенко И. А.

Белорусский национальный технический университет,

Минск, Беларусь, inna_sobolenko@mail.ru

Современные информационные технологии, применяемые при дистанционном обучении, играют большое значение в организации учебного процесса в вузе. С их помощью происходит общение преподавателей и студентов не только в учебных аудиториях, но и за пределами вуза. Процесс дистанционного обучения сопровождается экономией времени и средств, а также влияет на скорость изучения преподаваемых дисциплин. Еще совсем недавно эти процессы только набирали обороты и казались мало возможными [1].

Нынешнее поколение студентов хорошо осознает преимущества, применяемых при преподавании экономических и управленческих дисциплин информационных технологий. Исследования показывают, что использование мультимедийных средств обучения существенно повышает эффективность усвоения учебного материала, делают их наглядными, а также способствуют усовершенствованию процесса передачи информации от преподавателя к студенту [2]. Увеличивающийся с течением времени поток информации влечет за собой проблемы в усвоении новых знаний студентами вузов, что порождает необходимость совершенствовать учебный процесс, в том числе и при дистанционном обучении. При этом возникают проблемы методического и информационного обучения. Профессорско-преподавательский состав вузов столкнулся с проблемой заинтересованности студенческой аудитории в изучении учебных дисциплин. Стандартное чтение лекций и проведение семинаров уже не отвечают реалиям современного высшего образования. Необходимо совершенствовать методики преподавания с использованием мультимедиа, систем электронного обучения. Занятия должны проходить в интерактивной форме в режиме реального времени. Однако, в настоящее время в силу усугубления глобальных мировых проблем, в Республике Беларусь сократился тираж научной и учебной литературы. Университетские библиотеки не имеют достаточно средств для приобретение последних новинок учебной литературы [3]. Поэтому профессорско-преподавательскому составу приходится в большей степени самостоятельно разрабатывать методики с применением информационно-коммуникационные технологий и внедрять их в учебный процесс. Анкетирование профессорско-преподавательского состава МИДО БНТУ показало, что 90 % преподавателей активно используют в образовательном процессе современные учебно-методические материалы. Также было проведено выборочное анкетирование студентов МИДО об их отношении к используемым в учебном процессе средствам обучения. Его результаты показаны в табл. 1 и рис. 1.

Таблица 1 – Использование информационных технологий студентами МИДО БНТУ

Форма учебного занятия	Учебное время, %		
	Новые методики и технологии (НМТ)	Традиционные методики и технологии (ТМТ)	Всего
аудиторная	11,4	4	15,4
дистанционная	65,6	8,2	73,8
управляемая самостоятельная работа	7,2	3,6	10,8
Итого:	84,2	15,8	100

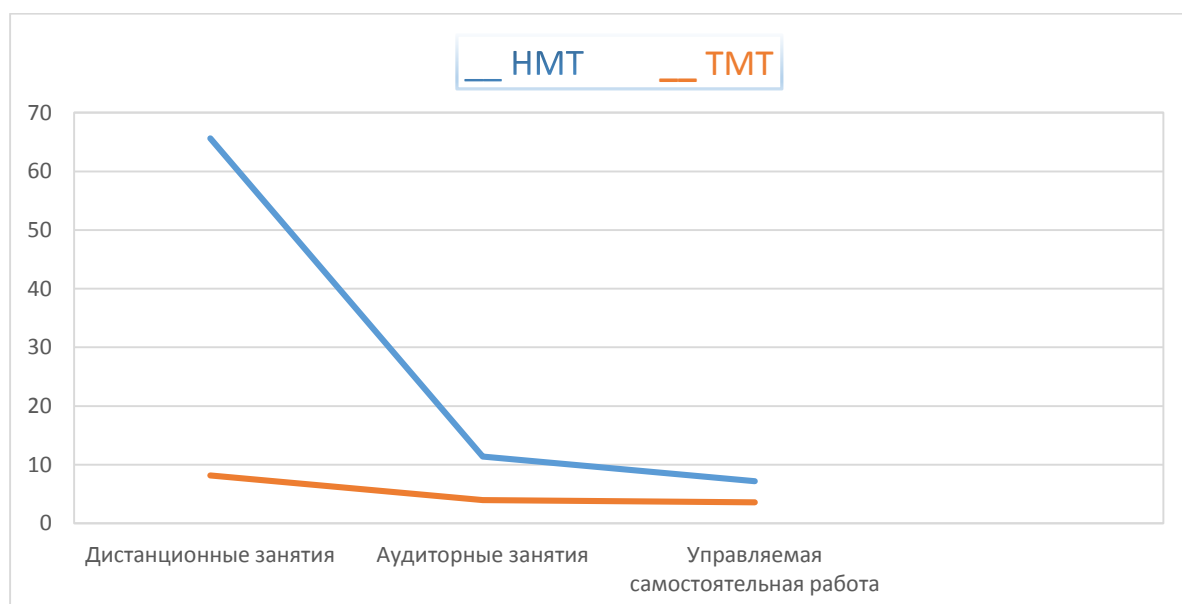


Рисунок 1 – Графическое изображение использования информационных технологий студентами МИДО БНТУ

Таким образом, данные табл. 1 и рис. 1 показывают, что студенты МИДО БНТУ в большей степени предпочитают дистанционную форму обучения – 73,8 % по сравнению с аудиторной формой – 15,4 %. Новые методики и технологии преподавания выбрали 84,2 % студентов, а традиционные занятия хотели бы посещать всего 15,8 %. Из этого следует, что основная масса студентов хочет активно использовать современные методики и формы обучения.

В то же время разработка методического и информационного обучения имеет ряд проблем. Для эффективного применения информационных технологий при дистанционном обучении необходимо специальное программное обеспечение, современные компьютерные классы, а также привлечение высококвалифицированных специалистов [4]. Для преподавателей это ещё и умения в области новых информационных технологий, осмысление их сущности, навыки их

применения. В МИДО БНТУ имеется 3 компьютерных класса, оборудованных современными коммуникационными техническими средствами. На компьютерах установлен интернет, необходимое программное обеспечение. Для диалогового общения преподавателей и студентов установлена система управления обучением Moodle. Скриншот страницы содержимого курса «Международная экономика» в системе Moodle представлена на рис. 2.

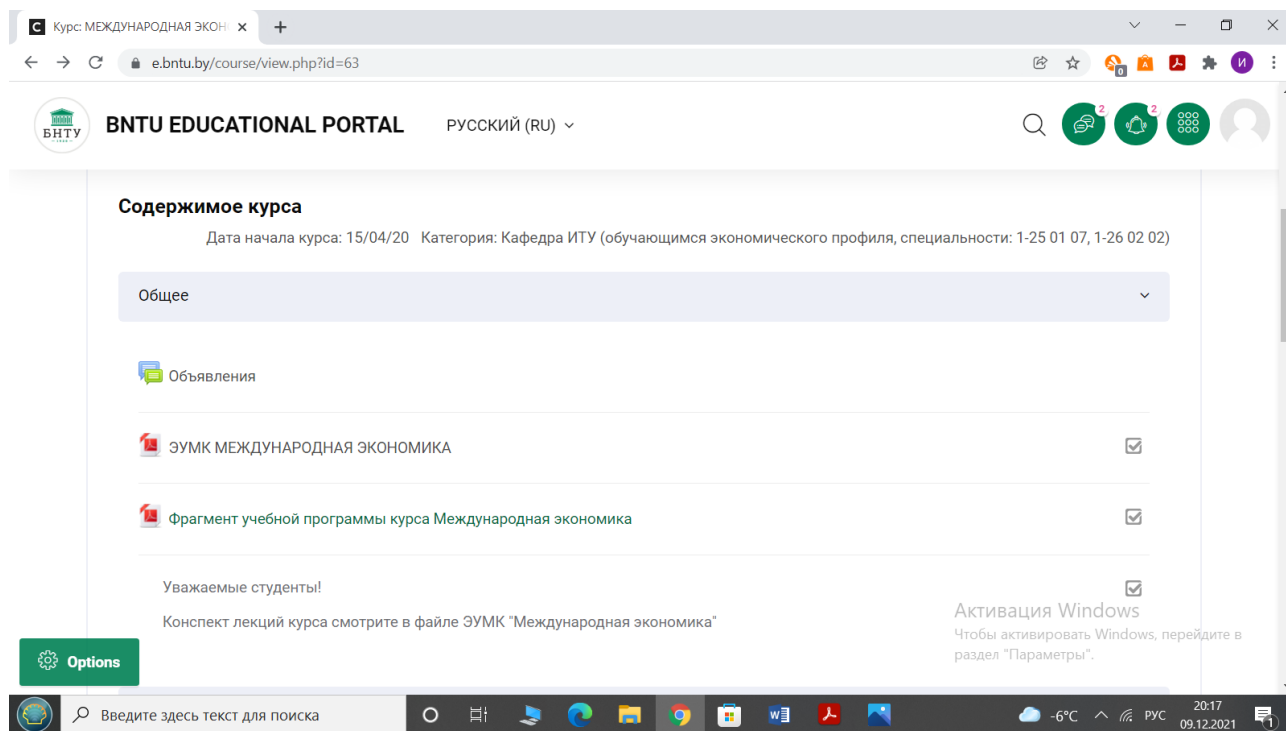


Рисунок 2 – Скриншот страницы содержимого курса «Международная экономика» в системе Moodle

Использование виртуальной обучающей среды Moodle в учебном процессе кафедры «Информационные технологии в управлении» МИДО БНТУ позволяет преподавателям и студентам использовать новые методики и технологии. Это динамическая обучающая среда, в которой доступны различные возможности для отслеживания успеваемости студентов, создание учебных курсов, тестирование, показ презентаций и др. Платформа интегрируется с большим количеством программного обеспечения, включая инструменты для общения, совместной работы, управления документами и другие приложения для повышения производительности.

Использование в учебном процессе кафедры корпоративной платформы Teams позволяет записывать и транслировать видеолекции, проводить интернет-конференции, интернет-трансляции. Данная платформа используется в режиме реального времени и позволяют студентам консультироваться с преподавателями, где бы они не находились. Также при помощи платформы Teams студенты дистанционно могут проходить тесты, сдавать зачеты и экзамены.

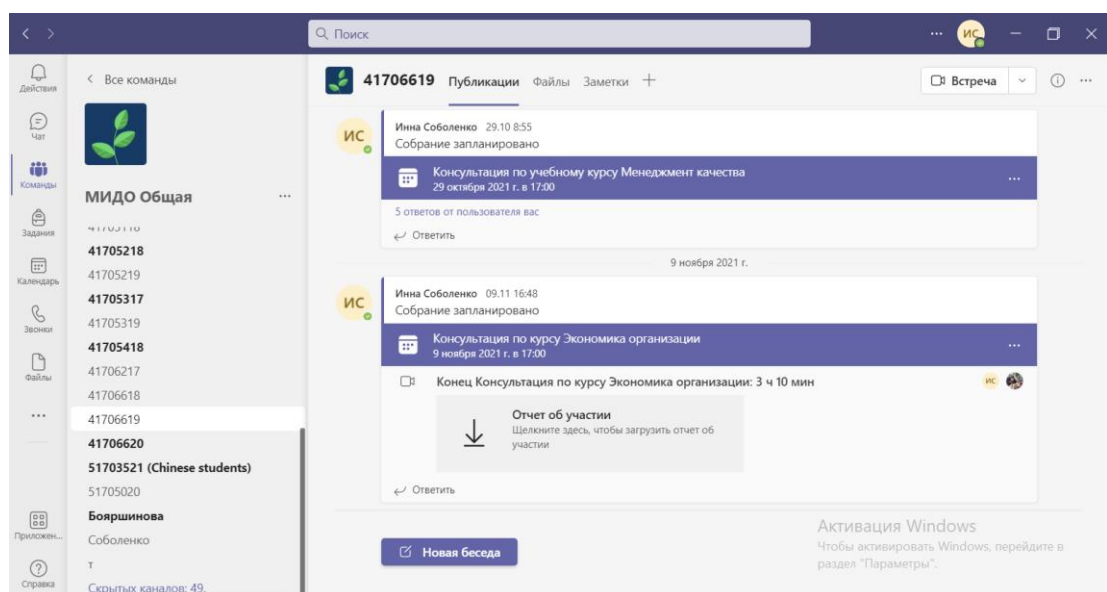


Рисунок 3 – Использование корпоративной платформы Teams в учебном процессе кафедры «Информационные технологии в управлении» МИДО БНТУ

Таким образом, дистанционное обучение с применением современных методик и информационно-коммуникационных технологий получает все более широкое распространение в учебном процессе вузов, поскольку способствует удовлетворению образовательных потребностей общества лучшими специалистами [5]. Примером разработки и успешного использования таких методик и технологий в Республике Беларусь является Белорусский национальный технический университет, а в частности его структурное подразделение Международный институт дистанционного образования.

Литература

1. Казлоўскі В. У., Сабаленка І. А., Вэйдзі Ч. Парадыгма канцэпцыі «Універсітэт 4.0» // Універсітэт адукацыйных інавацый. – 2019. – № 1. – 6–16 с.
2. Козловский В. В., Соболенко И. А. «Университет 4.0»: обусловленность и характерные особенности / Козловский, В. В., Соболенко, И. А. // ТехноОБРАЗ' 2019: Университет XXI века и его роль в опережающем развитии регионов: сборник научных статей участников XII Междунар. науч. конф. (Гродно, 14–15 марта 2019 г.) / редкол.: В. П. Тарантей (отв. ред.) [и др.]. – Гродно, 2019. – 81 с.
3. Козловский В. В., Платоненко Е. И., Борисенко П. И. Роль видеолекций в образовательном процессе высшей школы // Электронный научно-методический журнал «Университет образовательных инноваций». – 2018. – № 2. – 41–57 с.
4. Сабаленка, І. А. Інавацыйныя аспекты матывацыі і стымулявання працы прафесарска-выкладчыцкага складу ў параметрах канцэпцыі «Універсітэт +» (на прыкладзе кафедры інфармацыйных тэхналогій у кіраванні МІДН БНТУ) // Універсітэт адукацыйных інавацый. – 2019. – № 2. – 30–36 с.
5. Zhou Weidi, Vital Kozlovski, Inna Sobolenko. The Paradigm of the “University 4.0” Concept // Электронный научно-методический журнал «Университет образовательных инноваций». – 2019. – № 1. – 56 с.

THE BOUNDARY-LESS ORGANISATIONS IN MODERN BUSINESS

¹Trakhanau A. P., ²Sednina M. A.

*¹Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus,
alexandrtrahanov@gmail.com*

*²Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus,
sednina@bntu.by*

The boundary-less organization is an organization without any major structures. The main approach to business in this type of organization is to allow information to flow freely and ideas to be the driving force of efficiency, innovation, growth in the company. The main goal of such organization is surviving in an ever-changing world.

Among the advantages of the boundary-less organization, we can underline ability to leverage all employees' talents; faster response to market changes; enhanced cooperation and information sharing among functions, divisions and staff.

Disadvantages of the boundary-less organization are difficulties in overcoming silos inside it; lack of strong leadership and common vision. Also the possibility of employees being adversely affected by efficiency efforts and the possibility of organizations abandoning change if restructuring does not improve effectiveness quickly.

The main characteristics of a boundary-less organization are virtual collaboration; heavy use of technology; employee freedom to make decisions; flexible working hours; limited supervision; minimal corporate hierarchies; horizontal career growth; customer focus; emphasis on company values; etc.

The boundary-less organization is quite tech-savvy and will use the latest and greatest tools brought by technology to make it even easier to break borders such as flexible working schedules and virtual collaboration.

The boundary-less organization employees often have their own projects to work on and targets that they must meet. Employees of such an organization of this type, as a rule, bear full responsibility for their work. They also work hard to achieve the results expected of them, but employee freedom is greater as a result.

The boundary-less organization frequently has a workforce from many different countries with different cultures and different backgrounds. Consequently, such an organization contains very strong visions and core ethics and values that glue employees together regardless of their individual differences.

The boundary-less organization uses very little face to face communication between employees and relies heavily on technology such as email, social media, etc. This makes it possible for them to communicate with each other from wherever they without having to physically be in the same vicinity. Employees could use video conferencing and virtual collaboration software to communicate with each other and collaborate on projects without geographically barriers. Employees do not have to come to the office all the time. They have flexible working time-tables with most convenient time for them, considering different time zones. This makes it easier for the employees to achieve work-life balance.

The boundary-less organization also characterize as organization with the authority to make decisions is put squarely in the hands of employees. Employees can make

decisions and have complete responsibility for the tasks and projects. The company becomes more efficient and adoptable and can change more quickly.

There are four main types of boundary-less organizations such as hollow, modular, virtual and learning.

A hollow organization divides work and employees into core and non-core competencies. This is an outsourcing model in which an organization maintains its core processes internally but outsources non-essential processes. Hollow structures are most effective when the industry is cost-competitive and there are opportunities for outsourcing. An example of a hollow structure is a sports organization whose personnel management functions (such as payroll and benefits) are performed by external organizations.

A modular organization differs from a hollow organization in that product components are outsourced. In modular structures, the main part of the product can be stored within the company, and the secondary parts can be outsourced. Networks are added or removed as needed. For a modular structure to be possible, the product must be broken down into parts. For example, a computer manufacturer buys parts from different suppliers and assembles them in one place. Suppliers on the one hand and consumers on the other become part of the organization; the organization shares information and innovations with everyone. The customization of products and services is the result of flexibility, creativity, teamwork and agility. Business decisions are made at the corporate level, the level of departments, projects and individual team members.

A virtual organization (network structure) is collaboration between companies, institutions or individuals providing a product or service within a common business understanding. Organizations form partnerships with others – often competitors that complement each other. The collaborating divisions constitute a single organization.

A virtual organization is designed to be collaborative and created to respond to an exceptional and often temporary marketing opportunity. An example of a virtual structure is environmental conservation, in which several organizations provide employees to the virtual organization to preserve, for example, a historic site, perhaps for the purpose of generating economic benefits for partners.

A learning organization is an organization that is actively designed to acquire knowledge and change behavior as a result of newly acquired knowledge. In learning organizations, experimentation, learning new things, and reflecting on new knowledge are the norm. At the same time, there are many procedures and systems that facilitate learning at all levels of the organization.

All types of boundary-less organization have advantages and disadvantages and become popular in certain areas of business in our country and abroad

Among the most famous organizations that implement borderless organizational structures are such companies as Apple, Boeing, Airbus, Toyota.

Finally, the key to an effective organization without borders is the placement of adaptable employees at all levels. Modern management needs to abandon autocratic control in order to coach employees' creativity to achieve organizational goals. Employees should be proactive and creative for the good of the organization, and reward systems should recognize such employees.

ПОСТАВЩИКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ И ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Фролов И. И.

*Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, Минск, Беларусь,*

frolovigor@yandex.ru

Исходя из некоторых признаков, характерных для разных поставщиков образовательных услуг, можно выполнить их определенную классификацию в рамках данной статьи для возможности последующего описания инструментов организации дистанционного обучения, используемых в каждой выделенной группе. По мнению автора статьи, можно выделить три основные группы поставщиков образовательного контента: классические учебные заведения, такие как университеты, академии, институты, колледжи, школы; образовательные платформы, например, Coursera, Udemu, EDX и другие; индивидуальные создатели обучающих материалов, часто – не представляющие те или иные образовательные платформы или учебные заведения.

В основном фундаментальное, классическое образование предоставляют, как правило, университеты, институты, школы. То есть те образовательные институты (в широком понимании), которые сформированы на базе выработанной устоявшейся системы образования. Это могут быть как государственные учреждения, так и частные школы. Для данной категории характерны обязательная аккредитация в органах власти и управления образованием в государстве, разработанные и согласованные планы и программы обучения, широкий охват образовательных направлений даже в рамках одной специализации (касательно высшего образования), деление на ступени (школьное, среднее специальное, высшее образование), длительный период обучения. Для данной категории поставщиков образовательных услуг, вероятно, подойдет уже состоявшийся термин «учебные заведения».

В последние годы при необходимости повысить квалификацию, сменить направление деятельности на базе уже имеющегося образования люди всё чаще выбирают использование крупных образовательных платформ, таких как Coursera, Udemu, EDX. Подобные поставщики образовательных услуг пользуются популярностью как благодаря высокому уровню предоставляемых учебных материалов, так и за гибкость и простоту учебного процесса: полное отсутствие необходимости посещения учебного заведения как на этапе выбора направления обучения и оформления, включая финансовые операции, так и во время непосредственно учебы; возможность учиться по гибкому графику, самостоятельно выстраивая интенсивность процесса, из любой точки мира при наличии подключения к интернету; признание сертификатов многими работодателями, учитывая факт предоставления большого числа курсов ведущими мировыми университетами и крупными компаниями (MIT, Amazon Web Services и другие) [1]; возмож-

ность проходить обучение как по отдельно выбранному предмету, так и по специальности. Данная категория может быть описана также устоявшимся термином «образовательные онлайн-платформы».

Несмотря на широкое распространение образовательных онлайн-платформ достаточно сильную популярность приобретают индивидуальные создатели и поставщики образовательного контента. Зачастую к данной категории, которую, вероятно, можно описать словосочетанием «индивидуальные поставщики образовательных услуг», можно отнести отдельных людей, достигших определенного уровня профессионализма в своей области (хотя этот факт необязательно будет присутствовать в данной категории); небольшие компании, специализирующиеся на производстве или продаже определенной продукции, или предоставлении услуг, и задействующие образовательный контент в качестве одного из маркетинговых средств продвижения своего товара или услуг. Представители данной категории используют самые разные варианты обучающих материалов, однако, наиболее популярным является, как минимум, присутствие в YouTube, ведение и под-держка собственного видеоканала.

В зависимости от категории, согласно перечисленным характерным признакам, к которой относится поставщик образовательных услуг, можно выделить и основные инструменты, с помощью которых организован учебный процесс. Используемый инструментарий зачастую влияет и на степень удовлетворенности потребителя (учащегося/студента) качеством получаемых образовательных услуг.

Учебные заведения могут использовать разные варианты технических и программных продуктов для организации учебного процесса: от собственных разработок до готовых проприетарных рамочных решений, которые требуют лишь администрирования и наполнения контентом. Выбор может зависеть от направленности учебного заведения: гуманитарные институты, вероятно, отдадут предпочтение организовать техническую сторону образовательного дистанционного процесса с привлечением аутсорс-компаний, сопровождающих готовый продукт, в то время как технические IT-вузы могут пойти по пути реализации собственного решения, что будет объяснимо не только с точки зрения экономики, но и для поддержки собственного имиджа как создателя крупного онлайн-продукта, востребованного и протестированного тысячами пользователей. Кроме того, учебные заведения нуждаются не только в инструментах размещения контента, но и организации полноценного учебного процесса с ведением учетных данных студентов, их успеваемости, формировании статистики по результатам промежуточных аттестаций. Учитывая обширный перечень требований к организации учебного процесса, многие учебные организации выбирают вариант готового программного решения. Среди популярных опций можно перечислить доступные на рынке: Moodle, Ilias, WebTutor и другие [2].

Образовательные онлайн-платформы, такие как Coursera, Udemy, EDX, выступают в авангарде онлайн-образования, поэтому, как правило, это самостоятельные продукты с серьезной IT-поддержкой внутри компании.

Индивидуальные провайдеры обучающих услуг используют разнообразный перечень технических средств: онлайн обучение можно организовать, используя

подручные доступные бесплатные инструменты. Материалы готовятся в стандартных средствах Office; видео (лекции, физические тренировки, мотивирующие бизнес-тренинги и т. д.) может быть записано и смонтировано с использованием доступных видео-редакторов, система оценок и прогресса может вестись в «фоновом» режиме в стандартных электронных таблицах тьютора (по необходимости). Подготовленные материалы могут храниться в бесплатных облачных хранилищах; видео – доступно в YouTube. Общение с учащимися может проходить в мессенджерах (Telegram, Skype, Zoom).

На сегодняшний день уже сформирован достаточно широкий перечень провайдеров образовательных услуг в глобальном масштабе: выбирая источник получения дистанционных образовательных услуг, потребитель ориентируется на качество, популярность, отзывы студентов. Достаточно низкий порог входа на рынок предоставления образовательного контента (необходимо только желание, специального инструментария и навыков даже не требуется), формирует конкурентный рынок образовательных услуг, который, при качественном предоставлении услуг, будет приносить участникам прибыль.

Для более масштабного присутствия на рынке учебным заведениям, например, необходимо более широко использовать современные социальные сети, мессенджеры для рекламы; развивать и поддерживать YouTube-каналы для продвижения; создавать курсы разной длительности, содержания на разных языках для присутствия на глобальном рынке.

Литература

1. AWS Fundamentals Specialization [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.coursera.org/specializations/aws-fundamentals>. – Дата доступа: 04.04.2022

2. Обзор 9 платформ и сервисов для онлайн-обучения: возможности и решаемые бизнес-задачи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/platforma-onlain-obucheniya>. – Дата доступа: 04.04.2022