

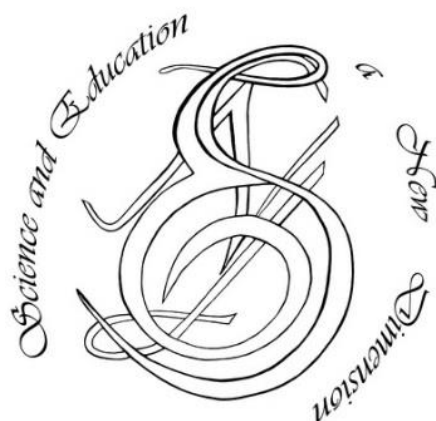
p-ISSN 2308-5258

e-ISSN 2308-1996

Natural and Technical Sciences, VII(26), ISSUE 215, 2019 Dec.

SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION

NATURAL
AND
TECHNICAL SCIENCES



www.seanewdim.com

p-ISSN 2308-5258

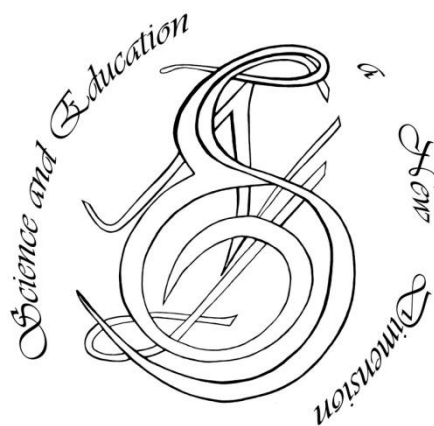
e-ISSN 2308-1996

VI(26), Issue 215, 2019 Dec.

SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26>

Natural and Technical Sciences



www.seanewdim.com

Editorial board

Editor-in-chief: Dr. Xénia Vámos

Honorary Senior Editor:

Jenő Barkáts, Dr. habil. Nina Tarasenkova, Dr. habil.

Andriy Myachykov, PhD in Psychology, Senior Lecturer, Department of Psychology, Faculty of Health and Life Sciences, Northumbria University, Northumberland Building, Newcastle upon Tyne, United Kingdom

Edvard Ayvazyan, Doctor of Science in Pedagogy, National Institute of Education, Yerevan, Armenia

Ferenc Ihász, PhD in Sport Science, Apáczai Csere János Faculty of the University of West Hungary

Ireneusz Pyrzyk, Doctor of Science in Pedagogy, Dean of Faculty of Pedagogical Sciences, University of Humanities and Economics in Wrocław, Poland

Irina Malova, Doctor of Science in Pedagogy, Head of Department of methodology of teaching mathematics and information technology, Bryansk State University named after Academician IG Petrovskii, Russia

Irina S. Shevchenko, Doctor of Science in Philology, Department of ESP and Translation, V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine
Department of Psychology, Faculty of Health and Life Sciences, Northumbria University, Northumberland Building, Newcastle upon Tyne, United Kingdom

Kosta Garow, PhD in Pedagogy, associated professor, Plovdiv University „Paisii Hilendarski”, Bulgaria

László Kótis, PhD in Physics, Research Centre for Natural Sciences, Hungary, Budapest

Larysa Klymanska, Doctor of Political Sciences, associated professor, Head of the Department of Sociology and Social Work, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Liudmyla Sokurianska, Doctor of Science in Sociology, Prof. habil., Head of Department of Sociology, V.N. Karazin Kharkiv National University

Marian Wloshinski, Doctor of Science in Pedagogy, Faculty of Pedagogical Sciences, University of Humanities and Economics in Wrocław, Poland

Melinda Nagy, PhD in Biology, associated professor, Department of Biology, J. Selye University in Komarno, Slovakia

Alexander Perekhrest, Doctor of Science in History, Prof. habil., Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine

Nikolai N. Boldyrev, Doctor of Science in Philology, Professor and Vice-Rector in Science, G.R. Derzhavin State University in Tambov, Russia

Oleksii Marchenko, Doctor of Science in Philosophy, Head of the Department of Philosophy and Religious Studies, Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine

Olga Sannikova, Doctor of Science in Psychology, professor, Head of the department of general and differential psychology, South Ukrainian National Pedagogical University named after K.D. Ushynsky, Odessa, Ukraine

Oleg Melnikov, Doctor of Science in Pedagogy, Belarusian State University, Belarus

Perekhrest Alexander, Doctor of Science in History, Prof. habil., Bohdan Khmelnytsky National University in Cherkasy, Ukraine

Riskeldy Turgunbayev, CSc in Physics and Mathematics, associated professor, head of the Department of Mathematical Analysis, Dean of the Faculty of Physics and Mathematics of the Tashkent State Pedagogical University, Uzbekistan

Roza Uteeva, Doctor of Science in Pedagogy, Head of the Department of Algebra and Geometry, Togliatti State University, Russia

Seda K. Gasparyan, Doctor of Science in Philology, Department of English Philology, Professor and Chair, Yerevan State University, Armenia

Sokuriaynska Liudmyla, Doctor of sociological science. Prof. Head of Department of Sociology. V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

Svitlana A. Zhabotynska, Doctor of Science in Philology, Department of English Philology of Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine

Tatyana Prokhorova, Doctor of Science in Pedagogy, Professor of Psychology, Department chair of pedagogics and subject technologies, Astrakhan state university, Russia

Tetiana Hranchak, Doctor of Science Social Communication, Head of department of political analysis of the Vernadsky National Library of Ukraine

Valentina Orlova, Doctor of Science in Economics, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine

Vasil Milloushev, Doctor of Science in Pedagogy, professor of Department of Mathematics and Informatics, Plovdiv University „Paisii Hilendarski”, Plovdiv, Bulgaria

Veselin Kostov Vasilev, Doctor of Psychology, Professor and Head of the department of Psychology Plovdiv University „Paisii Hilendarski”, Bulgaria

Vladimir I. Karasik, Doctor of Science in Philology, Department of English Philology, Professor and Chair, Volgograd State Pedagogical University, Russia

Volodimir Lizogub, Doctor of Science in Biology, Head of the department of anatomy and physiology of humans and animals, Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine

Zinaida A. Kharitonchik, Doctor of Science in Philology, Department of General Linguistics, Minsk State Linguistic University, Belarus

Zoltán Poór, CSc in Language Pedagogy, Head of Institute of Pedagogy, Apáczai Csere János Faculty of the University of West Hungary

Managing editor:

Barkáts N.

© EDITOR AND AUTHORS OF INDIVIDUAL ARTICLES

The journal is published by the support of Society for Cultural and Scientific Progress in Central and Eastern Europe

BUDAPEST, 2015

Statement:

By submitting a manuscript to this journal, each author explicitly confirms that the manuscript meets the highest ethical standards for authors and co-authors. Each author acknowledges that fabrication of data is an egregious departure from the expected norms of scientific conduct, as is the selective reporting of data with the intent to mislead or deceive, as well as the theft of data or research results from others. By acknowledging these facts, each author takes personal responsibility for the accuracy, credibility and authenticity of research results described in their manuscripts. All the articles are published in author's edition.

THE JOURNAL IS LISTED AND INDEXED IN:

INDEX COPERNICUS: ICV 2014: 70.95; ICV 2015: 80.87; ICV 2016: 73.35; ICV 2018: 90.25

GOOGLE SCHOLAR

CROSSREF (DOI prefix:10.31174)

ULRICHS WEB GLOBAL SERIALS DIRECTORY

UNION OF INTERNATIONAL ASSOCIATIONS YEARBOOK

SCRIBD

ACADEMIA.EDU

CONTENT

AGRICULTURE.....	7
The grain yield of winter barley varieties in the Southern Ukraine depending on factors and conditions of vegetation years	
<i>V. V. Gamaunova, M. I. Fedorchuk, A. O. Kuvshinova, V. V. Nagirniy.....</i>	<i>7</i>
Вплив короткочасного прогріву на стан фотосистеми II у сортів озимої пшениці різної стійкості	
<i>B. B. Шевченко, O. Ю. Бондаренко, Ю. М. Барабаш.....</i>	<i>11</i>
Вплив кліматичних умов на основні показники озимого ячменю сорту Казанова	
<i>B. M. Кошова, A. O. Коберніцька, I. Г. Смажко.....</i>	<i>14</i>
Дія позакореневої обробки гідролізатами сполук природного походження на фізіологічні показники різних за жаро-посухостійкістю сортів озимої пшениці за високих температур вирощування	
<i>B. B. Трач, B. B. Шевченко, O. Ю. Бондаренко, C. A. Гринюк.....</i>	<i>17</i>
ARCHITECTURE.....	20
Вибір раціональних методів геодезичних робіт з урахуванням їх впливу на будівельно-монтажні роботи	
<i>Ю. В. Крошка, O. B. Мурацьова, Ю. В. Фурсов.....</i>	<i>20</i>
BIOLOGY.....	24
Influence of hepatoprotectors on the functional state of the liver in laying hens with hepatitis	
<i>V. Y. Yaremchuk, L. G. Slivinska.....</i>	<i>24</i>
INFORMATION TECHNOLOGY.....	28
Information solutions for evaluating the quality of software tests	
<i>I. V. Liutenko, A. O. Goloskokova, O. I. Kurasov, D. A. Lukinova.....</i>	<i>28</i>
MATHEMATICS.....	32
Моделювання задачі розміщення ресурсів для ліквідації надзвичайної ситуації	
<i>I. A. Чуб, M. B. Новожилова, Ю. В. Михайловська, P. B. Гудак.....</i>	<i>32</i>
MEDICAL SCIENCES.....	36
Взаимосвязь биофизических параметров ротовой жидкости	
<i>И. И. Заболотная, B. B. Петухов, A. A. Комлев.....</i>	<i>36</i>
TECHNICAL SCIENCES.....	39
Анализ динамики и управляемости одной степени подвижности робота	
<i>Н. С. Ащепкова, С. А. Ащепков.....</i>	<i>39</i>
Application of information technology of value-oriented management of art projects	
<i>D. Bas, O. Bielova.....</i>	<i>43</i>
Seasonal risk management method in agro-industrial projects	
<i>O. Denchyk.....</i>	<i>47</i>

Функціонально-структурний аналіз в дослідженні системи «полімерна мембрана – вода» <i>О. А. Котовенко, О. Ю. Мірошниченко</i>	51
Експериментальні дослідження застосування невибухового імпульсного сейсмічного джерела під час гуманітарного розмінування водних перешкод і акваторій <i>В. І. Коцюруба, О. Л. Голда, В. В. Олійник, А. В. Кокойко</i>	54
Money making technology for visually impaired people <i>A. P. Kyrychok</i>	57
Апаратно-програмний комплекс «Інтерактивна дошка» <i>О. Г. Шевченко, А. С. Бардаков</i>	61

AGRICULTURE

The grain yield of winter barley varieties in the Southern Ukraine depending on factors and conditions of vegetation years

V. V. Gamayunova, M. I. Fedorchuk, A. O. Kuvshinova, V. V. Nagirniy

Mykolaiv National Agrarian University, Mykolaiv, Ukraine,
Corresponding author. E-mail: gamajunova2301@gmail.com

Paper received 12.12.19; Accepted for publication 28.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-01>

Annotation. The article presents the results of two experiments with winter barley conducted during 2015–2019 yrs on Southern Chernozem in the conditions of Steppe of Ukraine with a number of zoned varieties of this crop. The optimal sowing period, the best varieties, preparations for pre-sowing optimal sowing period, the best varieties, preparations for pre-sowing treatment of seeds and sowing of plants in the main periods of vegetation were determined. It was established that when choosing a variety, sowing period and optimization of nutrition, winter barley would be able to form a grain yield at the level of 5–7 t/ha.

Keywords: winter barley, varieties, growth-regulating preparations, sowing period, harvest.

Introduction. Ukraine is known in the world as one of the most powerful grain producers and an active participant in the export grain market. In our country it is formed the gross yield of grain by winter crops primarily, which provide higher productivity compared to spring cereals. The greatest production value in Ukraine belongs to soft wheat, rye, triticale, hard wheat and barley. Each of these winter wedge crops occupies a certain niche in the economy of farms, it has its positives and disadvantages. Again, every year there is a market demand for a certain amount of grain production, of course their demand dictates the price policy for grown grain, which in the context of crops can vary significantly over the years. This is partly due to the state of strategic planning of areas under crops, including winter crops, which is especially evident in recent decades.

A brief overview of publications on the topic. The stability of the grain complex is an extremely important aspect of management and it should provide for the selection of crops, technology elements and their adaptation to the conditions of a certain zone, including in adverse weather and climatic factors [1].

A number of scientists and breeders who had conducted studies with winter cereals, found that modern varieties with high genetic yield potential for a different way to implement it, as it depended on the year conditions, biological characteristics of the crops, varieties, elements of the technology [2,3]. The productivity of winter plants significantly depends on the conditions of overwintering. Thus, according to studies with winter wheat, which is more resistant to low temperatures compared to barley, in years with severe winters, the yield of middle – winter varieties compared to hardy ones decreases by 17.4–25%, and the yield of low-winter varieties decreases by 53.0 and up to 89.7% [4].

It is known that from all winter grain crops barley is the most sensitive to adverse conditions of overwintering, it withstands frosts at the depth of tillering node in the range of minus 11–13°C. This temperature is critical to the freezing of this culture, through which winter barley is allocated small areas. Given the high level of freezing of winter barley, researchers advise most areas of winter grains in the conditions of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine to place to wheat, rye and triticale, and winter barley would occupy only 3–5% of the area [5]. However, winter barley has a high productivity potential and under favorable growing conditions it is able to form high levels of grain yield compared to

the most common winter wheat. It is successfully cultivated in many European countries, the USA and in the Western regions of Ukraine [6].

In studies conducted in different regions of Ukraine, it was justified the importance of selecting the sowing period, as it was in close connection with the thermal regime, which determined the success of growth and development of winter barley plants during the autumn growing season – the first stage of organogenesis. The provision of plants with moisture also significantly depends on the sowing period, as the accumulation of thermal energy in combination with a sufficient amount of precipitation affects on the state of plant seedlings, their development and the risks of their damage and loss during the winter [7,8].

Purpose of research. Given all the outlined and changes in climatic conditions which occur in the direction of mitigation and warming, as well as the ability of winter barley to form a high level of grain yield in favorable years of cultivation, we decided to take this crop for research and improve its basic agricultural techniques of cultivation, which would significantly increase its productivity and reduce the risks of freezing.

Materials and methods. The study was conducted during 2015–2018 yrs in three-factor experience in conditions and terms of Velykooleksandrivskiy district, Kherson region with varieties of winter barley Dostoiniy, Snigova Koroleva and the Devyatiy Val of the study three dates of sowing with the purpose of establishing frost hardiness and winter hardiness of culture depending on the factors, as well as in two-factor experience in 2016 – 2019 yrs, held in the educational-scientific-practical center of Mykolaiv NAU with four varieties of winter barley Dostoiniy, Valkyrie, Oscar and Jason, it was studied their reaction to optimization of nutrition on resource-saving principles to increase yield and improve grain quality. Full schemes of experiments are given in the corresponding tables.

Soil surface - southern middle loam Chernozem. In both experiments, for study it was taken the nutrition of winter barley plants. This factor significantly affects the yield and quality of grain, the accumulation of sugars in the tillering nodes, on which the conditions of overwintering of the crop depend.

The repetition in both experiments was fourfold. The seeding rate was about 200 kg/ha at the rate of 4.5–5.0 million pieces/ha.

Results and their discussion. When growing winter barley varieties, we first of all determined the temperature regime and soil moisture in the years of research, which differed, including depending on the sowing period (table. 1).

Table 1. Soil moisture and temperature at different sowing times of winter barley (average over 2015-2017yrs)*

sowing period	Soil moisture, % HB		Air temperature, °C	
	0-20 cm	20-50 cm	Actual temperature	Perennial norm
1 st decade of October	80,0	79,6	17,5	14,1
2 nd decade of October	87,3	81,2	12,5	11,0
3 rd decade of October	78,3	80,0	11,0	9,7

*In another experiment sowing of barley was provided by zonal recommendations 1st decade of October

The data of Table 1 show that the moisture reserves in the soil layers 0-20 cm and 20-50 cm on average, are the highest as determined by sowing in the 2nd decade of October. The temperature regime with the shift of sowing periods decreases, but in the years of research it was higher compared to long-term indicators for the same period. So, if according to long-term observations, the average daily temperature in the 2nd decade of October was 11°C, then it was the same in fact during the experiments on sowing of winter barley in the 3rd decade of October. This indicates some warming of the climate, which has taken place in recent years in the southern Steppe of Ukraine, and therefore for obtaining of full shoots and normal hardening of winter barley plants, it is necessary to determine the duration of warm days and the total amount of positive temperatures until the end of the autumn vegetation and the entry of plants into winter.

Climatic conditions and the studied factors in the years of cultivation affected on the yield levels of spring barley grain (table. 2).

As defined by the research, regardless of the biological

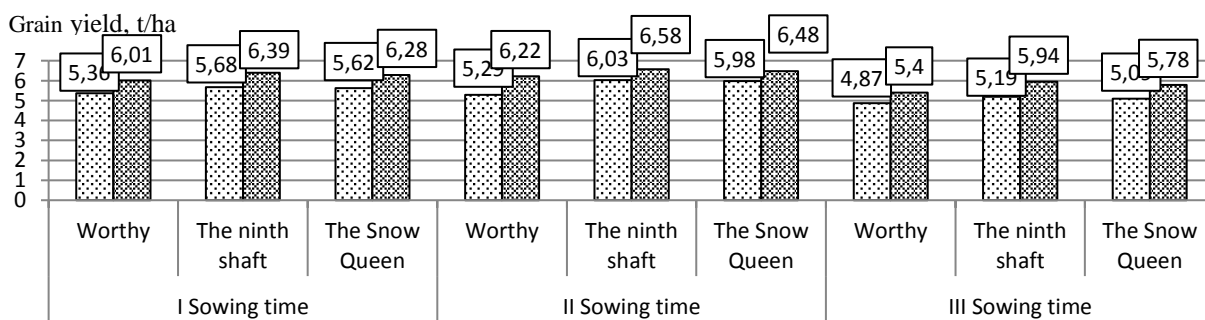


Fig. 1. Influence of sowing period and pre-sowing seed treatment on grain yield of the investigated winter barley varieties (average for 2016-2018), t/ha

Notes: □ Control (seed treatment with water) ■ Microfertilizer seed treatment (average for all variants)

Thus, on average for the studied varieties and variants of pre-sowing seed treatment, for sowing in the 1st decade of October, the yield of winter barley grain increased from 5.17 t/ha (in the control when processing seeds with water) to 5.88 t/ha (when processing seeds with trace elements), or by 13.7% to the control. Sowing in the 2nd decade of October, the following indicators were: 5.63; 6.30 t/ha and 11.9%, and in the 3rd decade of October: 5.56; 5.79 t/ha and 4.1%, respectively, or for the last period, the increase in grain yield from this factor was the smallest for the duration of the autumn vegetation of plants before their entry into winter.

Studies found that the higher yield was characterized in

characteristics of varieties and pre-treatment of seeds with micronutrients, the low productivity of barley was obtained in last sowing in the 3rd decade, and the highest productivity of barley was obtained in second period of sowing 2nd decade of October.

Table 2. Winter barley grain yield depending on varietal characteristics, micronutrients and sowing time (average over 2016-18yrs), t/ha

Variety (factor A)	Treatment of seeds (factor B)	Sowing time (factor C)		
		1 st decade of October	2 nd decade of October	3 rd decade of October
Dostoiniy	Control (water treatment)	5,36	5,29	4,87
	Mifosat 1	5,86	5,97	5,25
	Chelate-combi	5,89	6,24	5,37
	Mifosat 1 + Chelate-combi	6,28	6,44	5,57
Devyatiy Val	Control (water treatment)	5,68	6,03	5,19
	Mifosat 1	6,14	6,30	5,60
	Chelate-combi	6,40	6,59	5,96
	Mifosat 1 + Chelate-combi	6,63	6,84	6,25
Snigova Koroleva	Control (water treatment)	5,62	5,98	5,09
	Mifosat 1	6,00	6,24	5,47
	Chelate-combi	6,25	6,50	5,74
	Mifosat 1 + Chelate-combi	6,59	6,70	6,12

Of the studied varieties, a lower yield was formed by the winter barley variety Dostoiniy. This is clearly illustrated in Fig. 1, from which someone can see the advantage of the Devyatiy Val variety and the value of processing winter barley seeds before sowing with trace elements. The effectiveness of this factor significantly depended on the sowing period.

2017yr, and the lowest one was in 2018yr. In all the years of research, the stable yield was formed by the Snigova Koroleva variety, which in comparison with the Devyatiy Val and Dostoiniy was more plastic, this variety also responded well every year by increasing the yield on the pre-sowing treatment of seeds with trace elements.

In the following experiment to determine the effectiveness of foliar fertilizing of winter barley plants with growth-regulating drugs in the main periods of vegetation, their importance in increasing the grain yield of four varieties of this crop was established (table. 3).

Table 3. The grain yield of barley under the influence of growth-regulating preparations, t/ha

Variety (factor A)	Variant of nutrition (factor B)	2017 yr	2018 yr	2019 yr	2017-2019 yrs
Dostoiniy	Control (water treatment)	4,86	3,16	3,88	3,97
	Azotophyte I	5,26	3,88	4,52	4,55
	Azotophyte I+II	5,59	3,97	4,83	4,80
	Micofrend I	5,21	3,79	4,27	4,50
	Micofrend I+II	5,46	3,84	4,50	4,60
	Melanoris I	4,89	3,59	4,16	4,21
	Melanoris I+II	4,94	3,64	4,37	4,32
	Organic-balance I	-	3,91	4,74	4,33
	Organic-balance I+II	-	4,05	5,06	4,56
Valkyrie	Control (water treatment)	4,64	3,22	4,96	4,27
	Azotophyte I	4,93	4,49	5,87	5,10
	Azotophyte I+II	5,24	4,54	6,14	5,31
	Micofrend I	4,89	4,03	5,64	4,85
	Micofrend I+II	5,12	4,16	5,88	5,05
	Melanoris I	4,78	3,54	5,28	4,53
	Melanoris I+II	4,91	3,86	5,59	4,79
	Organic-balance I	-	4,75	5,99	5,37
	Organic-balance I+II	-	5,04	6,23	5,63
Oscar	Control (water treatment)	4,31	3,96	5,20	4,49
	Azotophyte I	4,81	4,54	6,11	5,15
	Azotophyte I+II	5,03	4,64	6,25	5,31
	Micofrend I	4,54	4,37	5,84	4,92
	Micofrend I+II	4,87	4,52	6,28	5,22
	Melanoris I	4,41	4,08	5,73	4,74
	Melanoris I+II	4,46	4,24	5,88	4,86
	Organic-balance I	-	4,71	6,17	5,48
	Organic-balance I+II	-	4,91	6,29	5,60
Jason	Control (water treatment)	4,09	3,36	4,31	3,92
	Azotophyte I	4,34	3,85	4,94	4,38
	Azotophyte I+II	4,82	4,15	5,26	4,74
	Micofrend I	4,23	3,78	4,84	4,28
	Micofrend I+II	4,47	3,80	5,01	4,43
	Melanoris I	4,13	3,59	4,53	4,08
	Melanoris I+II	4,19	3,96	4,82	4,32
	Organic-balance I	-	4,26	5,34	4,80
	Organic-balance I+II	-	4,49	5,49	4,99
HIP ₀₅ , t/ha by factor A		0,17	0,11	1,19	
by factor B		0,14	0,16	0,17	
by factors AB		0,19	0,21	0,21	

It was determined that the ability to form yields from lower one to higher one as without fertilizing with growth-regulating drugs, and for their use, on average for three years, the studied varieties of winter barley were distributed as follows: Dostoiniy, Jason, Oscar and Valkyrie. However, according to the potential of productivity in the 2017 favorable year, it was the Dostoiniy barley variety which differed, the plants of which after the resumption of the spring vegetation per unit area were determined more, compared to other varieties taken for study. In the following years, and especially in the 2018 least favorable year it formed the unstable low yields that characterize the grade as a decent enough plastic one.

From the preparations taken for foliar fertilizing of winter barley plants, Azotophyte and Organic balance were determined more effectively, which allow to increase the grain yield by double treatment of sowing by 0.82-1.04 t/ha and 0.59-1.36 t/ha in the context of varieties, respectively, compared with treatment of plants with water.

The effect of modern drugs which were taken for study, more significantly manifested by double treatment of sowing plants, compared with one treatment in the phase of spring tillering. It was established that a considerably large increase of the crop enables the use of Azotophyte and Organic balance compared to Micofrend and Melanoris. All of this can be observed according to figure 2, which allows us to argue about the advantages of more effective drugs for foliar fertilizing winter barley plants and the number of nutritions.

Conclusions. For increasing the production of winter barley grain in the southern Steppe of Ukraine it should grow barley varieties such as Snigova Koroleva, Devyatyy Val, Valkyrie and Oscar.

Sowing should be carried out in the 2nd decade of October with a seeding rate of 4.5-5.0 million pieces/ha.

Before sowing of winter barley, its seeds should be treated with micronutrients Myfosat 1 with Chelate Combi, which, depending on the sowing period and varietal characteristics, allows to increase productivity up to 14.5%.

During the growing season in early spring tillering and stooling it should conduct the foliar nutrition of barley plants with modern growth-regulating drugs Azotphyte or Organic-balance rate of 200 g/ha at the norm of working solution of 200 l/ha, as it increases grain yield by 1.04 up to 1.36 t/ha, and in the single treatment (only in the first phase) it increases grain yield by 0.83 up to 0.99 t/ha.

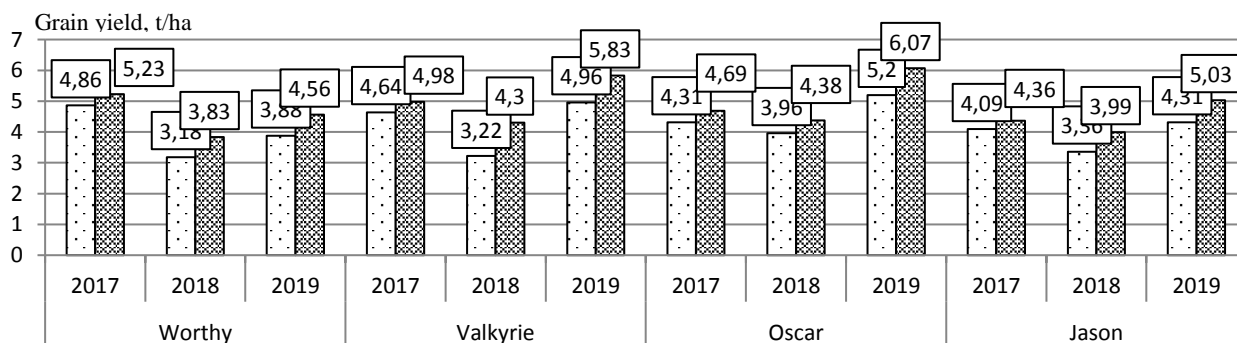


Fig. 2. The value of the regulatory drugs in the yield increase of grain of winter barley varieties in the years of researches (average on preparations), t/ha

□ control (water treatment) ■ Treatment with drugs

ЛІТЕРАТУРА

1. Гамаюнова В.В. Ефективність зрошення та вплив добрив на використання вологи рослинами і підвищення стійкості землеробства зони Степу. Монографія «Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти (за науковою редакцією С.А. Балока, В.В. Медведєва, Б.С. Носка). Харків: Стильна типографія, 2018. 364 с., С.108-126.
2. Литвиненко М.А. Сортова політика як важливий фактор підвищення ефективності виробництва зерна озимої пшениці. Посібник українського хлібороба. – 2012. – Т.2. – С. 157-159.
3. Паламарчук А.І. Методи і результати селекції твердої озимої пшениці для умов Степу та Лісостепу України. Посібник українського хлібороба. – 2012. – Т.2. – С. 168-172.
4. Моргун В.В., Логвиненко В.Ф., Улич Л.І., Кравец В.С. Зимо- и морозостойкость современных сортов озимой пшеницы. Физиология и биохимия культурных растений. – 2000. – Т.32. - №4. – С.255-260.
5. Рябчун Н.І., Тимчук В.М., Садовой О.О. Формування структури площ озимих зернових культур з урахуванням їх адаптивності до умов середовища. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2015. Випуск 19. – С. 86-95.
6. Влох В.Г., Тучапський О.Р. Ячмінь озимий у західному регіоні України. Львів, 2004. – 72 с.
7. Федорчук М.І., Нагірний В.В. Зимостійкість сортів озимого ячменю за лабільних параметрів клімату на Півдні України. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2018. Випуск 104. – С.108-114.
8. Черенков А.В., Бондаренко А.С., Бенда Р.В. Зимостійкість рослин озимого ячменю залежно від строків сівби в умовах північної частини Степу. Агроном. 2011. №3. С.82-84.

REFERENCES

1. Gamayunova, V. V. Efficiency of irrigation and influence of fertilizers on moisture use by plants and increases in stability of agriculture of a zone of the steppe. Monograph "adaptation of agrotechnologies to climate changes: gruntovo agrochemical aspects (on S.A. Balyuk, V.V. Medvedev, B.S. Nosk scientific edition). Kharkiv: Stylish printing house, 2018. 364 pages, Page 108-126.
2. Litvinenko, M.A. High-quality policy as important factor of increase in production efficiency of grain of a winter wheat. Grant of the Ukrainian grain-grower. - 2012. - T.2. - Page 157-159.
3. Palamarchuk, A. I. Methods and results of selection of a firm winter wheat for conditions of the steppe and forest-steppe of Ukraine. Grant of the Ukrainian grain-grower. - 2012. - T.2. - Page 168-172.
4. Morgun, V. V. Logvinenko, V. F. Ulich, L. I. Kravets, V. S. Winter - and frost resistance of modern grades of a winter wheat. Physiology and biochemistry of cultural bushes. - 2000. - T.32. - No4. - Page 255-260.
5. Ryabchun, N.I. Tymchuk, V. M. Garden, A. A. Formation of structure of the area of winter crops of grain crops taking into account their adaptability to environment conditions. TsNZ APP bulletin of the Kharkiv region. 2015. Release 19. - Page 86 95.
6. Vlokh V.G., Tuchapsky, O. R. Barley winter in the Western region of Ukraine. Lviv, 2004. - 72 pages.
7. Fedorchuk M.I., Nagorny V. V. Winter hardiness of grades of winter barley for lab_iny parameters of climate in the south of Ukraine. Taurian scientific bulletin. Kherson. 2018. Release 104. - Page 108-114.
8. Cherenkov, A. V. Bondarenko, A. S. Benda, G. V. Winter hardiness of plants of winter barley depending on sowing terms in the conditions of a northern part of the steppe. Agronomist. 2011. No3. Page 82-84.

Вплив короткочасного прогріву на стан фотосистеми II у сортів озимої пшениці різної стійкості

*В. В. Шевченко¹, О. Ю. Бондаренко¹, Ю. М. Барабаш²

¹Інститут фізіології рослин та генетики НАН України, м. Київ, Україна

²Інститут фізики НАН України, м. Київ, Україна

*Corresponding author. E-mail: biochemkiev@ukr.net

Paper received 12.12.19; Accepted for publication 28.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-02>

Анотація. За допомогою оригінального програмного забезпечення виявлено три складові в кінетиці наростання кривої індукції флуоресценції листків озимої пшениці. Отримані амплітудні та часові характеристики цих компонентів. Проведено співставлення отриманих компонентів з трьома відомими конфігураціями комплексів світлозбиральної антени фотосистеми II. Показано, що зміни цих компонентів при старінні та за дії короткочасного прогріву відрізняються у сортів різної стійкості.

Ключові слова: *Triticum aestivum L.*, озима пшениця, індукція флуоресценції хлорофілу, компоненти кінетики наростання.

Вступ. Фотосистема II (ФСII) являє собою ключовий макромолекулярний мембранний суперкомплекс, який здійснює розщеплення молекул води й виділення кисню у процесі фотосинтезу. Цей комплекс займає важливе місце в організації ультраструктури хлоропластів, завдяки якій здійснюється первинний процес фотосинтезу [1]. Суперкомплекс ФСII є особливо чутливим до таких факторів зовнішнього середовища як підвищена температура та надлишкова інсоляція [2]. В останні роки встановлена складна організація цього комплексу, завдяки чому можуть реалізовуватися механізми захисту від стресів [3]. Антенний комплекс ФСII містить тримери Chl a/b білків, які порізані зв'язані з комплексом реакційних центрів. В площині мембрани гранальних тилакоїдів одночасно присутні антенні комплекси типів C2S2, C2S2M і C2S2M2, де С – комплекс реакційних центрів, S і М - тримери Chl a/b білків різних типів в світлозбиральній антенні ФСII [4]. Якщо вважати, що ці конфігурації відповідають комплексам ФСII з різним розміром антени, то в кінетичних кривих індукції флуоресценції повинні бути присутніми відповідні складові. Одержання даних про їх співвідношення принесе новітню інформацію про стан антени, також надасть можливість розробки оригінального підходу для швидкого виявлення організації комплексів ФСII в мембранах хлоропластів. Характер та глибина змін у стані антени, індукованих короткочасним прогрівом можуть принести інформацію щодо чутливості первинного процесу до дії стресу.

Метою роботи є визначення складових в кінетиці наростання кривої індукції флуоресценції листків озимої пшениці та одержання їх амплітудних та часових характеристик. Проведення ідентифікації отриманих компонентів та дослідження їх зміни при старінні та за дії короткочасного прогріву у сортів озимої пшениці різної стійкості.

Складові в кінетиці наростання кривої індукції флуоресценції листків озимої пшениці. Отримані амплітудні та часові характеристики цих компонентів. Проведено співставлення отриманих компонентів з трьома відомими конфігураціями комплексів світлозбиральної антени фотосистеми II. Показано, що зміни цих компонентів при старінні та за дії короткочасного прогріву відрізняються у сортів різної стійкості.

Матеріали та методи. Для досліджень використані

два сорти озимої пшениці Одеська 267 та Перлина Лісостепу. Ці сорти мають наступні характеристики. Одеська 267. Сорт пройшов державне випробування і занесений до реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні з 1997 року. Зона районування - Степ, Лісостеп. Сорт середньорослий. Біологічні ознаки: морозостійкість висока - 93% живих рослин після проморожування при -20°C (у стандарту Одеська 51 - 68%). Належить до середньостиглих сортів. Жаро-посухостійкість 8,5-9 балів. Перлина Лісостепу. Сорт пройшов державне випробування і занесений до реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні з 2002 року. Зона районування Полісся і Лісостеп України. Господарська і біологічна характеристики. Високоврожайний 44,3-75,2 ц/га, середньостиглий. Вегетаційний період 280-285 днів. Морозо-, зимостійкість середня - 4 бали. Жаро-посухостійкість 5-6 балів.

Рослини озимої пшениці вирощувались на дослідних ділянках Інституту Фізіології рослин і Генетики НАН України. Грунт - сірий дерново-підзолестий. Внесення NPK - стандартне за технологією вирощування. Зрізані листки пшениці прогрівали у темряві протягом 5 хв при температурах 30 і 45°C, після чого проводили вимірювання індукції флуоресценції хлорофілу у контрольному та прогрітих листках за стандартною методикою для тестування фотохімічної активності за параметрами індукційної кривої [5]. Для оцінки стану антени ФСII контрольні та прогріті листки інфільтрували у 0,01 М розчині DCMU протягом 3 годин, та на цих листках вимірювали індукцію флуоресценції хлорофілу. Одержані індукційні криві розкладали за спеціальним алгоритмом та розробленою процедурою підготовки експериментальних даних [6]. Після вимірювання індукційних кривих проводили визначення вмісту хлорофілу у досліджених листках за вимірюванням оптичної густини на двох довжинах хвиль на спектрофотометрі "Spekord 200" Analytikjena (Німеччина) за методикою Wellburn [7].

Біологічна та аналітична повторюваність дослідів – триразова.

Результати та обговорення. Розкладення індукційних кривих здійснювали за оригінальним алгоритмом, розробленим співробітниками Інституту фізики НАН України, який був адаптований нами до вивчення компонентного складу кінетики наростання кривої

індукції флуоресценції хлорофілу. Завдяки цьому вдалося виявити три складових у кінетиці зростання сигналу флуоресценції від початкового рівня до максимального.

Розкладення кінетики зростання сигналу флуоресценції за розробленою процедурою дозволило виявити три складових, що відповідають трьом пулам світлозбирального комплексу в антені ФСІІ. В таблиці 1 показані відносні величини внеску кожного компонента до амплітуди сигналу та величини часової константи.

Таблиця 1. Відносні внески та часові константи окремих складових у кінетику зростання сигналу флуоресценції листків різних сортів пшениці у фазах кушення (1) та молочної стиглості (2).

Сорт	α		β		γ		Вміст Chl mg/dm ²	Chl a/b
	A, %	τ, с	A, %	τ, с	A, %	τ, с		
Перлина Лісостепу	70	0,29	25	0,06	4	0,01	4,71± 0,40	3,52
	62	0,44	32	0,09	6	0,006	6,91± 0,40	3,34
Одеська 267	70	0,28	22	0,06	4	0,009	4,27± 0,40	3,91
	71	0,26	21	0,06	7	0,007	5,24± 0,40	3,54

З таблиці 1 видно, що співвідношення між трьома компонентами антени змінюється для кожного сорту в залежності від фази розвитку. Напрямок змін різний для двох сортів. Для Одеської 267, - це незначне збільшення компоненту α та зменшення компоненту β, а для Перлини Лісостепу - це зменшення компоненту α та збільшення компоненту β. Величина зміни відносних внесків відрізняється для різних сортів. Спостерігається зміна часових констант компоненту α. Напрямок змін різний. Величина цієї константи зменшується для сорту Одеська 267 на 7%, а для сорту Перлина Лісостепу часова константа збільшується в 1,5 раза.

З літератури відомо, що найбільшу фракцію в тилакоїдних мембранах *Arabidopsis thaliana* складають суперкомплекси ФС2 у конфігурації C2S2, значно меншу комплекси конфігурації C2S2M і зовсім незначну - комплекси конфігурації C2S2M2 [8]. Співвідношення величин пулів цих комплексів 1/0,2/0,13 (8/2/1). Розрахунки за даними таблиці 1 співвідношень внесків трьох антенних компонентів α, β й γ для тилакоїдів пшениці (Таб. 2.) близькі до наведених у літературі. Спираючись на ці дані можна припустити, що компоненти α, β й γ можуть бути співставленні з комплексами C2S2, C2S2M й C2S2M2. Тоді можна вважати, що при старінні рослини змінюється конструкція мембран тилакоїдів, причому по-різному для різних сортів.

Таблиця 2. Співвідношення внесків трьох антенних компонентів α, β й γ для тилакоїдів пшениці різних сортів пшениці у фазах кушення (1) та молочної стиглості (2).

Сорти	Співвідношення α/β/γ	Вміст Chl mg/dm ²	Chl a/b
Перлина лісостепу	1/0,36/0,06(16/6/1)	4,71	3,52
	1/0,52/0,10(10/5/1)	6,91	3,34
Одеська 267	1/0,30/0,06 (4,27	3,91
	1/0,30/0/0,10	5,24	3,54

Додатковий аргумент на користь запропонованій інтерпретації компонентів індукційної кривої як тих, що належать трьом конфігураціям суперкомплексу ФС2, дає співставлення зміни вмісту загального хлорофілу та співвідношення Chl a/b, що відбувається при старінні рослин із співвідношенням компонентів антени.

З таблиці 2 видно, що більш високому вмісту хлорофілу у старших рослинах відповідають менші значення Chl a/b. Це означає, що зростання вмісту хлорофілу відбувається переважно за рахунок збільшення Chl a/b світлозбираючої антени. При цьому спостерігається зростання відносного внеску β компоненту кінетичної кривої, що за припущенням обумовлений C2S2M конфігурацією антенного комплексу ФСІІ, тобто комплексом більш збагаченим Chl a/b білками. Причому слід відмітити, що для листків пшениці сорту Одеська 267 відбувається збільшення не компоненту β як для сорту Перлина Лісостепу, а компоненту γ, який відповідає конфігурації C2S2M2. Це означає, що характер перебудови мембран тилакоїдів при старінні може відбуватися у різних спосіб.

Таблиця 3. Зміни компонентного складу кінетичної кривої флуоресценції, що викликаються прогрівом листків пшениці (листки з рослин у фазі молочної стиглості).

Сорти	α		β		γ		
	A, %	τ, с	A, %	τ, с	A, %	τ, с	
Перлина лісостепу	контр.	62	0,44	32	0,09	6	0,006
	прогрів 30	50	0,60	41	0,11	9	0,006
	прогрів 45	68	0,69	32	0,07	0	0
Одеська 267 контр.	контр.	71	0,26	21	0,06	7	0,007
	прогрів 30	69	0,33	25	0,08	5	0,007
	прогрів 45	43	1,2	47	9,13	9	0,007

Прогрів листків пшениці при різних температурах також викликає перебудови організації мембран. Характер змін у складі компонентів індукційної кривої відмінний у різних сортів. Для Перлини Лісостепу доля компоненту α зменшується при прогріві 30°C і збільшується при прогріві при 45°C. β компонент навпаки збільшується при помірній температурі прогріву та зменшується при високій. Тобто спостерігається певна адитивність змін цих компонентів. Для Одеської 267 відбувається падіння компоненту α, компонент β збільшується.

Описані зміни у складі компонентів індукційної кривої не зумовлені варіаціями відносного вмісту Chl a/b білків, оскільки за час прогріву, 5 хв, склад пігментів не змінюється. Тому, імовірно, існують інші причини. З таблиці 3 видно, що прогрів при помірній температурі призводить до зменшення α компоненту та збільшення β компоненту для обох сортів. При цьому часова константа зростає для обох компонентів. Можливо це відбувається внаслідок розрихлення пакування антенних комплексів в мембрані. Збільшення внеску компоненту α для сорту Перлина Лісостепу при високотемпературному прогріві, можливо, вказує на формування великих агрегатів антенних комплексів типу C2S2 у вигляді квазікристалічних утворень. При цьому зростання часової константи може бути зумовлене потребою у збільшенні часу для делокалізації збудження в межах більш великого аг-

регату молекул світлозбираючого комплексу. В літературі описані явища створення квазікристалічних утворень антенних комплексів, що відбувається при вирощуванні рослин при зниженій освітленості [9]. Суттєве зменшення компоненту α , що спостерігається для Одеської 267, можливо, вказують на розпад асоціацій антенних комплексів типу C2S2, при цьому, можливо, утворюються асоціати антенних комплексів типу C2S2M2. У всякому разі аналіз змін складу компонентів індукційної кривої виявляє їхні відмінності для різних сортів пшениці, що, у свою чергу, є показ-

ником відмінностей у реакції фотосинтетичного апарату на дію підвищеної температури.

Висновки. Вперше виявлені три компонента в кінетиці наростання сигналу індукції флуоресценції хлорофілу. Встановлені їхні часові та амплітудні характеристики. Проведено співставлення цих компонентів із відомими конфігураціями світлозбиральної антени фотосистеми II. Показано, що при старінні та за дії підвищеної температури, зміни вкладу окремих компонентів відрізняються у сортів озимої пшениці різної стійкості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Nelson N., Yocum C.F. Structure and function of Photosystems I and II// Ann. Rev. Plant Biol., 2006. 57. P. 521–65.
2. Murata N., Takahashi S., Nishiyama Y., Allakhverdiev S.I. Photoinhibition of photosystem II under environmental stress// Biochem. et biophys. Acta., 2007. 1767(6). P. 414–421.
3. Креславский В.Д. Карпентьер Р., Климов В.В., Мурата Н., Аллахвердиев С.И. Молекулярные механизмы устойчивости фотосинтетического аппарата к стрессу// Биологические мембраны, 2007. (3), С. 195-217.
4. Dekker J. P., Boekema E.J. Supramolecular organization of thylakoid membrane proteins in green plants// Biochim Biophys. Acta, 2005. 1706. P. 12–39.
5. Korniyev D.Y. Inhibition of glutamine synthetase activity by phosphinothricin results in disappearance of the peak M2 of the chlorophyll fluorescence induction curve// Photosynthetics, 1999. 36(4). – P. 601-604.
6. Barabash Y.M., Serdenko T.V., Knox P.P., Bondarenko O.Yu. Analysis are of the hidden properties of the macromolekular system as an example of the reaction centers of bacteria *Rodobakter sphaeroides*// Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2019. 3(1). P. 57-64.
7. Wellburn A.R. The spectral determination of chlorophyll *a* and *b* as well as total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution// J. Plant Physiol, 1994. 144. P. 307-313.
8. Boekema E.J., van Breemen J.F., van Roon H., Dekker J.P. Arrangement of photosystem II supercomplexes in crystalline macrodomains within the thylakoid membrane of green plant chloroplasts// J. Mol. Biol., 2000. 301. P.1123-1133.
9. Kirchhoff H., Haase W., Wegner S., Danielsson R., Ackerman R., Albertsson P.-A. Low-light-induced formation of semi-crystalline photosystem II arrays in higher plant chloroplasts// Biochem. 2007. 46. P. 11169-11176.

REFERENCES

3. Kreslavsky V.D. Karpentier R., Klimov V.V., Murata N., Allahverdiev S.I. Molecular mechanisms of stability of photosynthetic apparatus for stress// Biological membranes, 2007. (3). P. 195-217.

The effect of short-term heating on the state of photosystem II in winter wheat varieties of different stability

V. V. Shevchenko, O. Yu. Bondarenko, O. Yu. Barabash

Abstract. The original software revealed three components in the kinetics of the growth curve of the fluorescence induction of winter wheat leaves. The amplitude and time characteristics of these components were obtained. Comparison of the obtained components with the three known configurations of the complexes of the photosynthesis antenna of the photosystem II is made. It is shown that the changes of these components during aging and during the action of short-term heating differ in varieties of different resistance.

Keywords: *Triticum aestivum L.*, winter wheat, chlorophyll fluorescence induction, components of growth kinetics.

Вплив кліматичних умов на основні показники озимого ячменю сорту Казанова

В. М. Кошова, А. О. Коберницька, І. Г. Смажко

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна
Corresponding author. E-mail: 010446@ukr.net, Jared_letto_alina@ukr.net, ira.smazhko@ukr.net

Paper received 10.12.19; Accepted for publication 24.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-03>

Анотація. Дана науково-дослідна робота направлена на вдосконалення технології пивоварного солоду з озимого дворядного ячменю сорту Казанова українського виробництва, дослідження біохімічних перетворень у зерні під впливом кліматичних умов. Як дослідний зразок було обрано сорт озимого ячменю Казанова 2017, 2018 і 2019 року врожаю, в якому визначались фізико-хімічні та фізіологічні показники.

Ключові слова: озимий ячмінь Казанова, погодно-кліматичні умови, мікробіологія зерна, урожайність, температурний режим, опади.

Вступ. Основною сировиною для виробництва пива є світлий пивоварний солод, який, в основному, виробляють із ярих сортів пивоварного ячменю [5].

Останнім часом для виробництва пивоварного солоду використовуються, як за кордоном так і в Україні, спеціально виведені сорти пивоварного озимого ячменю з високими якісними характеристиками [2,4].

Для одержання якісного пива необхідне зерно певного біохімічного складу, що забезпечується поєднанням трьох чинників: пивоварний сорт, відповідні ґрунтово-кліматичні умови і технологія вирощування.

Отримувати високоякісний пивоварний ячмінь можна лише в разі виконання науково обґрунтованої системи агротехнічних заходів, що розроблені для кожної зони з урахуванням її ґрунтових і кліматичних умов [1].

Як відомо, умови вирощування зернових культур на території України різняться залежно від погодно-кліматичних і ґрунтових умов, а також підходів до технології вирощування, не може бути одного чіткого шаблону і загальних рекомендацій.

Так у 2018 році короткочасна наявність снігового покриву в останню декаду лютого – в березні сприяла осередковому ураженню посівів озимого ячменю – тифульозом. Відновлення весняної вегетації минулого року було досить пізнім і розпочалося у різних регіонах по-різному (кінець березня – квітень). В основному рослини відчували стрес внаслідок різкого наростання температури повітря та азотного голодування, через технічну неможливість провести вчасне підживлення у окремих регіонах [3].

Різке відновлення вегетації озимих культур в середньому на 10–14 днів пізніше від середніх багаторічних строків не дало змоги слабким нерозкущеним посівам озимих розкущитися, результатом чого стала менша кількість продуктивних стебел.

Далі ситуація ще більш ускладнилась через швидке наростання температури повітря в квітні, що спричинило пересушування верхнього ґрунтового шару. На фоні різких перепадів денних і нічних температур, які призводили до появи крапельної вологи у вигляді роси, почався інтенсивний розвиток збудників захворювань, таких як септоріоз (*Septoria tritici*), сітчаста (*Pyrenophora teres*) та темно-бура (*Drechslera sorokiniana*) плямистість листя, облямівкова плямистість (ринхоспоріоз) (*Rhynchosporium secalis*), борош-

ниста роса (*Erysiphe graminis*).

Ураження збудниками зазначених хвороб зменшує асиміляційну поверхню листя, внаслідок цього втрачається продуктивність фотосинтезу та знижується частка нетто-асиміляції, що призводить до недобору урожаю. У окремих регіонах відсоток ураження збудником борошнистої роси був у межах 20–50% уражених рослин. Ступінь ураження переважно не перевищував 8–12% загальної листової поверхні.

Також, підвищені температури повітря у третій декаді травня та першій декаді червня в поєднанні з ранковими росами призвели до спалаху в різних регіонах септоріозу, піренофорозу та бурої іржі, борошнистої роси. Систематичні опади різної інтенсивності, які спостерігалися впродовж 2–3 декад липня у різних регіонах України, призвели до затримки збирання зернових колосових культур. Висока вологість супроводжувалась високими температурами у межах 24–29°C, це все припало на фазу наливу – повної стиглості зерна.

Отже, у 2017 році середня урожайність становила 6,5 т/га, у 2018 році – 5,3 т/га (середня урожайність в районі – 2,4–2,5 т/га).

Так у 2019 році погодно-кліматичні умови України були доволі сприятливими для вирощування озимих зернових культур. Це стосується перш за все зимового та весняно-літнього періодів, для яких характерним є помірний температурний режим та достатня кількість опадів. Проте, в окремі проміжки вегетаційного періоду, нерівномірний розподіл кліматичних факторів створює іноді несприятливі умови для росту та розвитку рослин, що в кінцевому рахунку позначається на величині урожаю [6].

За весняний період середня температура повітря складала близько 10,9°C, що на 2,5°C вище середньої багаторічної норми.

Середня кількість опадів становить 109,2 мм при середній багаторічній нормі 116 мм, тобто недобір атмосферної вологи склав близько 6%. Це найменша кількість опадів впродовж весняного періоду, починаючи з 2015 р.

Загалом, погодні умови першої декади травня виявилися достатньо сприятливими для росту і розвитку рослин озимих зернових культур.

В цей час у рослин ячменю озимого розпочалася фаза колосіння рослин, що було дещо раніше середніх

багаторічних строків. В першу чергу це стосується ранньостиглих сортів вітчизняної та іноземної селекції.

На завершення другої декади травня у рослин пшениці озимої більшості сортів незалежно від умов їх вирощування було відзначено фазу колосіння, у ячменю озимого спостерігалася фаза цвітіння – початок формування зернівки. Тож, погодні умови впродовж цього календарного терміну були сприятливими для росту і розвитку рослин озимих зернових культур.

В останні дні декади у рослин більшості сортів пшениці озимої спостерігалася завершення формування зернівки, у ячменю озимого відмічався початок молочної стиглості зерна.

Попередній аналіз стану посівів сільськогосподарських культур та погодних умов свідчить, що на даний час спостерігається деяке випередження розвитку рослин озимих зернових культур, яке вже стало звичним явищем в останні роки, а тому фаза повної стиглості зерна з великою ймовірністю буде відмічена раніше середніх багаторічних строків. При цьому очікувана врожайність, не зважаючи на густоту продуктивного стеблостою, буде залежати від наявності достатньої вологозабезпеченості ґрунту під час наливу зерна.

Матеріали і методи. Усі органолептичні та фізико-хімічні дослідження проводились в навчальній та науково-дослідній лабораторії кафедри біотехнології продуктів бродіння і виноробства в ННХТ Національного університету харчових технологій.

Для проведення дослідження використовували сорт озимого ячменю Казанова 2017, 2018 і 2019 року врожаю, який відзначаються високою врожайністю та стійкістю до хвороб, а також є досить поширеними на території України. Сорт був отриманий переважно з Вінницької області.

В даних зразках ячменю визначали фізичні, фізіологічні і хімічні показники. Дослідження проводились відповідно до вимог ДСТУ 3769-98 «Ячмінь технічні умови».

Результати досліджень та їх обговорення. Аналізований ячмінь всіх років був здоровим, мав нормальний запах, властивий здоровому зерну (без затхло, солодового, пліснявого, сторонніх запахів), світло-жовтий колір, властивий здоровому зерну цього класу; не був заражений шкідниками. Отримані результати представлені в таблиці 1.

Сорти аналізованого озимого ячменю 2017/2018 років мають підвищену вологість в межах 11,3 - 12,0 %, це є наслідком не сприятливих кліматичних умов для вирощування озимих культур у даних посівних

роках.

Як видно з таблиці 1 найбільше значення натуре визначено в зерні озимого ячменю сорту Казанова 2019 року (810,0 г/дм³), масі 1000 зерен (65,8г), ці показники є значно вищими в порівнянні з роками сортами що і пояснює більший вміст крохмалю і екстрактивності в даному зразку.

Таблиця 1. Вплив кліматичних умов різних років на їх фізико-хімічні показники

Сорт Показники	Казанова 2019	Казанова 2018	Казанова 2017
Колір	Світло-жовтий	Світло-жовтий	Світло-жовтий
Вологість, %	12,0	11,3	9,8
Натура, г/дм ³	810,0	740,0	745,0
Маса 1000 зерен, г	65,8	63,0	64,0
Масова частка білка, % У перерахунку на абсолютно суху речовину	-	10,0	10,4
Сміттева домішка, %	0,6	0,2	0,2
Зернова домішка, %	1,2	0,2	0,2
Крупність, %	88,8	95,0	98,0
Здатність до проростання, %	96,0	93,0	92,0
Життєздатність, %	96,0	93,0	92,0
Екстрактивність, %	63,5	72,2	73,7
На суху речовину	71,8	80,0	81,0
Плівчастість, %			
- На суху речовину	11,4	10,6	10,1
Вміст крохмалю, %	59,8	70,2	71,3
Водочутливість	Водочутливе зерно		

Дуже високий вміст білка призводить до труднощів у фільтрації на пивоварному заводі, а також до погіршення якості пива. При цьому найбільша масова частка білка в сорті Казанова 2017 року - 10,4 %.

Найкращу здатність до проростання мав сорт Казанова (96,0 %) 2019 року врожаю,

Результати досліджень якості зерна за технологічними показниками показали, що ячмінь озимих сортів ячменю всіх років, які досліджували, відповідає встановленим нормам якості, але порівнявши основні показники озимого ячменю різних років врожаю, за вмістом білку та крохмалю, екстрактивністю та здатністю до проростання, найкращим був обраний сорт озимого пивоварного ячменю Казанова 2019.

Висновки. Аналізуючи дані можна зробити висновки, що погодні умови впливають на ячмінь в основному, в період його кушіння та дозрівання.

Таким чином в результаті проведених досліджень виявлено, що у 2019 році погодно-кліматичні умови України були найбільш сприятливими для вирощування озимих зернових культур.

ЛІТЕРАТУРА

- Климишена, Р.І. Перспективи вирощування ячменю озимого на пивоварні потреби/Р.І Климишена//Вісник аграрної науки. – 2010. – С. 73- 74.
- Koshova V., Kobernitska A., “Science progress in European countries: new concepts and modern solutions”: Papers of the 4th International Scientific Conference/ December 28, 2018, Stuttgart, Germany, 96 – 102p
- Кузьмінський, О. Збережений урожай - міф чи реальність?/О. Кузьмінський//Пропозиція. - 2019. - № 2. - С. 102-104.
- Мелетєв, А.С. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: підруч./А.С. Мелетєв, С.Р. Годосійчук, В.М. Кошов//за ред. А.С. Мелетєва. — Вінниця: Нова Книга, 2007. — 392 с.
- Нарцис, Л. Краткий курс пивоварення: пер. з нем./Л. Нарцис. — СПб: Профессия, 2007. — 640 с.
- УКРАЇНА: ПОГОДНІ УМОВИ ТА СТАН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У ТРАВНІ 2019 РОКУ [Е. ресурс]//АПК-Інформ. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1500301>.

REFERENCES

1. Klimyshena, R.I. Prospects of winter barley cultivation for brewing needs/RI Klimyshen//Bulletin of agrarian science. - 2010. - P. 73- 74.
2. Kuzminsky, O. Saved Harvest - Myth or Reality?/O. Kuzminsky//Proposal. - 2019. - № 2. - P. 102-104.
3. Meletyev, AE Technochemical control of malt, beer and soft drink production: textbook./AE Meletyev, S.R. Todosychnuk, V.M. Trash//Edited AE Meletyeva. - Vinnytsia: New Book, 2007. - 392 p.
4. Narcissus, L. Short brewing course: trans. with him./L. Narcissus. - St. Petersburg: Profession, 2007. - 640 p.
5. UKRAINE: WEATHER CONDITIONS AND CONDITIONS OF AGRICULTURAL CULTURES, MAY 2019 [E. source]//APK-Inform. - 2019. - Resource Access Mode: <https://www.apk-inform.com/en/exclusive/topic/1500301>.

Influence of climatic conditions on the main indicators of winter barley Casanova variety

V. N. Koshova, A. O. Kobernitska, I. G. Smazhko

Abstract. This research work is aimed at improving the technology of brewing malt from winter two-row barley varieties Casanova Ukrainian production, the study of biochemical transformations in grain under the influence of climatic conditions. The winter barley variety Casanova 2017, 2018 and 2019 of the crop was selected as the prototype, in which the physicochemical and physiological parameters were determined.

Keywords: *Casanova winter barley, weather and climatic conditions, grain microbiology, yield, temperature regime, precipitation.*

Дія позакореневої обробки гідролізатами сполук природного походження на фізіологічні показники різних за жаро-посухостійкістю сортів озимої пшениці за високих температур вирощування

*В. В. Трач, В. В. Шевченко, О. Ю. Бондаренко, С. А. Гринюк

Інститут фізіології рослин та генетики НАН України, м. Київ, Україна

*Corresponding author. E-mail: valentr2000@ukr.net

Paper received 09.12.19; Accepted for publication 24.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-04>

Анотація. Вивчено дію біологічно активних речовин: гідролізітів протеїнів пшениці, рибонуклеїнової кислоти та хітину на фізіологічні показники рослин пшениці двох сортів різної жаро-посухостійкості. Показано, що обробка призводить до покращення фізіологічного стану та підвищення врожайності, в умовах, коли активність фотосинтетичного апарату пригнічена підвищеною температурою. Найбільша ефективність обробки досягається при використанні хітозану. Підвищення вмісту хлорофілу, функціональної активності та маси 1000 зерен є більш суттєвим у нестійкого сорту, хоча залишається нижчим за показники більш стійкого сорту.

Ключові слова: *Triticum aestivum L.*, озима пшениця, гідролізіт, ефективність обробки, хлорофіл.

Вступ. Температура оточуючого середовища являється важливим фактором, що визначає врожайність сільськогосподарських культур [1]. Навіть підвищення середньої температури за сезон вегетації на 1 °C призводить до втрати врожайності на 17 % [2]. Тому, в умовах глобального потепління клімату, особливо актуальним являється пошук природних, екологічно чистих, речовин, які не забруднюють навколишнє середовище та здатні виступити протектором високотемпературного стресу. Кандидатами на цю роль можуть виявитись речовини природного походження, які викликають у рослин неспецифічну захисну реакцію.

Раніше, нами було показано покращення стану пшениці при обробці посівів хітозаном, який є гідролізатом хітину за дії гербіцидів [3]. Також нами було показано посилення дії гербіцидів на бур'яни при сумісному застосуванні гербіцидів з хітозаном [3, 4]. Але дія цих речовин в якості протектора високих температур не досліджувалась.

Тому **метою** нашої роботи було дослідження дії гідролізітів різних сполук природного походження (екологічних, нетоксичних речовин), а саме хітозану, гідролізату протеїнів пшениці та гідролізату рибонуклеїнової кислоти (РНК) дріжджів на фізіологічні показники різних за жаро-посухостійкістю сортів озимої пшениці, що зростали в умовах підвищених температур.

Матеріали і методи. Для досліджень використані два сорти озимої пшениці Подолянка та Перлина Лісостепу. Ці сорти мають наступні характеристики. Подолянка. Сорт пройшов державне випробування і занесений до реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні з 2003 року. Зона районування - Степ, Лісостеп і Полісся України. Сорт середньоранній. Вегетаційний період 273-284 дні. Стійкий до полягання 7,5-8,6 бали. Морозостійкість перевищує середню, жаро-посухостійкість 8,2-8,5 бали. Перлина Лісостепу. Сорт пройшов державне випробування і занесений до реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні з 2002 року. Зона районування Полісся і Лісостеп України. Господарська і біологічна характеристики. Високоврожайний 44,3-75,2 ц/га, середньостиглий. Вегетаційний період 280-285 днів. Морозо-, зимостійкість середня - 4 бали. Жаро-посухостійкість 5-6 балів.

Рослини озимої пшениці вирощувались на дослід-

них ділянках розміром 1x3 м. Грунт - сірий дерново-підзолестий. Внесення NPK - стандартне за технологією вирощування. Обробка розчином хітозану, гідролізату протеїнів пшениці та РНК дріжджів проводилась позакоренево на фазі цвітіння. Концентрація розчинів – 0,1 %. Вимірювання вмісту хлорофілу та індукції флуоресценції хлорофілу проводили за три тижні після обробки.

Хітозан – полі-(1,4)-2-аміно-2-дезоксі-бета-D-глюкан] (№CAS 9012-76-4) – лінійний полісахарид – похідна природного біополімеру – хітину, другої (після целюлози) за розповсюдженості в природі органічної речовини. РНК дріжджів, її гідролізати, а також компоненти нуклеїнових кислот та їх похідні широко використовуються у виробництві, перш за все, продуктів харчового та медичного призначення [5-7]. Комплексний нуклеотидний препарат, створений групою авторів в кінці 70-х років, одержують при обробці РНК дріжджів рибонуклеазою підшлункової залози крупної рогатої худоби (КРХ) [8-11]. Таким чином, гідролізати рибонуклеїнової кислоти дріжджів не є токсичними та можуть бути застосовані в рослинництві.

Концентрацію хлорофілів а і b в екстрактах визначали за вимірюванням оптичної густини на двох довжинах хвиль на спектрофотометрі "Spekord 200" Analytikjena (Німеччина) за методикою Wellburn [12]. Вимірювання кривих індукції флуоресценції хлорофілу проводили як описано раніше [13]. Температуру та освітленість визначали щоденно опівдні.

Біологічна та аналітична повторюваність дослідів – триразова.

Результати та обговорення. Завдяки процесу фотосинтезу в рослині відбувається синтез цукрів та інших сполук, які безпосередньо впливають на формування врожаю. Швидкість накопичення цих речовин залежить від функціонального стану фотосинтетичного апарату, який суттєво інгібується підвищеною температурою навколишнього середовища. Тому в якості фізіологічних показників рослини було обрано такі показники стану фотосинтетичного апарату як вміст хлорофілу в листках, співвідношення хлорофілів a/b та показники функціональної активності, які визначаються за параметрами індукційної кривої – потенційний квантовий вихід фотосинтезу (Fv/Fm) та «index

vitality», який представляє собою співвідношення максимальної флуоресценції до інтенсивності флуоресценції в стаціонарній фазі (Fm/Fst). Вимірювання температурного режиму показало, що середня температура за період від обробки рослин до моменту визначення функціональних показників (21 день) склала 30,5 °C

при освітленості 49 000 Люкс ФАР (фотосинтетично активної радіації), а з моменту обробки до збору врожаю (45 днів) - 31 °C при освітленості 49 000 Люкс ФАР. Таку температуру можна вважати зависокою для кліматичних зон Лісостепу та Полісся. Результати вимірювань наведені в таблиці.

Табл. Фізіологічні показники стану рослин озимої пшениці за позакореневої обробки пшениці біологічно активними речовинами.

Варіант	Fv/Fm	(Fm/Fst)	Вміст хлорофілу мг/дм ²	Хлорофіл a/b	Маса 1000 зерен, г	Маса 1000 зерен, % до контролю
Перлина Лісостепу, контроль	0,67 ± 0,02	2,66 ± 0,09	5,94 ± 0,40	2,57 ± 0,01	17,88 ± 1,60	0
Перлина Лісостепу, хітозан	0,72 ± 0,01	2,75 ± 0,12	6,65 ± 0,50	2,55 ± 0,02	20,12 ± 2,50	+ 13
Перлина Лісостепу, гпп	0,68 ± 0,01	2,63 ± 0,12	6,47 ± 0,55	2,57 ± 0,02	19,10 ± 1,90	+ 7
Перлина Лісостепу, грнкд	0,70 ± 0,02	2,81 ± 0,08	6,52 ± 0,50	2,60 ± 0,01	19,21 ± 1,60	+ 7
Подольянка, контроль	0,70 ± 0,02	2,60 ± 0,10	6,50 ± 0,51	2,60 ± 0,01	24,67 ± 1,20	0
Подольянка, хітозан	0,70 ± 0,01	2,57 ± 0,13	6,85 ± 0,50	2,60 ± 0,01	27,67 ± 1,50	+ 12
Подольянка, гпп	0,70 ± 0,01	2,59 ± 0,08	6,50 ± 0,53	2,60 ± 0,01	26,00 ± 1,40	+ 5
Подольянка, грнкд	0,70 ± 0,02	2,58 ± 0,11	6,55 ± 0,40	2,70 ± 0,02	26,10 ± 1,10	+ 5

Із даних, наведених в таблиці, видно, що фотосинтетичний апарат контрольних рослин обох сортів озимої пшениці перебуває в пригніченому стані із-за дії високої температури. Про це говорить значення показника Fv/Fm. Для менш стійкого до дії високої температури сорту Перлина Лісостепу він складає 0,67, а для більш стійкого, Подольянки, його значення становить – 0,70. З літературних джерел добре відомо, що для любого виду рослин, які знаходяться в оптимальних умовах, значення показника Fv/Fm завжди становить 0,82 [14]. За дії обробки, у більш стійкого сорту цей показник практично не змінювався. У менш стійкого сорту, який перебував у більш пригніченому стані, спостерігалось підвищення значення цього показника. Найбільше підвищення відбувалось за обробки хітозаном та гідролізатом рибонуклеїнової кислоти дріжджів. Показник Fm/Fst досить сильно варіював у обох сортів, як в контрольних варіантах, так і в варіантах обробки. Значення цього показника могли змінюватись як в сторону збільшення так і в сторону зменшення.

Вміст хлорофілу у листках озимої пшениці суттєво відрізнявся в контрольних варіантах. У менш стійкого до дії підвищених температур сорту Перлина Лісостепу він був на 9% нижчий ніж у більш стійкого сорту – Подольянки. Позакоренева обробка рослин гідролізатами різних сполук також призводила до підвищення вмісту хлорофілу в листках. Найбільше підвищення спостерігалось у варіанті обробки хітозаном менш стійкого сорту і складало 12 %, а у більш стійкого сорту лише 5 %. Найменше - у варіанті обробки гідролізатом протеїнів пшениці. У менш стійкого сорту – 9 %, а у більш стійкого вміст хлорофілу за даної обробки не збільшувався. Співвідношення хлорофілу a/b не змінювалось за всіх варіантів обробки, що означає відсутність зміни в співвідношенні пігмент-білкових комплексів.

Підвищення фізіологічного стану фотосинтетичного апарату рослин пшениці призводило до збільшення врожайності в умовах росту при високих температурах. В таблиці наведено збільшення маси 1000 зерен за

різних типів обробки. Найкращі результати отримані за обробки гідролізатом хітину. У менш стійкого сорту маса 1000 зерен збільшилась на 13 %, хоча і залишалась нижчою ніж в контролі у більш стійкого сорту. У більш стійкого сорту маса 1000 зерен збільшувалась на 12 %. Обробка гідролізатами протеїнів пшениці та РНК дріжджів призводило приблизно до однакового збільшення маси 1000 зерен, на 7 % у менш стійкого сорту та на 5 % у більш стійкого сорту.

Дослідження позакореневої обробки рослин пшениці, які зростали при високих температурах, біологічно активними речовинами вказують, що найбільша ефективність обробки досягається при використанні хітозану. Така обробка призводила до покращення стану фотосинтетичного апарату, а також до підвищення маси 1000 зерен. Ступінь позитивного впливу була більшою у менш стійкого сорту, Перлина Лісостепу, а у більш стійкого, Подольянка, меншою. Обробка гідролізатами протеїнів пшениці та РНК дріжджів мали незначний позитивний вплив як на стан фотосинтетичного апарату, так і на врожайність.

Висновки. Вивчено дію біологічно активних речовин - гідролізатів протеїнів пшениці, гідролізату рибонуклеїнової кислоти та гідролізату хітину на різні за жаро-посухостійкістю сорти озимої пшениці. Показано, що обробка в умовах вегетації при підвищених температурах, коли фотосинтетичний апарат знаходиться в пригніченому стані, призводить до покращення фізіологічного стану та підвищення врожайності. Найбільша ефективність обробки досягається при використанні хітозану. Підвищення вмісту хлорофілу, функціональної активності та маси 1000 зерен є більш суттєвим у нестійкого сорту, хоча залишається нижчим за показники більш стійкого сорту. Мінімальний позитивний вплив відмічається при застосуванні гідролізату протеїнів пшениці. Використання гідролізату рибонуклеїнової кислоти дещо підвищувало фізіологічні показники, але не призводило до значного підвищення маси 1000 зерен.

ЛІТЕРАТУРА

1. Моргун В.В., Швартау В.В., Киризий Д.А. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков//Физиология и биохимия культ. растений, 2010. 42(5), С. 371-392.
2. Lobel D.V., Asner G.P. Climate and management contributions to recent trends in U.S. agricultural yields//Science, 2003. 299, P. 1032.
3. Трач В.В. Гуральчук Ж.З., Гринюк С.А., Мордерер С.Ю. Вплив хітозану на фітотоксичну дію гербіциду гранстар//Збірник наукових праць 8-мої науково-теоретичної конференції «Бур'яни, особливості їх біології та систем контролювання у посівах сільськогосподарських культур», 2012, С. 229 – 232.
4. Гуральчук Ж., Трач В., Гринюк С. Мордерер С.Ю. Вивчення ефективності сумісного застосування гербіцидів гранстар і естерон з мікродобривами для обробки рослин пшениці//Збірник наукових праць 8-мої науково-теоретичної конференції «Бур'яни, особливості їх біології та систем контролювання у посівах сільськогосподарських культур», 2012, С. 56 – 59.
5. Земсков В.М., Лидак М.Ю., Земсков А.М. и др. Низкомолекулярная РНК – получение, гидролиз и применение в медицине. Зиннат, Рига. 1985. 191 с.
6. Черникова И.Б., Юнусов М.С. Синтез производных урацила, содержащих в своей структуре остатки янтарной и малеиновой кислот//Бутлеровские сообщения, 2015. 43(7), С. 37-39. ROI: jbc-01/15-43-7-37.
7. Hirashima R., Michimae H., Takemoto H., [et al.]. Induction of the UDP-glucuronosyltransferase 1A1 during the perinatal period can cause neurodevelopmental toxicity//Mol. Pharmacol, 2016. 90. P. 265–274.
8. Шершевская С.Ф., Левина Ф.Г. Клинический опыт применения препаратов РНК при лечении тапето-ретиальных дистрофий//Вестник Акад. Мед. наук СССР, Медицина, Москва, 1978. 10. С. 40-43.
9. Фукс Б.Б., Шершевская С.Ф., Попова Л.М. и др. Заместительный лечебный эффект рибонуклеотидов при некоторых болезнях//Бюлл. эксп. биол. и медицины, 1969. 9. С. 23-26.
10. Авцын А.П., Фукс Б.Б., Шабанова М.Е. и др. Наследственные дистрофии сетчатки у человека в связи с результатами их патогенетической терапии//Вестник Акад. Мед. наук СССР, 1971. 7. С. 63-69.
11. Кацнельсон Л.И., Трутнева К.В., Богословский Н.Е. и др. Результаты длительного динамического наблюдения за применением препарата Энкад при пигментной тапеторетинальной абитрофии//Вестник офтальмологии, 1982. 2. С. 28-29.
12. Wellburn A.R. The spectral determination of chlorophyll *a* and *b* as well as total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution//J. Plant Physiol, 1994. 144. P. 307-313.
13. Kornyejev D.Y. Inhibition of glutamine synthetase activity by phosphinothricin results in disappearance of the peak M2 of the chlorophyll fluorescence induction curve//Photosynthetics, 1999. 36(4). P. 601-604.
14. Lazar D. Chlorophyll *a* fluorescence induction//Biochim. et Biophys. Acta, 1999. 1412(1). P. 1-28.

REFERENCES

1. Morgun V.V., Schwartau V.V., Kiriziy D.A. Physiological fundamentals of grain cereals high productivity forming//Physiology and biochemistry of cultivated plants, 2010. 42(5). P. 371-392.
3. Trach V.V. Guralchuk Zh.Z., Grinyuk S.A., Morderer E.Yu. Influence of chitosan on the phytotoxic effect of granstarb//Collection of scientific papers of the 8th scientific-theoretical conference "Bur", features of their biology and control systems in crops, 2012, P. 229 - 232.
4. Guralchuk J., Trach V., Grinyuk S. Morderer E.Yu. The study of the effectiveness of the combined use of herbicides granstar and estrone with microfertilizers for the treatment of wheat plants//Collection of scientific papers of the 8th scientific-theoretical conference "Bur" of Yana, features of their biology and control systems in crops of crops ", 2012. P. 56-59.
5. Zemskov V.M., Lidak M.Yu., Zemskov A.M. Low molecular weight RNA - preparation, hydrolysis and use in medicine. Zinnat, Riga. 1985. 191 p.
6. Chernikova I.B., Yunusov M.S. Synthesis of uracil derivatives containing succinic and maleic acid residues in their structure//Butler messages, 2015. 43(7). P. 37-39. ROI: jbc-01/ 15-43-7-37.
8. Shershevskaya S.F., Levina F.G. Clinical experience in the use of RNA drugs in the treatment of wallpaper-retinal dystrophies//Herald of Acad. Med. of Sciences of the USSR, Medicine, Moscow, 1978. No. 10. Pp. 40-43.
9. Fuchs B.B., Shershevskaya S.F., Popova L.M. Replacement therapeutic effect of ribonucleotides in some diseases. Bull. exp. biol. and medicine, 1969. 9. P. 23-26.
10. Avtsin A.P., Fuchs B.B., Shabanova M.E. Hereditary retinal dystrophies in humans due to the results of their pathogenetic therapy//Acad newspaper. Med. of Sciences of the USSR. 1971. №7. P.63-69.
11. Katsnelson L.I., Trutneva K.V., Theological N.E. [et al.] Results of long-term dynamic observation of the use of the drug Encad in pigmented tapetoretinal abiotrophy//Journal of Ophthalmology, 1982. 2. P. 28-29.

The effect of foliar treatment of hydrolysates of compounds of natural origin on the physiological parameters of different varieties of heat-drought winter wheat at high temperatures of cultivation

V. V. Trach, V. V. Shevchenko, O. Yu. Bondarenko, S. A. Grinyuk

Abstract. The effect of biologically active substances: hydrolysates of wheat proteins, ribonucleic acid and chitin on the physiological parameters of wheat plants of two varieties of different heat-drought resistance was studied. It has been shown that treatment leads to an improvement in the physiological state and an increase in yield, when the activity of the photosynthetic apparatus is inhibited and the temperature is increased. The highest treatment efficiency is achieved by using chitosan. An increase in chlorophyll content, functional activity and mass of 1000 grains is more significant in the unstable variety, although it remains lower than in the more stable variety.

Keywords: *Triticum aestivum* L., winter wheat, hydrolyzate, processing efficiency, chlorophyll.

ARCHITECTURE

Вибір раціональних методів геодезичних робіт з урахуванням їх впливу на будівельно-монтажні роботи

Ю. В. Крошка³, О. В. Мурашова¹, Ю. В. Фурсов²

¹Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва ім. В.С. Балицького», м. Київ, Україна

²Харківський національний університет міського господарства ім. В.О. Бекетова, м. Харків, Україна

³Corresponding author. E-mail: deyneka_yulia@ukr.net

Paper received 20.11.19; Accepted for publication 10.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-05>

Анотація. У статті висвітлено особливості вибору засобів виконання геодезичних робіт в залежності від обраного метода з використанням елементів нечіткої логіки. Встановлений взаємовплив геодезичних та будівельно-монтажних робіт. Отримано результати, що методи і засоби геодезичних робіт та фактори, що впливають на їх вибір, визначаються з досвіду спостережень. Суб'єктивним є визначення ступеню приналежності та ступеню важливості факторів. Для підвищення достовірності вибору цих величин використано експертні висновки фахівців у галузі. Розроблена методика визначення тривалості будівельних робіт з монтажу опалубки колон з застосуванням різних засобів вимірювань.

Ключові слова: геодезичні роботи, вибір засобів вимірювання, експертна система, нечітка логіка, взаємовплив.

Вступ. При застосуванні сучасних технологій виконання будівельних робіт обов'язковим є застосування й сучасних засобів вимірювальної техніки. В процесі будівництва вимірювальні та геодезичні роботи лежать на критичному шляху, тому їх необхідно інтегрувати у будівельний процес і розглядати як один з факторів, що впливатиме не тільки на точність та якість будівельних робіт, а й на терміни їх завершення.

Публікації за темою. Ефективність виконання вимірювальних та геодезичних робіт традиційно розглядається з точки зору забезпечення точності, а при виборі технології виконання будівельних робіт основним критерієм вибору є максимальна продуктивність праці при мінімальних витратах [1, 2, 3, 4, 7]. Доцільно до факторів, що впливають на вибір засобів вимірювальних та геодезичних робіт, крім точності, додати такі: вартість, ергономічність або зручність використання, кількість необхідного персоналу, витрати часу на вимірювання.

Для вибору раціонального методу вимірювальних робіт можна застосувати метод фон Неймана-Моргенштерна [5], який базується на стохастичному характері значень оцінок, де для прийняття рішення враховується вплив сукупності факторів, що носять імовірнісний, невизначений характер. Якщо виконується певна система аксіом (відношення переваг), то для кожної з основних альтернатив задається число, що характеризує числову оцінку отриманих альтернатив. Це означає, що існує певна функція корисності і найкращою є альтернатива, для якої значення функції корисності найбільше.

Ціль. Дослідити особливості вибору засобів виконання геодезичних робіт в залежності від конструктивних та організаційно-технологічних рішень з використанням елементів нечіткої логіки.

Матеріали і методи. Проведемо аналіз вказаним методом впливу вимірювальних робіт на тривалість будівельно-монтажних процесів на прикладі геодезичного забезпечення монтажних робіт улаштування вертикальних колон під час будівництва монолітно-каркасного будинку. Послідовність геодезичного

забезпечення улаштування вертикальних залізобетонних колон на монтажному горизонті є такою: винесення та закріплення основних осей на монтажному горизонті; винесення суміщених осей положення опалубки колон; контроль вертикальності опалубки; контроль геометричних параметрів опалубки; виконання знімання колон.

Методи виконання таких геодезичних робіт можуть бути різними, виконуватись різними приладами. Методи мають різну трудомісткість та вартість, різний вплив на тривалість виконання будівельних робіт, а іноді застосування конкретного методу геодезичних робіт на даному етапі є неможливим за технологічними, технічними, економічними або іншими умовами.

Результати і обговорення. Розглянуто виконання робіт за трьома варіантами різними геодезичними приладами та обладнанням: 1 варіант – традиційними геодезичними приладами (теодоліт, нівелір, рулетка, лінійка, рейка, калькулятор); 2 варіант – сучасними геодезичними приладами (тахеометр, плівкові відбивачі або режим «без відбивача», комп'ютер, геодезична програма); 3 варіант – рейкою-рівнем, що прикріплюється на щит опалубки стін та колон. Вибір варіанту базується на аналізі показників точності, часу та вартості з урахуванням впливу технологічних, природних, метрологічних, економічних, технічних факторів.

Визначимо основні фактори впливу на вибір варіантів виконання геодезичних робіт: точність робіт, величина $СП_m$ – ступінь приналежності; вартість приладів – $СП_6$; витрати часу на виконання роботи, трудомісткість – $СП_7$; кількість геодезистів та допоміжного персоналу – $СП_8$; зручність використання, ергономічність – $СП_9$; можливість виконання робіт в автоматизованому режимі – $СП_a$.

Для кожного з вказаних факторів визначається інтегральне значення $u_m, u_6, u_7, u_8, u_9, u_a$, що характеризує сумарний ступінь приналежності (впливу) фактору на конкретний метод виконання геодезичних робіт.

Ступінь приналежності для кожного фактору впливу визначає число в діапазоні від 0 до 1, яке характеризує ступінь істинності цього методу фактору впливу. Якщо метод не забезпечує виконання робіт з нор-

мативною точністю (фактору впливу), то ступінь приналежності дорівнює 0, а якщо метод забезпечує виконання робіт з надмірною точністю – 1. При забезпеченні точності з невеликим запасом ступінь приналежності може визначатись величиною у діапазоні 0÷1. Якщо ступінь приналежності дорівнює 0, то цей метод робіт не можна застосовувати і його необхідно вилучити з аналізу. Якщо точність та вартість робіт дуже важлива і може характеризуватись величиною 1, а, наприклад, ергономічність приладів – величиною значно меншою. Якщо ступінь важливості дорівнює 0, то цей фактор впливу не має значення для вибору методу робіт і може бути вилучений з розгляду. Результати визначення ступеню приналежності (впливу) факторів на вибір варіантів виконання геодезичних робіт з монтажу вертикальних залізобетонних колон монолітно-каркасного будинку наведені на рис. 1÷5.

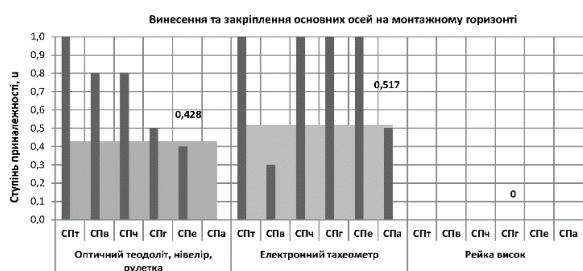


Рис. 1. Ступінь впливу факторів при винесенні основних осей на монтажному горизонті

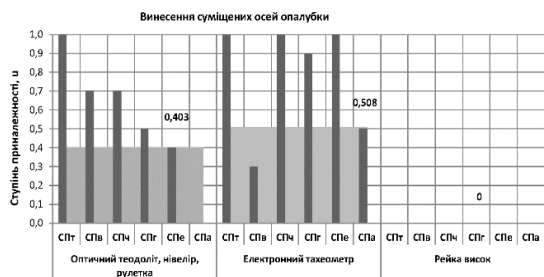


Рис. 2. Ступінь впливу факторів при винесенні суміжних осей положення опалубки колон

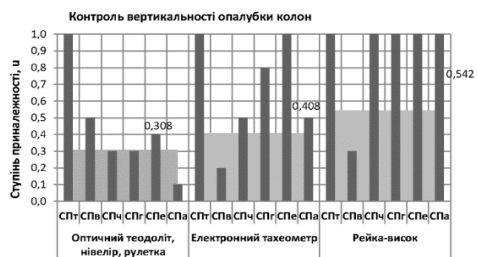


Рис. 3. Ступінь впливу факторів при контролі вертикальності опалубки колон

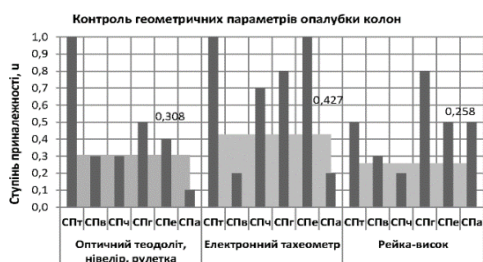


Рис. 4. Ступінь впливу факторів при контролі геометричних параметрів опалубки колон

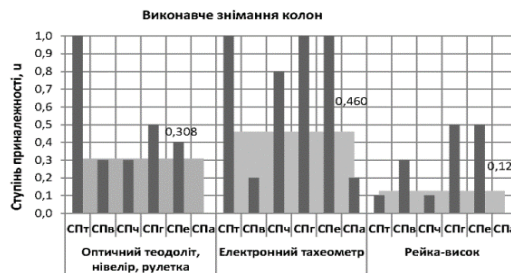


Рис. 5. Ступінь впливу факторів при виконавчому зніманні колон

У проектно-технологічній документації виконання будівельних робіт визначаються основні роботи, де потрібне геодезичне забезпечення, встановлюються основні геодезичні операції для забезпечення цих робіт, засоби і прилади.

Якщо можливі методи і засоби геодезичних робіт та фактори, що впливають на цей вибір, можна досить чітко визначити з досвіду спостережень, то ступінь приналежності та ступінь важливості можна визначити тільки суб'єктивно. Для підвищення достовірності вибору цих величин використано експертні висновки фахівців у галузі. В результаті визначено величини ступеню приналежності $СП$ для всіх факторів впливу ($СП_m = 1; СП_e = 0,5; СП_ч = 1; СП_г = 0,5; СП_е = 0,3; СП_a = 0,3$). Величини ступеню важливості $СВ$, результуючий ступінь приналежності кожного фактору з урахуванням ступеню впливу, визначимо як $СП_i * СВ_i$, де $СВ_i$ – ступінь важливості фактору впливу. Значення впливу для кожного засобу можливо визначити як величину приведених ступенів приналежності всіх факторів для даного засобу (табл. 1):

$$\sum_{i=1}^n СП_i \times СВ_i / n \tag{1}$$

де i – фактор впливу; n – кількість факторів впливу.

Встановлено, що найбільш ефективним для геодезичних робіт з винесення та закріплення основних осей, винесення суміжних осей, контролю геометричних параметрів та виконавчого знімання залізобетонних колон або вертикальних елементів є застосування електронного тахеометра. А для контролю вертикальності опалубки залізобетонних колон або вертикальних елементів є застосування рейки-виска, який прикріплюється до щитів опалубки, і встановлення в вертикальне положення щитів опалубки виконується інженерно-технічним персоналом без залучення ланки геодезистів. Вплив та зв'язок виконання геодезичних та будівельних робіт відстежується через календарне планування (рис. 6). Ланка геодезистів постійно знаходиться на будівельному майданчику, їх витрати праці становлять 14 люд.-днів.

Виконано календарне планування будівельно-монтажних робіт з використанням для геодезичних робіт сучасного тахеометру (рис. 7). Ланці геодезистів не потрібно постійно знаходитись на будівельному майданчику, їх витрати праці на ярусі становить 2,5 люд.-днів, витрати на камеральну обробку результатів становлять 2,5 люд.-днів, загалом 5 люд.-днів.

Аналогічно для будівельно-монтажних робіт з застосуванням рейки-виска (рис. 8), що прикріплюється до щита опалубки і таким чином встановлення опалубки в вертикальне (горизонтальне) положення виконується відразу без коригування опалубки під інстру-

МЕНТ.

Таблиця 1. Результати підрахунку значень істинності до досліджень впливу вимірювальних робіт на тривалість технологічних процесів на етапі будівництва

Геодезичні роботи	Засоби і прилади	CP_m	CP_b	CP_{γ}	CP_{ϵ}	CP_{η}	CP_{θ}	$\sum_{i=1}^n CP_i \times CB_i / n$
Ступінь впливу		1	0,5	1	0,5	0,3	0,3	
Винесення та закріплення основних осей на монтажному горизонті	Оптичний теодоліт, нівелір, рулетка	1	0,8	0,8	0,5	0,4	0	0,428
	Електронний тахеометр	1	0,3	1	1	1	0,5	0,517
	Рейка-висок	0	0	0	0	0	0	0,000
Винесення суміщених осей положення опалубки колон	Оптичний теодоліт, нівелір, рулетка	1	0,7	0,7	0,5	0,4	0	0,403
	Електронний тахеометр	1	0,3	1	0,9	1	0,5	0,508
	Рейка-висок	0	0	0	0	0	0	0,000
Контроль вертикальності опалубки	Оптичний теодоліт, нівелір, рулетка	1	0,5	0,3	0,3	0,4	0,1	0,308
	Електронний тахеометр	1	0,2	0,5	0,8	1	0,5	0,408
	Рейка-висок	1	0,3	1	1	1	1	0,542
Контроль геометричних параметрів опалубки	Оптичний теодоліт, нівелір, рулетка	1	0,3	0,3	0,5	0,4	0,1	0,308
	Електронний тахеометр	1	0,2	0,7	0,8	1	0,2	0,427
	Рейка-висок	0,5	0,3	0,2	0,8	0,5	0,5	0,258
Виконавче знімання колон	Оптичний теодоліт, нівелір, рулетка	1	0,3	0,3	0,5	0,4	0	0,303
	Електронний тахеометр	1	0,2	0,8	1	1	0,2	0,460
	Рейка-висок	0,1	0,3	0,1	0,5	0,5	0	0,125

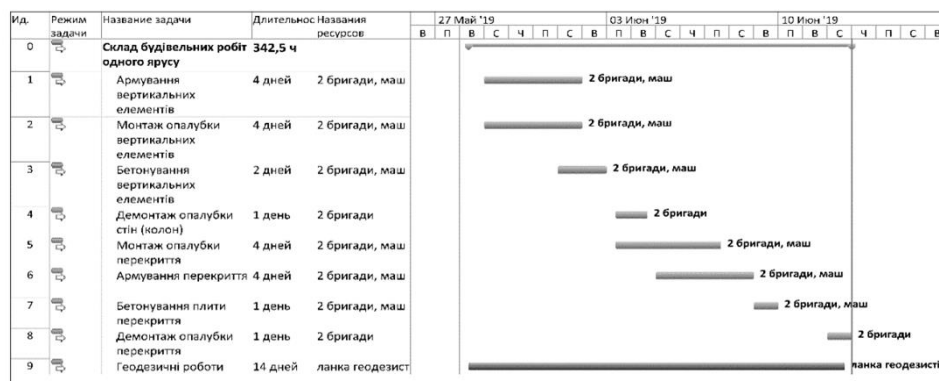


Рис. 6. Календарний графік будівельних робіт на монтажному горизонті

Ланка геодезистів виконує тільки розмічувальні роботи перед початком монтажу опалубки та виконавче знімання готової конструкції після демонтажу опалубки, не потрібно постійно знаходитись на будівельному майданчику, їх витрати праці зменшаться на 1,5 люд.-год. на типовий поверх. Для 24-поверхового будинку це зменшення складає 36 годин.

Висновок: застосування сучасних засобів вимірювальних техніки поряд з сучасними технологіями виконання будівель-

них робіт призводять до скорочення тривалості виконання будівельних робіт без втрати якісних та характеристик точності. Розроблена методика впливу вимірювальних та геодезичних робіт на будівельні, може застосовуватись для вибору методів, засобів та строків геодезичних робіт, під час розробки проектно-технологічної документації фахівцями будівельної галузі.

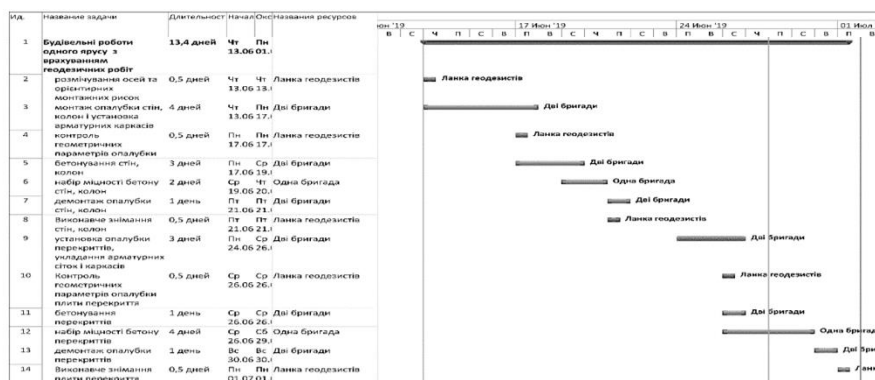


Рис. 7. Календарний графік будівельно-монтажних робіт з використанням тахеометру

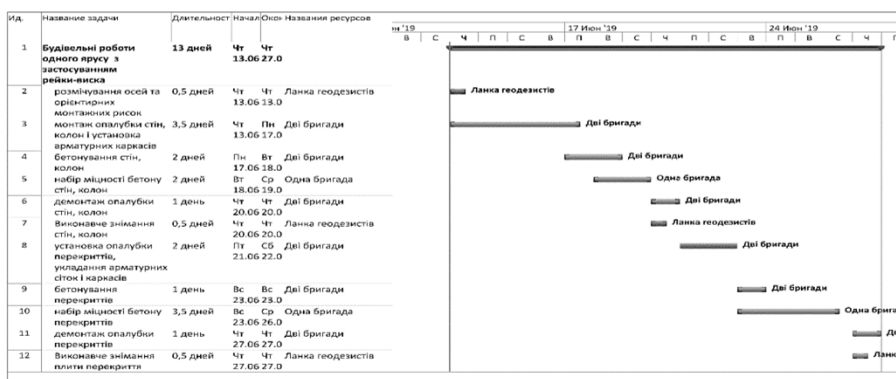


Рис. 8. Календарний графік будівельно-монтажних робіт з застосуванням рейки-віска

ЛІТЕРАТУРА

- Григоровський П.Є. Методологічні основи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації будівель і споруд: автореф. дис. д-ра техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / П. Є. Григоровський. – Харків: ХНУБА, 2018. – 35 с.
- Білоконь А.І. Організаційно-технологічні аспекти обґрунтування якісного і кількісного складу будівельних машин для реконструкції: автореф. дис. д-ра техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / А. І. Білоконь. – Харків: ХДТУ-БА, 1998. – 35 с.
- Болотских Н.С. Машины для строительно-монтажных работ: справочник / Н.С. Болотских, И.А. Емельянова, А.Г. Савченко. – К.: Будівельник, 1993. – 341 с.
- Канторер С.Е. Методы обоснования эффективности применения машин в строительстве / С.Е. Канторер. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1969. – 128 с.
- Кушлик-Дивульська О.І. Основи теорії прийняття рішень / О.І. Кушлик-Дивульська, Б.Р. Кушлик. – К., 2014. – 94 с.
- Типова технологічна карта на монтаж і демонтаж системної опалубки PERI – К., ДП НДІБВ, 2014. – 131 с.
- Шумаков И.В. Высокопрочные бетонные полы: технологии, качество, долговечность: монография [Электронный ресурс] / И.В. Шумаков, В.Н.Секретная. Харьков: Мисдрок, 2016. – 220 с. – Режим доступа: http://mirknig.su/knigi/stroitelstvo_i_remont/130079-vysokoprochnye-betonnye-poly-tehnologii-kachestvo-dolgovechnost.html

REFERENCES

- Hryhorovskiy Petro Y. Methodological basis of generating process control and management solutions for instrumental measurements in erecting and usage of buildings and structures: abstract dis. Dr. techh. Sciences: spec. 05.23.08 «Technology and organization of industrial and civil construction» / Petro Y. Hryhorovskiy. – Kharkiv: KHNUCEA, 2018. – 35 p.
- Bilokon A.I. Organizational and technological aspects of substantiation of qualitative and quantitative composition of construction machines for reconstruction: abstract dis. Dr. techh. Sciences: spec. 05.23.08 «Technology and organization of industrial and civil construction» / A. I. Bilokon. – Kharkiv: KHNUCEA, 1998. – 35 p.
- Bolotskikh N.S. Machines for construction works / N.S. Bolotskikh, I.A. Emelyanova, A.G. Savchenko. – K.: Budivelnik, 1993. – 341 p.
- Cantor S.E. Methods for substantiating the effectiveness of machinery in construction / S.E. Cantorer. – M.: Building Literature Publishing House, 1969. – 128 p.
- Kushlik-Divulska O.I., Kushlik B.R. Fundamentals of theory. – K., 2014. – 94 p.
- Technological card for installation and dismantling of system formwork PERI – K., DP NDIBV, 2014. – 131 p.
- Shumakov I.V. Vysokoprochnye betonnye poly: tekhnologii, kachestvo, dolgovechnost: monografiia [E. resurs] / I.V.Shumakov, V.N.Sekretnaia // Kharkov: Miskdruk, 2016.- 220 s. – Rezhim dostupu: http://mirknig.su/knigi/stroitelstvo_i_remont/130079-vysokoprochnye-betonnye-poly-tehnologii-kachestvo-dolgovechnost.html

The choice of rational methods of geodetic works taking into account their influence on construction works

Y. Kroshka, Y. Fursov, O. Murasyova

Abstract. The article describes the features of the choice of means of performing geodetic works, depending on the method chosen using elements of fuzzy logic. The interaction of geodetic and construction works has been established. The results are obtained that the methods and means of geodetic works and the factors that influence their selection are determined from the experience of observations. It is subjective to determine the degree of belonging and the importance of factors. A method for determining the duration of construction works for the installation of columns formwork with the use of various measuring instruments is developed.

Keywords: geodetic works, choice of measuring instruments, expert system, fuzzy logic, mutual influence.

BIOLOGY

Influence of hepatoprotectors on the functional state of the liver in laying hens with hepatitis

V. Y. Yaremchuk*, L. G. Slivinska

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

*Corresponding author: E-mail: vasulunkadunets@ukr.net

Paper received 22.12.19; Accepted for publication 30.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-06>

Abstract. The article presents the results of influence of "Hep-A-Stress" and "Hepasan-VS" on the functional state of the liver in laying hens in the conditions of scientific and production testing. The results showed that the use of these drugs in to recommended doses (1 ml/L of water) has a positive effect on protein and lipid metabolism, cellular enzymes level, purine. These hepatoprotectors stimulate hepatocyte regeneration and possess restorative properties for the liver.

Keywords: liver, laying hens, hepatoprotectors, blood serum, biochemical analysis.

Introduction. Studies of the last three decades in the field of poultry have made it possible to understand the molecular mechanisms of impaired liver function in the conditions of stress in industrial production. Liver disorders have been found to be associated with increased metabolism in the organ during periods of active egg production and, most of all, at peak egg productivity [3, 4].

Understanding the metabolic processes and causes of liver dysfunction helps us to ensure bird health and get productivity with the right quality.

Today the intensive development of poultry and livestock forces the use of new technologies and feeds of excellent quality to achieve high productivity and rapid growth [6, 12, 13]. Often, carbohydrate and fat-rich feed is used to achieve the goals, providing the poultry with a high level of energy. However, it does have negative effects such as heart muscle hypertrophy and fatty liver dystrophy.

Despite the fact that in veterinary practice approaches to complex treatment, with the use of simultaneously different regimens are well-established, the issues of treatment and prevention of hepatitis of hens are still an urgent problem [5].

Hepatoprotectors are the drugs designed to protect the liver from adverse factors, as well as to improve its functions, the ability to "protect" cells of the liver parenchyma (hepatocytes) from damage. Describing the mechanism of their action, it should be noted, that hepatoprotectors don't influence on the disease, but on its pathogenesis. The pathogenesis of liver diseases is based on damage to hepatocytes, which leads to impaired function, dystrophic changes, inflammation, necrosis and fibrosis [8]. The latter result in reduced a productivity, premature culling of the poultry and, has a negative impact on the profitability of production. That's why today the issue of liver protection is urgent and the proper selection and use of an effective hepatoprotector is an important element in complex treatment and preventive measures in poultry.

The aim of this work was to determine and compare the effectiveness of hepatoprotectors "Hep-A-Stress" and "Hepasan-VS" in laying hens with hepatitis.

Material and methods. The research was conducted

in Agro firm "Zagai" of Kamiyanka-Buzkyi district of Lviv region. The objects of study were laying hens of the breed "Lohmann Brown" (n = 4500) at the age of 300 days. The hens were kept at the poultry farm in typical rooms, equipped with 3-tier batteries with feeders, planting density 5 heads per cage. All laying hens were in the same conditions of keeping and feeding. The poultry was fed a complete compound feed (main diet (MD)) in accordance to the norms of productivity for laying hens of this age.

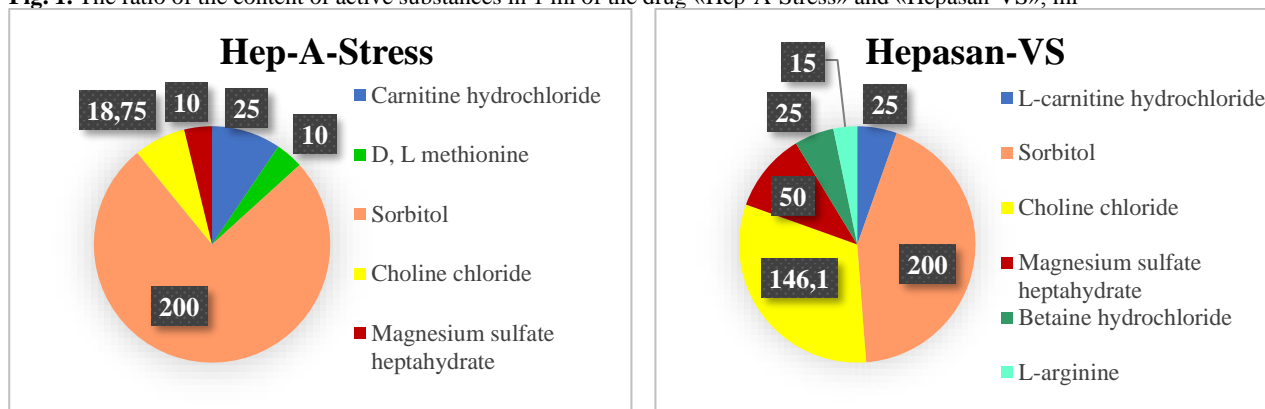
Laying hens were divided into three groups, 1500 heads in each. The first group (the control) - received main diet. The hens from the control group were fed with the vitamin-mineral, amino acid and general-stimulating, listed in the technological map the use of poultry. The first experimental group hens were given oral hepatoprotector "Hep-A-Stress" at a dose of 1 ml per 1 liter of drinking water for 10 days. The hens from second experimental group – received main diet and hepatoprotector "Hepasan-VS" at a dose of 1 ml per 1 liter of drinking water for 10 days, using a dispenser. The scheme of research is shown in table 1.

Table 1. Scheme of production-experimental studies to study the effectiveness of hepatoprotectors "Hep-A-Stress" and "Hepasan-VS" in keeping laying hens

Animal groups	Scheme of study	The term of hepatoprotectors application	Age of poultry (days)
Control	The main diet	did not give	300-310 day
Experimental 1	The main diet + 1 ml/L of water «Hep-A-Stress»	10 days	300-310 day
Experimental 2	The main diet + 1 ml/L of water «Hepasan-VS»	10 days	300-310 day

Most of the hepatoprotectors in the Ukraine contain carnitine, sorbitol and magnesium sulfate, but the number of active substances (AS) varies from 1 to 5 [1]. The content of active substances in "Hep-A-Stress" and "Hepasan-VS", used in study is presented in fig. 1.

Fig. 1. The ratio of the content of active substances in 1 ml of the drug «Hep-A-Stress» and «Hepasan-VS», ml



The blood serum was used for tests. Biochemical analysis where performed in our study 30 hens of each group. Sampling of blood from laying hens was performed three times: before drug administration and in 10 and 30 days after the beginning hepatotectors intake. Blood sampling was performed in vivo from the subclavian vein, in compliance with the rules of aseptic and antiseptic, using Vacuette vacuum tubes (Greiner, Austria). The following parameters were determined: content of total protein and its fractions, urea concentration, uric acid, activity of aspartate (AST) and alanine (ALT) aminotransferases, cholesterol.

Determination of the biochemical parameters in the blood serum of poultry was carried out in the laboratory of clinical and biological research of the State Research Institute of Veterinary Drugs and Feed Additives, using a semi-automatic biochemical analyzer «HumaLyzer 3000» using standardized Humanagnostoc Germanium kit. The content of total protein was determined using an IRF-22 refractometer. The proteins fractional composition in blood serum was determined by cellulose acetate electrophoresis using a Scan Power 300 and Scanion Lira 400 microprobe electrophoresis apparatus, Hospitex Diagnostics.

The research was conducted in accordance with the provisions of the European Convention for the Protection

of Vertebrate Animals Used for Experimental and other Scientific Purposes (Strasbourg, 1986), of the provisions on the use of vertebrates for research and other scientific purposes at the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhytskyi, of the Ukrainian Law no. 3447-4 "On the Protection of Animals from Cruelty".

The results of biochemical studies are presented in accordance with the International System of Units recommended for clinical laboratory practice and statistically processed using Statistica 6.0 (Stat Soft, Tulsa, USA) and Microsoft Excel 2016 using the Student's t-test using a statistical program.

Results and discussion. According to the results of study the use of hepatoprotectors "Hep-A-Stress" and "Hepasan-VS" in laying hens during the period of intensive egg-laying stimulates metabolism and has a positive effect on blood parameters.

Determination of total protein in blood serum indicates the level of protein intake with nutrition and the intensity of its synthesis in the liver. The liver account is responsible for the synthesis of 100 % albumin, 80 % blood globulins, fibrinogen, prothrombin, ferritin [2]. Table 2 shows the results of study of the protein profile in the blood serum of laying hens.

Table 2. The content of serum total protein (g/L) and its fraction (%) in laying hens. (M±m, n=30)

Animal group	The term of experiment	Biometric indicator	Parameters					
			Total protein, g/L	Albumin, %	Globulins, %			
					α1	α2	β	γ
Control	before treatment	M±m	69,9±0,25	36,5±0,63	7,0±0,22	11,7±0,45	10,5±0,52	34,3±0,88
	in 10 days	M±m	71,8±0,68	34,0±0,63	7,6±0,25	12,8±0,32	11,0±0,31	34,7±0,59
	in 30 days	M±m	72,3±1,47	33,3±0,97	9,1±0,25	12,4±0,38	14,1±0,39	31,1±0,79
Experimental 1	before treatment	M±m	67,8±1,05	36,5±0,64	7,1±0,22	12,0±0,33	11,4±0,44	33,0±0,78
	in 10 days	M±m	63,8±0,75** ^{ooo}	37,2±0,58 ^{oo}	7,4±0,22	12,0±0,28	11,7±0,40	31,6±0,52
	in 30 days	M±m	57,8±0,33*** ^{ooo}	41,7±0,33*** ^{ooo}	7,0±0,19	10,7±0,22	12,7±0,34	27,9±0,32
Experimental 2	before treatment	M±m	66,9±0,77	36,0±0,40 ^o	7,1±0,31	10,2±0,33	10,1±0,49	36,5±0,80
	in 10 days	M±m	63,4±1,22* ^{ooo}	37,1±0,34	6,6±0,24	11,8±0,37	12,0±0,41	32,5±0,46
	in 30 days	M±m	58,3±0,36*** ^{ooo}	40,6±0,23*** ^{ooo}	7,5±0,31	11,9±0,33	12,5±0,44	27,5±0,34

Note: * - p<0,05; ** - p<0,01; *** - p<0,001 – compared to the parameters of experimental group before treatment; ^o - p<0,05; ^{oo} - p<0,01; ^{ooo} - p<0,001 – compared to the parameters of control group.

Conducted studies of blood serum of the control group showed an increase of the content of total protein up to

2.7 % and 3.4 % (p<0.05; p=0.1), respectively, after 10 and 30 days of treatment and an increase of albumin con-

tent on 7.4 % and 9.6 % ($p < 0.05$). Such changes indicate impaired protein synthesis and further development of dystrophic processes in the liver.

It was found that after 10 days after the start of treatment in the first and second experimental group recorded a slight decrease in total protein content up to 6.3 % and 5.5 % ($p < 0.01$; $p < 0.05$), respectively. The content of albumin and globulin in the serum did not differ significantly.

After 30 days of treatment, the content of total protein in the first and in the second experimental groups decreased on 17.3 % and 14.8 % ($p < 0.001$) compared to parameters before treatment and was lower than that of the control group, namely on 25.1 % and 24 % ($p < 0.001$), respectively. The serum albumin content in laying hens in the experiment groups increased on 14.2 % and 12.7 % ($p < 0.001$), respectively, comparing with the level before treatment due to a decrease in globulin fractions.

The serum activity of cellular enzymes – aminotransferases was determined, which reflect the functional state of the liver. They are participating in the processes of transamination, transfer amino groups from amino acids to keto acids [9]. The content of AST and ALT in hepatocytes and the rate of their exit from cells during physiological regeneration of the liver have strong influence on the activity of these enzymes in the blood of hens, as well as on the intensity and direction of amino acid transformations, which, in turn influences on the egg productions. [11].

Aspartate aminotransferase is one of the enzymes belonging to the aminotransferase group. Table 3 shows that AST activity in the control and two experimental groups was high at the beginning of the experiment and averaged 200.3 ± 2.06 ; 214.3 ± 1.88 ; 211.3 ± 2.17 U/L, respectively. In 10 days after treatment, this parameter had a pronounced tendency to decrease, in the first experimental group - on 6,1 % and in the second - on 4 % ($p < 0,05$). After 30 days of the experiment, the activity of AST in both study groups continued to decrease ($p < 0.001$) and was 25.2 % and 21.0 % lower relatively to the initial values. It should be noted that after the third blood sampling, this indicator was 17.9 % and 15.6 % lower in the first and second experimental groups relatively to the control group.

Table 3. Activity of aminotransferases in serum blood in laying hens ($M \pm m$, $n=30$)

Animal group	Before treatment	Studies days	
		in 10 days	in 30 days
AST, U/L			
Control	$200,3 \pm 2,06$	$193,2 \pm 1,48$	$201,8 \pm 1,54$
Experimental 1	$214,3 \pm 1,88$	$202,0 \pm 3,99$ * °	$171,2 \pm 0,98$ ** °°
Experimental 2	$211,3 \pm 2,17$	$203,1 \pm 3,02$ * °	$174,6 \pm 0,90$ ** °°
ALT, U/L			
Control	$8,6 \pm 0,16$	$8,6 \pm 0,22$	$11,1 \pm 0,06$
Experimental 1	$11,1 \pm 0,28$	$8,3 \pm 0,24$ **	$7,4 \pm 0,14$ ** °°
Experimental 2	$10,6 \pm 0,32$	$9,7 \pm 0,13$ * °°	$8,9 \pm 0,18$ ** °°

Note: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,001$ – compared to the parameters of experimental group before treatment; ° - $p < 0,05$; °° - $p < 0,001$ – compared to the parameters of control group.

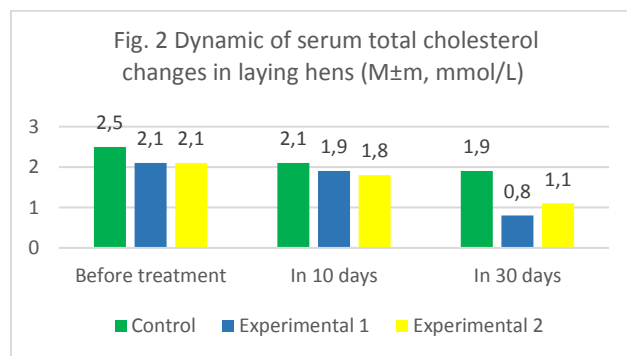
Before treatment, the ALT activity in the blood serum of laying hens of all groups ranged from 8.6 ± 0.16 to 11.1 ± 0.28 U/L. After feeding the hepatoprotectors, the

activity of the enzyme in laying hens from experimental groups had a pronounced tendency to decrease. This indicator decreased in the first experimental group 10 days after treatment on 34 % and after 30 days - on 50 % ($p < 0.001$) relatively to the value of the enzyme before treatment. Changes of ALT activity in the blood serum of the second experimental group were less pronounced (on 8.9 % ($p < 0.05$) and on 18.7 % ($p < 0.001$), respectively).

In 30 days after treatment the serum ALT of laying hens in the first experimental group are ($p < 0.001$) 50 % lower, and in the second - 24.7 % lower compared to the indicators of the control group.

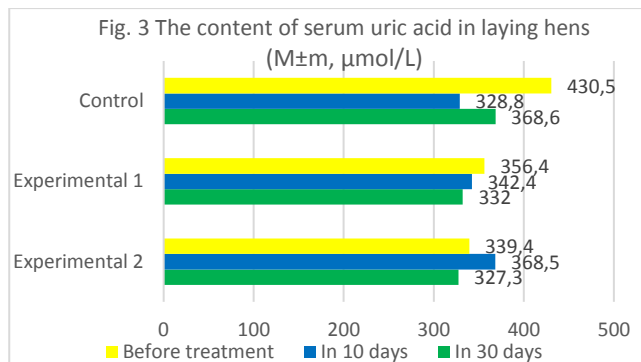
It should be noted that after treatment, the activity of alanine aminotransferase in serum decreased more significantly than the activity of aspartate aminotransferase. This is due to the fact that ALT is excreted from the membranes of hepatocytes and enters the blood, whereas AST is contained in the mitochondria of hepatocytes, and therefore the penetration of this enzyme into the blood is complicated by the fact that in addition to the cell surface membrane, this enzyme must also penetrate through the mitochondrial membrane.

The cholesterol level is an important indicator of lipid metabolism in which in the liver is actively involved [10, 15]. Before treatment, the serum cholesterol concentration in control, first and second experimental groups was 2.5 ± 0.12 ; 2.1 ± 0.02 ; 2.1 ± 0.06 mmol/L, respectively (Fig. 2). 10 days after treatment, the total cholesterol content was 0.1 and 0.2 times lower in the first and second experimental groups compared to the control group. After the use of hepatoprotectors (30 days), the cholesterol content in laying hens of the first experimental group were ($p < 0.001$) 2.7 times lower compared to the start of the experiment and 2.4 times lower compared to the control group. So, hepatoprotectors had a positive effect on the cholesterol concentration in laying hens of the experimental groups. According to our opinion, lowering cholesterol content is associated with a decrease in the activity of lipolysis and gluconeogenesis, as well as an improvement in bile excretion.



No less pronounced impact of therapeutic measures led to a decrease in the intensification of purine metabolism. The content of serum uric acid in control and experimental groups of laying hens at the beginning of the studies was 430.5 ± 19.62 ; 356.4 ± 11.01 ; 339.4 ± 15.90 $\mu\text{mol/L}$, respectively (Fig. 3). In the first experimental group uric acid decreased on 4.1 % and 7.3 % ($p=0, 1$) after 10 and 30 days of treatment. In the second experiment group, there was no such trend, however, 30 days after treatment, this indicator decreased on 3.7 % compared to the begin-

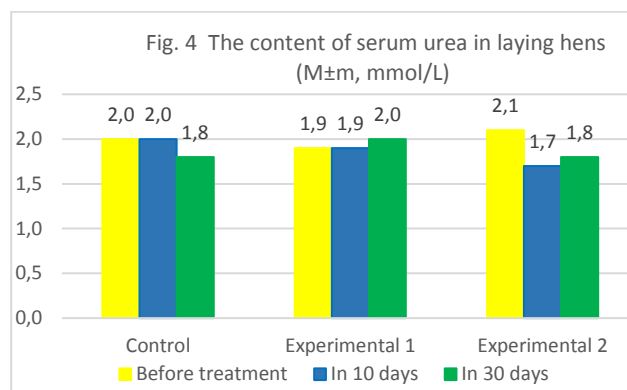
ning of the experiment and on 12.6 % compared to the control group.



Obviously, such normalization of nucleotide exchange is, first and foremost, related to the pharmacological properties of the constituents of «Hep-A-Stress» and «Hepasan-VS». The decrease of serum uric acid level in laying hens of experimental groups was probably caused by a positive effect of methionine and carnitine hydrochloride on the functional state of hepatocytes, and sorbitol – on the urinary function of the kidneys (enhances diuresis) [7]. Therefore, these hepatoprotectors have a preventive effect on the kidneys and lead to a more intensive excretion of the final products of protein metabolism in the form of uric acid.

Serum level of urea is an important diagnostic test for the assessment of the status of renal excretory function and kidney detoxification function [14]. At all stages of the studies, this indicator in the control group and in the

experimental groups had no significant difference and was in the range of $1.7 \pm 0.02 - 2.1 \pm 0.04$ mmol/L (Fig. 4). Positive changes should be noted in the first experimental group, because, in 30 days after treatment, the urea content increased on 5.3 % compared to the pre-treatment parameters and on 11.1 % compared to the control group.



Conclusions

1. The use of hepatoprotectors in laying hens with hepatitis has a positive effect on protein, lipid, purine metabolism, cellular enzymes levels due stimulation of hepatocyte regeneration.
2. «Hep-A-Stress» is more effective than «Hepasan-VS» in laying hens.

The prospect of further research is to study the impact of this hepatoprotectors within circuits for the prevention of liver diseases caused by metabolic disturbances.

REFERENCES

1. Avdos'eva I.K., Temnenko S.M., Kalynovs'ka L.V., Zdolnyy S.O. Efficiency of hepato-protector hepabialcarnitane at broilers growing / Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytsky, 2014, vol. 16, no. 3(60), part 2, P. 3-11. (in Ukrainian)
2. Danchuk V.V., Nishmenenko M.P., Peleno R.A., Romanko M.E., Ushkalov V.A., Karpovsky V.I. Handbook of general and special methods for the examination of farm poultry blood [Text] /; [edit] V.O. Ushkalov]; Lviv: SPOLOM, 2013, P. 248 (in Ukrainian)
3. Dunets V.Y., Slivinska L.G. Clinical syndromatic of laying hens of cross «Lohmann Brown» in the conditions of farm // Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytsky, 2018, vol. 20, no. 83, P. 341-346. doi: 10.15421/nvlvet8368 (in Ukrainian)
4. Dunets V.Y., Slivinska L.G. The functional condition of the liver in laying hens under hepatitis // The animal biology, 2018, vol.20, no. 3, P. 24-29. doi: 10.15407/animbiol20.03.024
5. Dunets V.Y., Slivinska L.G. The prevention of liver disease in laying hens // Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytsky, 2017, vol. 19, no. 73, P. 55-60. doi: 10.15421/nvlvet7312 (in Ukrainian)
6. Ermashkevich E.I., Kletikova L.V., Evaluation of fitocompositions in chickens with protein liver disease by biochemical blood tests // Bulletin of Orlov State Agricultural University, 6(62), December, 2016. P. 112-117. doi: 10.15217/48484
7. Melnik A.Y. Some propagates of protein-lipid exchange and functional state of liver in kurchat-broilers for the use of "animal health" // Scientific Messenger of Veterinary Medicine, 2, 2017. P. 69-78. (in Ukrainian)
8. Nikitin I.G. Hepatoprotectors: Myths and real opportunities // Pharmateka, 2007.- №13 (147) - P. 14-18. (in Russian)
9. Ostapyuk A.Y., Gutyj B.V. Influence of cadmium sulfate at different doses on the functional state of the liver of laying chicken // Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 21(94), P. 103-108. doi: 10.32718/nvlvet9419 (in Ukrainian)
10. Qureshi I.A., Khan S.A., Z. I. Chaudhry, N. A. Mian M. Y. Tipu and M. F. Rai effects of high dietary fat on serum cholesterol and fatty liver syndrome in broilers // Pakistan Vet. J., 24(3): 2004, P. 153-154
11. Sereda T.I., Dercho M.A. The role of aminotransferase activity in hen productivity // Agricultural biology, 2014, no. 2, P. 72-77.
12. Sharonina N.V., Mukhitov A.Z., Shishkov N.K. Some indicators of metabolism in laying hens when feeding soy okara // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy, 2016, vol. 4, no. 36, P.68-71. doi: 10.18286/1816-4501-2016-4-68-71 (in Russian)
13. Thomson, A.E., Gentry, P.A., Squires, E.J. Comparison of the coagulation profile of fatty liver haemorrhagic syndrome-susceptible laying hens and normal laying hens // British Poultry Science, 2003, vol. 44, no. 4, P. 626-633. doi: 10.1080/00071660310001616228
14. Uoshebau R. Laboratory diagnosis of liver disease // Veterinary Focus, 2010, vol. 20 (3), P. 32-37. (in Russian)
15. Vlizlo V.V., Slivinska L.H., Maksymovych I.A., Leno M.I., Halias V.L. Laboratory diagnostics in veterinary medicine (reference book): Second edition, revised and supplemented. / Lviv, Afisha, 2014, P. 152 ISBN 978-966-325-201-8. (in Ukrainian)

INFORMATION TECHNOLOGY

Information solutions for evaluating the quality of software tests

I. V. Liutenko, A. O. Goloskokova, O. I. Kurasov, D. A. Lukinova

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
Corresponding author. E-mail: liv@kpi.kharkov.ua, semit.department.16@gmail.com, kurasov.oleksii@gmail.com,
dasha.lutenko@gmail.com

Paper received 11.12.19; Accepted for publication 28.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-07>

Abstract. An approach to evaluating the software tests quality using aggregated quality criteria is proposed. The subject of the study is the formation of a software tests quality evaluation system, which can be used in the software development process. The article gives the full classification of the testing types. The testing process was represented in several stages: testing requirements, test analysis, and the testing process. Tests quality evaluation will improve the testing process, which purpose is to ensure the specified quality of the software being developed.

Keywords: tests, quality, evaluation, information solution, software development process.

Introduction. Today, few doubt the feasibility of conducting the testing process of software products being developed. The goal of any testing project is to ensure the quality of the developing product. Quality is defined in ISO 9126 as the set of its characteristics related to the ability to satisfy the expressed or implied needs of all stakeholders.

Evaluation of the software tests quality will provide an opportunity to create such a complex of tests for various purposes, which will allow to control the quality of the software with the least expenses for testing.

Related publications. Software testing is a process to identify errors and determine the correspondence between real and expected behavior of software, which is performed on the basis of a set of tests selected in a specific way. More broadly, software testing is a software quality control technique that involves designing tests, performing tests, and analyzing the results obtained [1].

There are quite a number of different features in the literature that can be used to classify tests and software testing.

The main task of software testing is to obtain information about the readiness status of the declared functionality of the developing system or to obtain information about its quality (customer expectations). Software testing is performed by a team of qualified specialists, but it is not possible to do everything automatically because many stages are performed by experts.

The right approach to testing will allow you to supply the customer with a quality product, but this requires a responsible approach to the organization of testing, design and development of software tests.

The species diversity of tests (testing methods) is quite extensive. Tests can be classified according to various criteria. The general classification of testing methods is shown in Figure 1.

Static testing happens without running the code for execution. Within this testing approach, the following artifacts of the software system are checked:

- 1) documents (requirements, test cases, application architecture descriptions, database schematics, etc.);
- 2) graphical prototypes (eg, sketches of the user interface);
- 3) the code of the software application, which is often executed by the programmers themselves within the framework of code audit (the code of the application can also be checked using testing techniques based on code structures);
- 4) parameters of the program execution environment;
- 5) prepared test data.

Validation of these documents prevents serious structural

errors and defects of both the application itself and its tests.

Dynamic testing involves running the code to execute to test its actual behavior. Can be run as the code of the whole program as a whole (system testing), and the code of several interrelated parts (integration testing), individual parts (unit or component testing), and even separate sections of code [2].

The classification of the degree of automation is rather superficial because of the individual features of testing by various techniques, so all testing methods can be divided into conventionally manual and automated, despite the fact that an automated test may require manual configuration.

Manual is a test in which the test cases are performed by a person manually without the use of automation tools. Although this sounds very simple, the tester at some point or another requires qualities such as patience, observation, creativity, the ability to perform non-standard experiments, as well as the ability to see and understand what is happening "inside the system", ie to see as external impacts on the application are transformed into its internal processes. The results of such testing are often dependent on the concentration of the tester and may be to some extent undetermined, that is, have different results over a series of experiments under the same conditions.

Automated testing is a set of techniques, approaches and tools that exclude a person from performing some of the tasks in the testing process. Test cases are partially or completely performed by a special tool, but the development of test cases, preparation of data, evaluation of performance, writing reports of defects and other work is performed by a person [3].

Functional testing is a type of testing aimed at verifying the correctness of the functionality of the application (the correct implementation of functional requirements). Often, functional testing is associated with black box testing, but using the white box method, it is quite possible to verify the correct implementation of the functionality.

Non-functional testing is a type of testing aimed at verifying the fulfillment of non-functional software requirements such as performance, reliability, security, portability and usability [4].

Unit testing (module testing) is intended to test individual small parts of a program, which can usually be investigated in isolation from other similar parts. When performing this testing, certain functions or methods of classes, the classes themselves, the interaction of classes, small libraries, and individual parts of the program can be checked. Often, this type of testing is implemented using specialized technologies

and testing automation tools that greatly simplify and accelerate the development of appropriate test cases.

Integration testing is intended to test the interaction between several parts of the application (each of which, in turn, is tested separately during the unit testing phase). Unfortunately, even if we work with very high quality individual components, there are often problems at the junction of their interaction.

System testing is intended to test the entire application as a single unit, made up of the parts tested in the previous two stages. It is possible to detect defects at the joints of components and fully interact with the application from the end-user perspective, using other types of testing [2].

Installation testing - testing that aims to identify defects that affect the progress of the installation (installation) phase of the application. In general, such testing tests many scenarios and aspects of the installer in situations such as:

- 1) a new runtime in which the application was not previously installed;
- 2) updating the existing version;
- 3) changing the current version to more;
- 4) reinstallation of the program in order to eliminate the problems;
- 5) restarting the installation after an error, which made it impossible to continue the installation;
- 6) uninstalling the program;
- 7) installation of a new application from the application family;
- 8) automatic installation without user participation.

Regression testing - testing aimed at verifying the fact that in the previously functional functionality there were no er-

rors caused by changes in the application or its operating environment.

Acceptance testing - formalized testing aimed at validating an application from the end-user / customer's point of view and deciding whether the customer accepts the work of the contractor (project team). The following subspecies of acceptance testing can be distinguished.

Production acceptance testing - the design team examines the completeness and quality of the program implementation in terms of its readiness for delivery to the customer.

Operational Acceptance Testing - Operational testing performed in terms of installation performance, application resource consumption, compatibility with software and hardware platforms, etc.

Final acceptance testing - testing of the application by end users (customer representatives) in real-world conditions to determine whether the application needs modifications or can be commissioned in its current form.

Smoke testing is aimed at testing the most critical functionality, the inability of which makes it impossible to use the software system or part of it.

Smoke testing is performed after the release of a new version of the PS to determine the overall quality level of the application and decide on the (in) expediency of performing more detailed testing. Since there are very few test cases at the smoke testing level, and they are quite simple, but often repeated, they are good candidates for automation. Due to the high importance of test cases at this level, the threshold of the metric of their passage is often set equal to 100% or close to 100%.

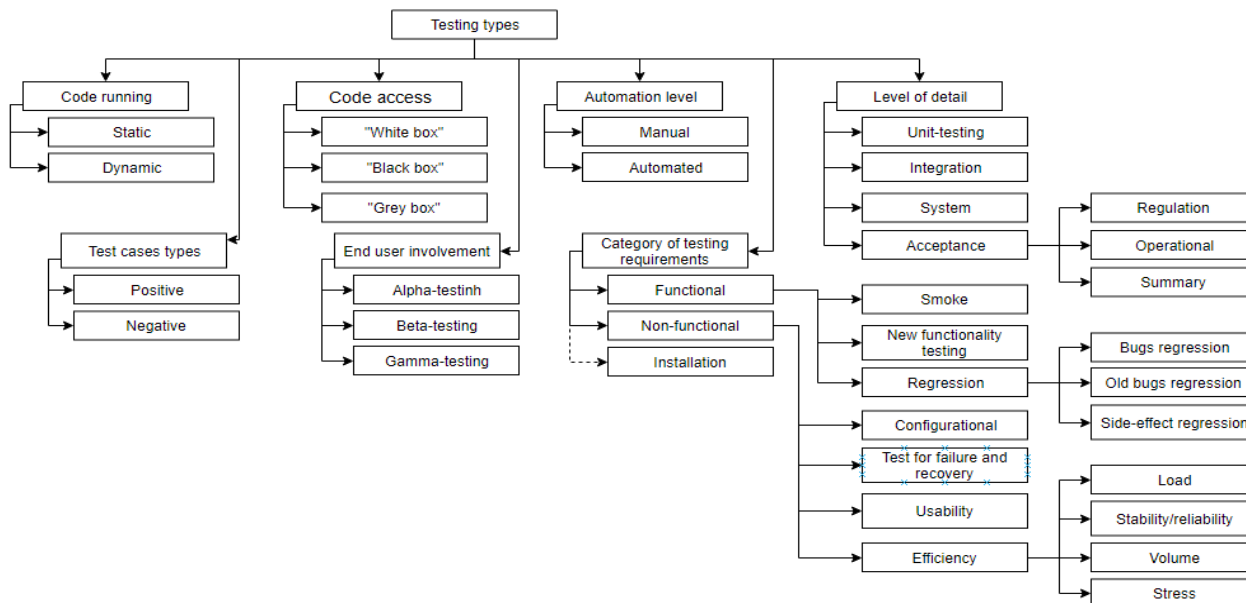


Figure 1 - Classification of testing types

Alpha testing is performed inside the developer organization with the potential partial involvement of end users. May be a form of internal acceptance testing. Some sources state that this testing should be conducted without the involvement of the development team, but other sources do not make such a requirement. The essence of this type is short: the product can already be periodically displayed to external users, but it is still quite "raw", so the basic testing is performed by the developer organization.

Beta testing is performed outside the developer organization with the active involvement of end users / customers. Runs when a product can already be shown openly to exter-

nal users, it is already quite stable, but the problems can still be, and their detection requires feedback from real users.

Gamma testing is the final stage of pre-product testing aimed at correcting minor defects found in beta testing. As a rule, it is also performed with the maximum involvement of end users and customers. It can be a form of external acceptance testing [5].

The aim of the paper. The purpose of this work is to develop models and information solutions, using which software solutions can be created that will automate the procedure for evaluating the quality of software tests. To do this, you should also consider the testing procedure and build

models that reflect it. It is also superfluous to review the various types of testing that will help you choose the types that are most appropriate to conduct a quality evaluation that may affect the overall quality of the software.

Material and methods. In general, the testing process can be represented in several stages: testing requirements, test analysis, and, directly, the testing process.

The main stages are the test analysis and the process of di-

rect testing (on the diagram - A2 and A3, respectively). In practice, stage A1 (requirements analysis) is not always carried out, however, it is very important, because allows you to find inaccuracies in the requirements. This, in turn, makes it possible to avoid system errors in development and saves time for subsequent testing. A schematic general model of the testing process is presented in Figure 2.

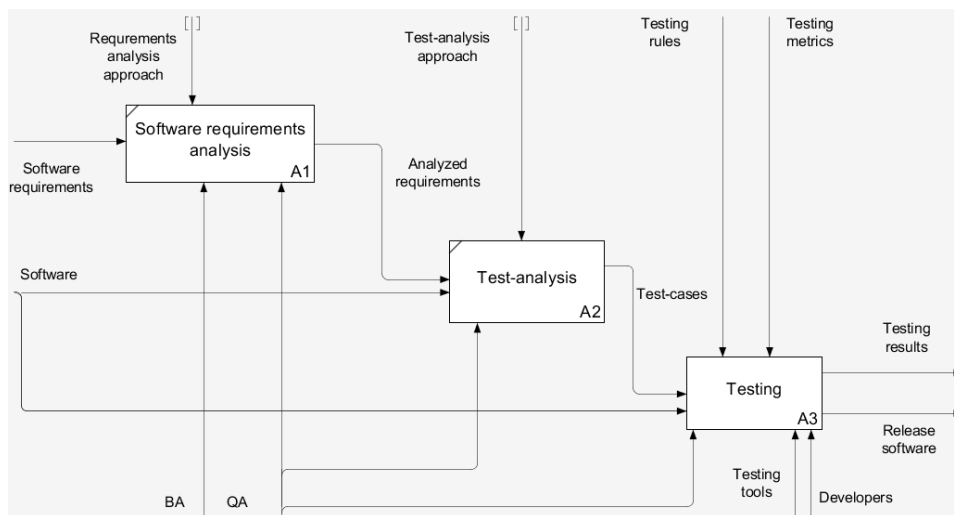


Figure 2 - General testing scheme

The testing process (A3) is illustrated in more detail by the model shown in Figure 3. The testing process includes

smoke testing, testing of new functionality and regression testing.

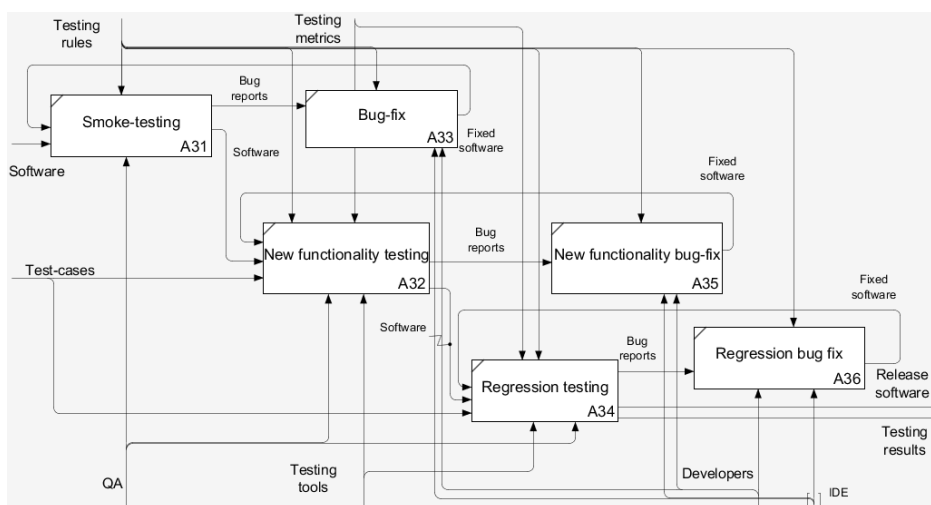


Figure 3 - Detailing the testing process

To assess the quality of tests, it is proposed to use aggregated criteria, this approach was considered in [6].

Results and their discussion. Using the theoretical foundations of this approach, software solutions (or an information system) can be developed that will automate the process of evaluating the quality of tests. For such an information system, business rules were formulated that served as the basis for creating a data model.

Business rules include the following key points:

- 1) as part of the project, it is possible to make many quality assessments of tests;
- 2) many employees who are not necessarily involved in this project can take part in the assessment process;
- 3) each employee has duties according to the specialty, different for each project in which he takes part;
- 4) a lot of employees with specific specialties can be involved in a project, moreover, many employees with a common specialty can work on one project;

5) evaluation criteria have a hierarchical relationship among themselves in the framework of the evaluation system;

- 6) each criterion must have at least two gradations;
- 7) gradations of aggregated criteria represent a set of gradations of hierarchically subordinate criteria;
- 8) assessment is the specific value of the quality criterion adopted as part of the examination;
- 9) the examination report contains many evaluations of criteria hierarchically subordinate to each other.

The data model is shown in Figure 4.

For the server side developing, it is proposed to use the Entity Framework Core, ASP.NET Core. The ASP.NET Core platform is a technology that is designed for creation of web applications of all kinds: from small websites to large web portals and web services. With ASP.NET Core, you can create cross-platform applications. Users have the ability to run web applications not only on Windows, but also on

Linux and Mac OS. Entity Framework Core (EF Core) is an object-oriented technology from Microsoft for accessing data. EF Core allows you to work with databases, but represents a higher level of abstraction. Entity Framework Core

supports many different database systems, i.e. through EF Core, you can work with any DBMS if it has the right provider.

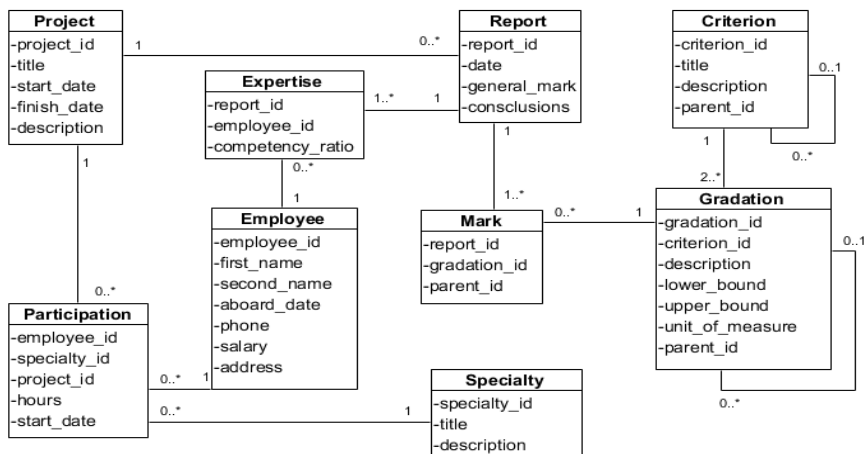


Figure 4 - Data Model

It seems appropriate to use the client-server architecture. Architectural solutions are presented in Figure 5.

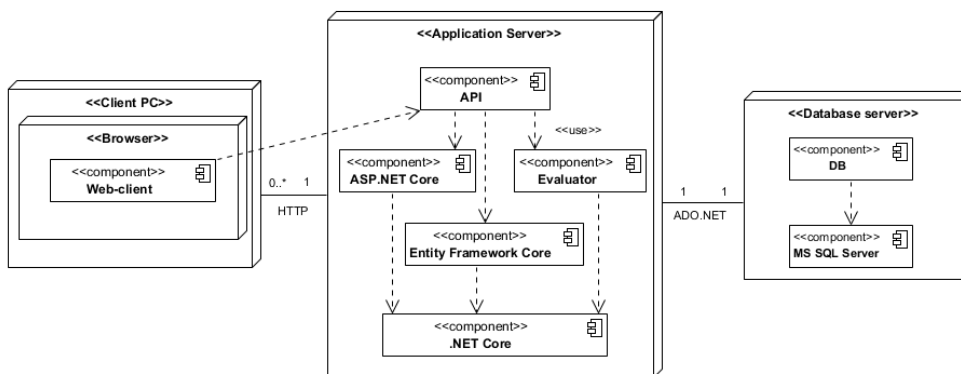


Figure 5 - The proposed system architecture for a system for assessing the quality of software tests

For the client side developing, you can use React.JS and Redux. Redux is one form of an application architecture building on React. Redux is a container for application state management. Redux is not directly tied to React.js and can also be used with other js libraries and frameworks. Also, for the client part creation, the JQuery framework can be used, which is a set of JavaScript functions that focuses on the interaction of JavaScript and HTML.

In this case, the development tools will be Microsoft Visual Studio, Visual Studio Code, SQL Server Management Studio.

Conclusions. Developing an approach for software tests quality evaluation can in the long term improve test results, reduce the time and other resources spent on finding defects in the software system and quickly eliminate the shortcomings of the current testing approach. The obtained results confirm the possibility to use the indicators that can be used

to evaluate the overall quality of software tests. These include test performance metrics, test coverage of software capabilities and its software code, namely functions, as well as metrics that make it feasible to use the tests themselves. For these criteria, metrics were formed, the intervals of which were defined as qualitative indicators, which were used to create a hierarchical system of criteria that allows to obtain an integral quality index. Tests quality evaluation will improve the testing process, which purpose is to ensure the specified quality of the software being developed. The testing process was represented in several stages: testing requirements, test analysis, and, directly, the testing process, using the IDEF0 diagram and its decomposition. System architecture of the future software solution was represented in the article. These results can become the basis for the further development of the software solutions for evaluating the quality of the software tests.

REFERENCES

1. Baum T., Liskin O., Niklas K., Schneider K. Factors Influencing Code Review Processes in Industry / Springer, - 2016.
2. ISTQB Glossary - <https://www.istqb.org/downloads/glossary.html>, 03.02.2019.
3. Prause C., Werner J., Hornig K., Bosecker S., Kuhrmann M. (2017). Is 100% Test Coverage a Reasonable Requirement? Lessons Learned from a Space Software Project. In: PROFES. Springer, 2017.
4. Adams, K.M. Non-functional Requirements in Systems Analysis and Design – Springer, 2015.
5. Lancu L. QA Quality Assurance & Software Testing Fundamentals – Independently published (March 29, 2019) – 197 p.
6. Liutenko I., Kurasov O., Lukinova D., Yershova S., Semanik A. Using the Aggregated Criteria to Evaluate the Software Tests Quality // Bulletin of NTU "KhPI". Series: System analysis, control and information technology. – Kharkov : NTU "KhPI", 2019. – No. 2. – P. 70–75.

MATHEMATICS

Моделювання задачі розміщення ресурсів для ліквідації надзвичайної ситуації

І. А. Чуб¹, М. В. Новожилова², Ю. В. Михайловська¹, Р. В. Гудак³

¹Національний університет цивільного захисту України, м. Харків

²Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, м. Харків, Україна

³Управління ДСНС України в Закарпатській області

*Corresponding author. E-mail: m.novozhilova04@gmail.com

Paper received 22.12.19; Accepted for publication 30.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-08>

Анотація. Статтю присвячено побудові узагальненої оптимізаційної моделі задачі розміщення ресурсів для ліквідації надзвичайної ситуації природного або техногенного характеру з урахуванням її тяжкості. Передбачається наявність як стаціонарних пунктів розміщення ресурсів, так і множини мобільних центрів допомоги. За постановкою задача, що розглядається, може бути сформульована як задача розміщення геометричних об'єктів зі змінними метричними характеристиками. Наведено алгоритм розв'язання задачі розміщення ресурсів.

Ключові слова: планування, ліквідація надзвичайної ситуації, ресурсозбереження, покриття, змінні метричні характеристики, розміщення.

Вступ. Надзвичайні ситуації (НС) природного та техногенного характеру – це стан певної території, що склався в результаті реалізації несприятливих обставин, аварій, природної або техногенної катастрофи, внаслідок чого спостерігаються значні матеріальні збитки, ушкодження здоров'я і навіть загибель людей. За даними Організації Об'єднаних Націй у світі практично щотижня виникає надзвичайна ситуація природного та техногенного характеру катастрофічного масштабу, у ліквідації якої приймають участь міжнародні служби порятунку. Ліквідація НС та мінімізація її наслідків – це операція, що потребує значної кількості різноманітних ресурсів, основним з яких є час ліквідації, та носить яскраво визначений соціальний ефект. Задача ускладнюється таким факторами, як загалом просторова розподіленість НС, недосконалість транспортної інфраструктури постраждалої території, терміновість доставки певних вантажів невідкладної допомоги та обладнання щодо ліквідації наслідків НС, експлуатація якого може ускладнюватися погодними умовами.

Ще одним фактом, на який потрібно зважати, є обмежений час прийняття управлінського рішення щодо розгортання ресурсів для ліквідації НС. Час, масштаб, та місце виникнення НС – величини ймовірнісного характеру, тому вкрай актуальним є наявність відповідних інформаційних технологій, що в режимі реального часу дозволяють визначити оптимальний план дій. Ці проблеми набувають сьогодні особливого значення в умовах реформування економіки України, жорстких обмежень на наявні ресурси територіальних підрозділів Державної служби з надзвичайних ситуацій (ДСНС) України, в зону відповідальності кожного з них входить підтримка регламентованого рівня безпеки у скінченій множині \wp населених пунктів $\wp = \{\wp_1, \wp_2, \dots, \wp_I\}$. В разі виникнення НС природного та техногенного характеру ці населені пункти стануть центрами (реципієнтами) надання допомоги, постачання медикаментів тощо. Зважаючи на просто-

рору розподіленість множини \wp , необхідно передбачити можливість розгортання тимчасових мобільних центрів допомоги, що можуть включати польові шпиталі, майстерні, сховища палива тощо з метою надання невідкладної першої допомоги та проведення рятувальних дій.

Короткий огляд публікацій. Етап стратегічного та оперативного планування оптимального розподілу ресурсів щодо ліквідації надзвичайної ситуації та мінімізації її наслідків включає такі взаємопов'язані задачі, як визначення транспортних маршрутів доставки вантажів у зону ураження, так і розміщення оптимальної кількості МДЦ, максимально наближених до зони НС. Ці задачі викликають неабиякий інтерес дослідників. В роботі [1] розглядається проблема визначення потреби у ресурсах щодо ліквідації наслідків НС у ураженій зоні і для її розв'язання запропоновано двофазну оптимізаційну модель цілочисельного програмування.

В роботі [2] проведено дослідження задачі доставки вантажів щодо ліквідації НС, яка включає визначення типів транспортних засобів і відповідних транспортних маршрутів в умовах зовнішнього середовища НС, що швидко змінюється, особливо у перші години після події. В цей період часу виникає необхідність у значній номенклатурі товарів першої необхідності, ліків, медичного обладнання. Тому жорсткі часові та інші обмеження виводять задачу доставки вантажів, що розглядається, за рамки класичної транспортної задачі. В роботах [3, 4] показано, що задача доставки вантажів в умовах НС є NP-важкою, багатокритеріальною, і для її розв'язання пропонується низка евристичних методів, що ґрунтуються на комбінованій схемі, яка містить засоби імітаційного моделювання та еволюційні алгоритми.

Дана робота продовжує дослідження в розвитку одного з перспективних підходів до моделювання та розв'язання задач оптимального розподілу ресурсів, а саме як оптимізаційних геометричних задач покриття [5 – 6].

В роботі [6] розвивається підхід, в рамках якого задачу покриття потреби в ресурсах під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації природного та техногенного характеру, що є просторово-розподіленою, зведено до задачі розміщення геометричних об'єктів з урахуванням стану транспортних мереж території. Загалом задачі покриття є детермінованими, в рамках цієї парадигми екзогенні параметри задачі розміщення визначаються точно. Тим не менш, характерною ознакою задачі планування оптимального розподілу ресурсів щодо виконання операцій з ліквідації наслідків НС є невизначеність типів та обсягів необхідних критичних ресурсів. Причому ця невизначеність генерується як заздалегідь невідомими параметрами (місцем розташування, рівнем тяжкості, типом) надзвичайної ситуації, так і погодними умовами під час НС, рівнем оснащення та швидкістю реагування територіальних рятувальних підрозділів.

В залежності від цих та інших факторів потреба в ресурсах для кожної з визначених операцій з ліквідації наслідків НС теж стає ймовірнішим або невизначеним фактором. В термінах задач розміщення такі операції моделюються як геометричні об'єкти зі змінними метричними характеристиками [6].

Однак в цих та інших дослідженнях практично не враховується рівень тяжкості НС, що на практиці може значно вплинути на результуючу оцінку необхідних ресурсів. Тому окреслене питання потребує подальшого ґрунтовного вивчення.

Мета – побудова оптимізаційної математичної моделі і методу розв'язання задачі планування розподілу ресурсів щодо ліквідації просторово-розподіленої НС та її наслідків як задачі розміщення геометричних об'єктів зі змінними метричними характеристиками в заданій області розміщення з урахуванням рівню тяжкості НС техногенного або природного характеру.

Результати та їх обговорення. Для побудови математичної моделі планування розподілу ресурсів щодо ліквідації просторово-розподіленої НС як задачі розміщення геометричних об'єктів зі змінними метричними характеристиками необхідно формалізувати інформацію $I = I_1 \cup I_2 \cup I_3$ щодо:

- I_1 : параметрів можливої НС;
- I_2 : параметрів ураженої території;
- I_3 : параметрів територіальних підрозділів ДСНС України.

Очевидно, інформація I є змішаною, різномірною, певні її кванти безпосередньо припускають чисельне подання, процедура оцінки інших квантів потребує застосування апарату експертних оцінок.

Розглянемо визначені складові процесу моделювання окремо.

Параметри можливої НС – інформація типу I_1 .

Зважаючи на аналіз, проведений в [2], виділимо такі параметри можливої НС:

$$I_1 = \{ \tau, \mathfrak{Z}_1, \mathfrak{Z}_2, \mathfrak{Z}_3 \},$$

де τ – час виникнення НС, кортеж \mathfrak{Z}_1 визначає тип географічної локації: степ, гірська місцевість, пересічена місцевість і координати $v=(x,y)$ центру (місця виникнення) НС; \mathfrak{Z}_2 – це тип НС: {хімічна, радіаційна, біологічна, змішана...}, (повінь, землетрус, лісова пожежа); \mathfrak{Z}_3 – рівень НС за тяжкістю втрат.

Тип географічної локації впливає на оцінку часу доставки вантажів, одним із підходів до визначення шкали оцінювання та рівня такого впливу є формалізація на основі експертних оцінок.

Окреме питання виникає при моделюванні параметру \mathfrak{Z}_3 – рівню НС за тяжкістю втрат. В залежності від обраного типу процедури формалізації рівень \mathfrak{Z}_3 НС за тяжкістю втрат може бути виражений як функція часу t ліквідації НС: $\mathfrak{Z}_3 = \mathfrak{Z}_3(t)$ або як функція витрат на ліквідацію НС: $\mathfrak{Z}_3 = \mathfrak{Z}_3(s)$, де s – сумарна грошова оцінка вартості ресурсів для ліквідації НС та наслідків НС, $\mathfrak{Z}_3 \in (0,1)$.

При цьому відмітимо, що на етапі стратегічного планування, коли мова йде про параметри ймовірної, гіпотетичної НС, є можливість проводити структурну і параметричну ідентифікацію функції витрат \mathfrak{Z}_3 (лінійна, квадратична, логістична), але під час оперативного планування, коли НС вже сталась, більш прийнятним є застосування спрощеної схеми моделювання рівню тяжкості втрат як кусково-лінійної функції, що моделює рівні {«низький»: $\mathfrak{Z}_3 < 0,3$, «середній»: $0,3 \leq \mathfrak{Z}_3 < 0,7$, «високий» $0,7 \leq \mathfrak{Z}_3 \leq 1$ }, нормованої найбільшим відомим обсягом втрат від НС визначеного типу у даній географічній локації.

Параметри ураженої території – інформація типу I_2 [6].

Територія S , що є об'єктом захисту, моделюється замкненим багатокутником (рис 1), метричні характеристики якого задані координатами вершин $w_n^S = (x_n^S, y_n^S)$, $n=1,2,\dots, N^S$ у загальній системі координат.

Вектор $w = \{ (x_1^p, y_1^p), (x_2^p, y_2^p), \dots, (x_l^p, y_l^p) \}$ задає параметри розміщення множини \wp населених пунктів у загальній системі координат.

Геометричною моделлю об'єктів \wp_i є однойменний замкнений опуклий багатокутник \wp_i , вершини якого задані у власній системі координат. Кожен пункт у разі виникнення НС певного типу генерує запит (однойменний кортеж) \wp_i щодо обсягу необхідних вантажів. Вважатимемо, що значення кортежів запитів \wp_i не залежать від відстані до центру НС.

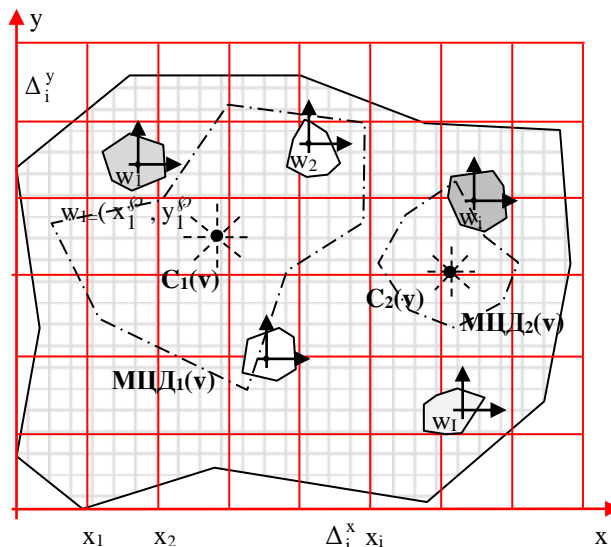


Рис. 1. Область та об'єкти розміщення

Значення характеристик $I_1 \cup I_2$ впливають на параметри ураженої зони, а також формують багатofакторну потребу $\Omega(\mathfrak{T}_3) = \{\Omega_1(\mathfrak{T}_3), \Omega_2(\mathfrak{T}_3), \dots, \Omega_J(\mathfrak{T}_3)\}$ у відповідних ресурсах територіальних підрозділів ДСНС України для ліквідації НС.

Параметри територіальних підрозділів ДСНС України: – інформація типу I_2 .

Розширимо подання інформації типу I_2 в порівнянні з [10] наступним чином.

Визначимо, що територіальні підрозділи ДСНС України мають стаціонарні бази в певних (можливо, не всіх) населених пунктах $\hat{\wp} \subseteq \wp$ території, що розглядається. На рис. 1 такі пункти позначені відтінками сірого кольору, більш інтенсивний колір означає більшу потужність \hat{h} відповідного підрозділу ДСНС України. Потужність \hat{h}_g локації $\hat{\wp}_g, g=1,2,\dots,G$, є векторною величиною: $\hat{h}_g = \{\hat{h}_{g1}, \hat{h}_{g2}, \dots, \hat{h}_{gJ}\}$.

У випадку, коли сумарна потужність (або, якщо це є прийнятним, потужність на одиницю площі ураженої території) не відповідає потребі Ω (у абсолютному вимірі або нормованому на одиницю площі), виникає необхідність формування мобільних центрів допомоги (МЦД).

Кількість K МЦД, вектор координат розміщення МЦД $v = \{v_1, \dots, v_k, \dots, v_K\} = \{(x_1, y_1), \dots, (x_k, y_k), \dots, (x_K, y_K)\}$ та потужність \mathfrak{N}_k МЦД є шуканими параметрами задачі планування ресурсів.

Відносно геометрії ураженої зони визначальним параметром k -го МЦД є просторовий розподіл потужності P_k , що визначається через відстань до найвіддаленішої точки території S , яку за регламентом можна віднести до зони впливу цього МЦД.

$P_k(v_k)$ є функцією рельєфу місцевості, характеристик під'їзних шляхів та наявних транспортних засобів і змінюється згідно розташування k -го МЦД.

Просторовий розподіл P_k апроксимують восьмикутником C_m , орієнтованим за сторонами світу.

Зауваження 1. Багатокутник C_m є геометричний об'єкт у загальному випадку із змінними метричними характеристиками та просторовою формою. В залежності від параметрів розміщення центру C_m на території S , тобто в залежності від взаємного розташування C_m та реципієнтів допомоги \wp_i ; координати вершин (x_ζ^m, y_ζ^m) , $\zeta=1,2,\dots,n_m$, багатокутника C_m у власній системі координат змінюються. Відповідно, змінюється аналітичний опис багатокутника C_m .

Параметри розміщення об'єкта C_m збігаються з параметрами розміщення $v_m = (x_m, y_m)$ m -го МЦД.

На етапі оперативного планування передбачається розв'язання низки оптимізаційних задач стосовно розгортання мережі МЦД.

Задача 1. Визначення відповідності ресурсів стаціонарних баз територіальних підрозділів ДСНС України запитам уражених зон на відповідні ресурси та дії територіальних підрозділів у разі виникнення НС техногенного або природного характеру.

Задача 2. Визначити параметри оптимального розміщення множини МЦД визначеної потужності на ураженій території S , що потерпає від НС природного

або техногенного характеру з урахуванням тяжкості НС, що сталась.

Розв'язання Задачі 1 безпосередньо пов'язане із визначенням обсягу недостатніх ресурсів, за якими необхідно звертатися до підрозділів ДСНС України вищого рівня ієрархії.

Задача 1 припускає таку декомпозицію:

Задача 1.1 Визначення вектору незадоволеної потреби $\tilde{\Omega}(\mathfrak{T}_3) = \{\tilde{\Omega}_{11}(\mathfrak{T}_3), \dots, \tilde{\Omega}_{ij}(\mathfrak{T}_3), \dots, \tilde{\Omega}_{IJ}(\mathfrak{T}_3)\}$ та вектору надлишкових ресурсів $\bar{h}_g = \{\bar{h}_{g1}, \bar{h}_{g2}, \dots, \bar{h}_{gJ}\}$ стаціонарних баз. В результаті розв'язання задачі 1 формуються дві підмножини об'єктів: $\wp^* = \{\wp_1^*, \dots, \wp_{I_1}^*\}$, потребу яких ресурсах задоволено повністю, та $\wp = \{\wp_1, \dots, \wp_{I_2}\}$, що потребують допомоги: $I_1 + I_2 = I$.

Задача 1.2 Забезпечення потреби $\tilde{\Omega}(\mathfrak{T}_3)$ внутрішніми резервами території:

$$\sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{I_2} \sum_{j=1}^J c_{gij} x_{gij} \rightarrow \min, \quad (1)$$

за умов: $\sum_{i=1}^{I_2} x_{gij} \leq \bar{h}_{gj},$

$$\sum_{j=1}^J x_{gij} \leq \tilde{\Omega}_{gi}, \quad j=1,2,\dots,J; i=1,2,\dots,I_2; g=1,2,\dots,G.$$

У випадку якщо в результаті розв'язання задачі 1 вектор

$$\tilde{\Omega}(\mathfrak{T}_3) = \{\tilde{\Omega}_{11}(\mathfrak{T}_3), \dots, \tilde{\Omega}_{ij}(\mathfrak{T}_3), \dots, \tilde{\Omega}_{IJ}(\mathfrak{T}_3)\}$$

має ненульові компоненти, переходимо до розв'язання Задачі 2.

Математична модель Задачі 2 є такою:

$$\min_{v \in D \subset E^{2M}} \sum_{m=1}^M \sum_{n=m+1}^M [\omega_{mn}(v_m, v_n) + \omega_m^S(0, v_m)], \quad (2)$$

де область допустимих значень D задається умовою $\cup_{i=1}^{I_2} \wp_i \subset \cup_{m=1}^M C_m$, функція $\omega_{mn}(v_m, v_n)$ визначає площу області взаємного перекриття об'єктів (C_m, C_n), функція $\omega_m^S(0, v_m)$ визначає площу області взаємного перекриття об'єктів C_m та $cl(E^2/S)$, $m,n=1,2,\dots,M$, $m \neq n$.

Оптимізаційна задача покриття (2) формулюється як задача розміщення геометричних об'єктів зі змінними метричними характеристиками у просторі параметрів розміщення об'єктів S вигляду:

$$M(v) \rightarrow \min_{v \in D}, \quad (3)$$

де область D визначається обмеженнями:

$$\text{Зони впливу } C_m \text{ мають відповідати умовам взаємного неперетину: } clC_m \cap clC_j = \emptyset; \quad (4)$$

$$\text{Кожний населений пункт } \wp_i, i=1,2,\dots, I_2, \text{ має належати одній із зон } C_m: \wp_i \cap clC_m = \wp_i; \quad (5)$$

$$\text{Зона впливу } C_m \text{ може частково не належати області } S: C_m \cap E^2/S \neq \emptyset; \quad (6)$$

Крім того, необхідно зважати на наявність так званих заборонених зон розміщення, тобто наявність об'єктів $\varphi_i, i=1,2,\dots,I_1$, для яких виконується умова:

$$\varphi_i \cap cI_{C_m} = \emptyset. \quad (7)$$

Алгоритм розв'язання задачі, оснований на стратегії послідовно-поодинокого розміщення, за умови розбиття області S рівномірною сіткою з n_m комітками $\{\Delta^x, \Delta^y\}$ так, що у межах кожної комітки (якщо $v_m \in \{\Delta_i^x, \Delta_j^y\}$) форма та метричні характеристики об'єктів C_m є сталими:

$$x_k^m = x_k^m(\Delta_i^x, \Delta_j^y), y_k^m(\Delta_i^x, \Delta_j^y), k=1,2,\dots,n_m,$$

і що дозволяє провести певну редукцію задачі, яка є прийнятною на етапі оперативного планування, містить такі етапи:

1. Завдання переставлення номерів населених пунктів: $\varphi_i, i=1,2,\dots,I_2$. Упорядкування проводиться за принципом «найближчого сусіди», починаючи з, наприклад із південно-західного пункту.

2. Визначення місця розташування m -го МЦД із зоною впливу C_m .

Це ітераційна задача вигляду

$$(x_m^*, y_m^*) = \arg \min_{v_m \in S} \max_{i \in I^-, j \in I_1} f_m^S(x_m, y_m, x_{ji}^{\varphi}, y_{ji}^{\varphi})$$

де множина I^- – множина індексів об'єктів φ_i що є не охопленими певною зоною впливу.

Формування множини індексів I^m об'єктів φ_i , що є охопленими m -ю зоною впливу.

Критерій останову алгоритму є таким: $\bigcup_m I^m = I_2$.

Висновки. Представлено подальший розвиток моделювання та розв'язання задачі покриття потреби в ресурсах в постраждалих населених пунктах під час ліквідації наслідків просторово-розподіленої надзвичайної ситуації природного та техногенного характеру.

Проведено параметричну ідентифікацію математичної моделі основної задачі дослідження та її декомпозицію, побудовано етапи розв'язання задачі. У подальшому передбачається здійснити формалізацію множини параметрів задачі із застосуванням теорії нечітких множин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sebatli A. F., Cavdur, Kose-Kucuk M. Determination of relief supplies demands and allocation of temporary disaster response facilities // Transportation Research Procedia, 2017, № 22, pp. 245–254.
2. Zheng, Y.J., Ling H.F. Emergency transportation planning in disaster relief supply chain management: A cooperative fuzzy optimization approach // Soft Comput. – 2013. – 17. – pp.1301–1314.
3. Zhang M.-X., Zheng Yu.-J., Zhang B. Bio-Inspired Meta-Heuristics for Emergency Transportation Problems // Algorithms, 2014, № 7, pp. 15-31.
4. Berkoune D., Renaud J., Rezik M., Ruiz A. Transportation in disaster response operations // Soc. Ecol. Plan. Sci, 2012, № 46, pp. 23–32.
5. Романова Т.Е., Кривуля А.В., Злотник М.В. Математическая модель и метод решения задачи покрытия многоугольной области прямоугольными объектами // Проблемы машиностроения, 2008, №3, С. 58–68.
6. Чуб І.А., Новожилова М.В., Михайловская Ю.В., Гудак Р.В. Розв'язання задачі покриття потреби в ресурсах при ліквідації надзвичайних ситуацій // Радіоелектроніка і інформатика, 2019, № 1, с.64-70.

REFERENCES

1. Sebatli, A., Cavdur, F., Kose-Kucuk, M. () Determination of relief supplies demands and allocation of temporary disaster response facilities, Transportation Research Procedia, 2017, No 22, 245–254.
2. Zheng, Y.J., Ling, H.F. Emergency transportation planning in disaster relief supply chain management: A cooperative fuzzy optimization approach // Soft Comput., 2013, No 17, pp.1301–1314.
3. Zhang, Min-Xia, Zhang, Bei, and Yu-Jun Zheng Bio-Inspired Meta-Heuristics for Emergency Transportation, Algorithms, 2014, No 7, pp.15-31.
4. Berkoune, D., Renaud, J., Rezik, M., Ruiz, A. Transportation in disaster response operations, Soc. Ecol. Plan. Sci., 2012, No 46., pp. 23–32.
5. Romanova, T.E., Krivylyya, A.B., and Zlotnik, M.B. Mathematical model and solving method for covering problem of a polygonal area with rectangular objects, Problems of Mechanical Engineering, 2008, №3, p. 58–68.
6. Chub I.A., Novozhylova M.V., Mikhailovskaya Y.V., Gudak R.V. Solving the problem of coverig the need in resources in emergency liquidation // Radio Electronics and Informatics, 2019, № 1, pp. 64-70.

Modeling resource allocation problem for emergency response

I. A. Chub, M. V. Novozhylova, Y. V. Mikhailovskaya, R. V. Gudak

Abstract. The paper is devoted to the constructing a generalized optimization model of the problem of resource allocation for elimination of natural or man-made emergency taking into account its gravity. Both fixed landing points and many mobile help centers are envisaged. The problem under consideration can be formulated as a problem of placing geometric objects with variable metric characteristics. An algorithm for solving the resource allocation problem is given.

Keywords: *planning, emergency management, resource saving, coverage, variable metric, placement.*

MEDICAL SCIENCES

Взаимосвязь биофизических параметров ротовой жидкости

И. И. Заболотная, В. В. Петухов, А. А. Комлев

Донецкий национальный медицинский университет, Лиман, Украина
Corresponding author. E.mail: myhelp200@gmail.com

Paper received 09.12.19; Accepted for publication 24.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-09>

Аннотация. Цель работы – выявление корреляции величин комплексного электрического сопротивления (импеданса) ротовой жидкости и коэффициента дисперсии с величинами pH, буферной емкости, скорости слюноотделения. Материалы и методы: объект исследования - ротовая жидкость 33 пациентов. Были определены pH, буферная емкость, скорость слюноотделения, импеданс, мицеллярность и минерализующая способность ротовой жидкости по значениям коэффициента дисперсии. Результаты: показатели pH, буферной емкости, скорости слюноотделения соответствовали кариесрезистентному состоянию твердых тканей зубов и находились в прямой корреляционной связи с электрофизическими показателями. Значения коэффициента дисперсии импеданса ($31,12 \pm 6,24$) имели выраженную крутизну дисперсии, характерную для высокой степени жидкокристаллической фазы слюны.

Ключевые слова: ротовая жидкость, биофизические параметры, кариесрезистентность.

Введение. Ротовая жидкость (РЖ) – сложная по происхождению и составу биологическая среда, участвующая в реализации множества функций: иммунологическом надзоре, пищеварительной, минерализующей, очищающей. Важным компонентом местного гомеостаза является кислотно-основное равновесие в полости рта, с которым тесно связаны физические и биохимические свойства РЖ [1]. Объективным показателем кислотно-щелочного равновесия является pH – главный естественный регулятор гомеостаза минеральных компонентов эмали и динамического равновесия процессов обмена в системе «эмаль-слюна» [2]. При потере устойчивости структуры (низкое и высокое значение pH) функция слюны из минерализующей превращается в деминерализующую [3]. Высокая емкость буфера позволяет минимизировать негативные последствия воздействия кислот, образованных в процессе разложения сахаров, на твердые ткани зубов. Количество выделяемой слюны также является чрезвычайно важным показателем, от которого зависят эффективность защитной и очищающей ее функций, а также скорость реминерализации, протекающей с использованием минеральных веществ [4].

Электрофизические процессы в полости рта малоисследованы, несмотря на то, что являются, очевидно, важным фактором, влияющим на развитие патологии твердых тканей зубов [5]. Известно, что полное электрическое сопротивление системы Z (электрический импеданс) с ростом частоты тока должно уменьшаться тем сильнее, чем больше ее дисперсность и мицеллярность [3,6]. Количественно охарактеризовать частотную зависимость модуля импеданса можно с помощью коэффициента дисперсии (Кд). Качество зубной эмали в большинстве своем определяется свойствами РЖ, а значит, при изменении характеристик слюны закономерны и изменения в состоянии эмали [7]. Поэтому изучение электрофизических параметров РЖ, в сочетании с другими показателями, представляет определенный интерес с точки зрения диагностики стоматологической патологии [5] и контроля эффективности проводимых профилактических мероприятий.

Цель. выявление корреляции величин комплексного электрического сопротивления (импеданса) Z РЖ и Кд электрического импеданса с величинами pH, буферной

емкости, скорости слюноотделения.

Материалы и методы. В клинко-лабораторных исследованиях участвовало 33 кариесрезистентных стоматологических пациента (17 мужчин, 16 женщин) без соматической патологии (средний возраст – $23,45 \pm 5,16$ года). Уровень резистентности определялся с учетом интенсивности поражения отдельных зубов (КПУ), групп зубов и их поверхностей [8]. Объектом исследования служила нестимулированная РЖ, сбор которой осуществляли в период с 10 до 12 часов. За 2 часа до начала исследования исключались чистка зубов, прием пищи, жидкостей, курение. Предварительно обследуемый тщательно полоскал полость рта дважды дистиллированной водой. РЖ собиралась в стерильную пластиковую пробирку с крышкой. Биофизические параметры РЖ определялись путем оценки pH, буферной емкости, скорости слюноотделения, измерения Z, мицеллярности и минерализующей ее способности.

Частотная зависимость Z РЖ снималась по стандартной методике в диапазоне 10 Гц - 10 МГц. В качестве источника переменного сигнала использовался генератор ГЗ-112. Выходное напряжение сигнала равнялось 800 мВ. Эталонное сопротивление $R=300$ Ом. Вольтметром ВЗ-38Б измерялось падение напряжения на эталонном сопротивлении mV_1 и на электродах ячейки E_1 и E_2 с РЖ mV_2 . Схема измерения Z представлена на рис.1.

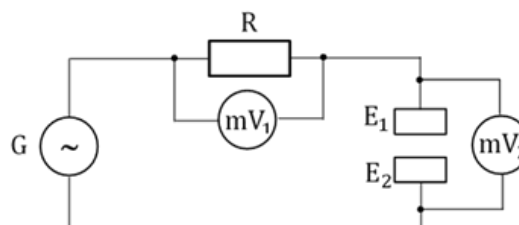


Рис. 1. Схема измерения электрического импеданса (Z) РЖ

Оценку мицеллярности и минерализующей способности РЖ оценивали на основании измерения крутизны дисперсии и Кд электрического импеданса РЖ по формуле: $K_d = Z_{нч} / Z_{вч}$. При значениях K_d , лежащих в интервале $K_d=5-18$ в диапазоне частот $\nu = 10-10^3$ Гц жидкокристаллическую фазу РЖ считали неустойчивой, мицеллярность – низкой, минерализационную функцию –

ослабленной. При величинах K_d , лежащих в интервале 40-75 минерализационную функцию РЖ считали высокой и устойчивой [6]. Измерения проводили непосредственно после забора РЖ, определение ее pH осуществлялось параллельно при помощи pH метра (AZ-8689) по стандартной методике. Оптимальное значение показателя pH РЖ, которое принято считать за норму, составляет 6,5-7,4 [9].

Определяли емкость буфера методом Krasse: 1 мл слюны смешивали с 3 мл 0,005 N раствором соляной кислоты (pH~3,0), полученную смесь выдерживали в течение 5 минут, после чего производили измерение с помощью pH метра. Полученные результаты оценивали следующим образом: pH>6 – высокая емкость буфера; 5<pH<6 – нормальная емкость буфера; 5<pH – низкая емкость буфера [4,9]. Продуктивную деятельность РЖ определяли с помощью сиалометрии – по базовой скорости саливации. Забор нестимулированной РЖ осуществляли в градуированные пробирки путем сплевывания. Скорость слюновыделения рассчитывали в мл/мин. по формуле: количество выделенной РЖ / время сбора [10]. За нормальный уровень скорости слюноотделения принимали скорость секреции от 0,29-0,41 мл/мин. [7] до 1,0 мл/мин. [4,9].

Все исследования проводились после информированного согласия пациентов на кафедрах стоматологии №2 и медицинской физики и информационных технологий №1 Донецкого национального медицинского университета.

Статистический анализ осуществляли с помощью компьютерных программ Statistica 10.0 и Microsoft Excel 2003. Был проведен корреляционный анализ на основе определения параметрического коэффициента Браве-Пирсона (r). Достоверность полученных результатов оценивали по t-критерию Стьюдента, корреляционной связи между показателями - по критерию Стьюдента с использованием Z-теста (z-критерия Фишера). За критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Усредненные показатели pH и буферной емкости РЖ были одинаковыми ($6,78 \pm 0,34$ и $6,78 \pm 0,12$) и соответствовали высокому уровню. Скорость слюноотделения обследованных была выше нормального уровня - $1,83 \pm 0,31$ мл/мин. Таким образом, полученные результаты соответствовали кариесрезистентному состоянию твердых тканей зубов пациентов, определенному во время клинического обследования [4,7,10]. Полученные значения Z электрического импеданса РЖ показаны на рис. 2. Кривая представляет собой данные Z, усредненные для каждой точки. Оценка мицеллярности РЖ и, следовательно, ее минерализующей способности [3,6], свидетельствует о том, что K_d , представляющий собой отношение Z на частоте 10 Гц к величине Z, определяемого на частоте 1000 Гц, был в диапазоне $31,12 \pm 6,24$ (рис.3).

Величина K_d зависит, в первую очередь, от количества и состояния мицелл (устойчивости, их размера). Полное электрическое сопротивление системы Z с ростом частоты тока должно уменьшаться тем сильнее, чем больше ее дисперсность и мицеллярность [3,6]. Измерения частотной зависимости электрического импеданса РЖ позволяют по величине K_d однозначно количественно оценить наличие и устойчивость жидкокристаллической мезофазы слюны и, следовательно, ее минера-

лизующую способность [3].

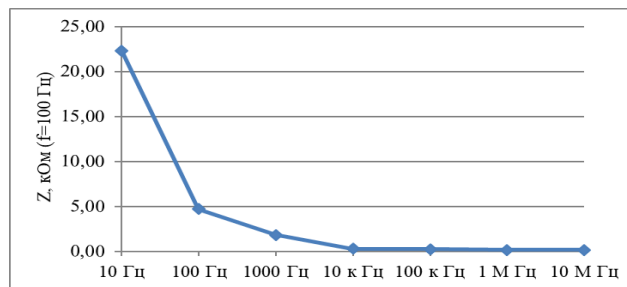


Рис. 2. Полное электрическое сопротивление системы Z РЖ

Полученные значения K_d имеют выраженную крутизну дисперсии, характерную для высокой степени жидкокристаллической фазы слюны, которая свойственна кариесрезистентным пациентам. Показатели Z имели высокую прямую корреляционную связь со значениями pH ($r=0,88$), буферной емкости ($r=0,82$), скорости слюноотделения ($r=0,86$), K_d ($r=0,91$).

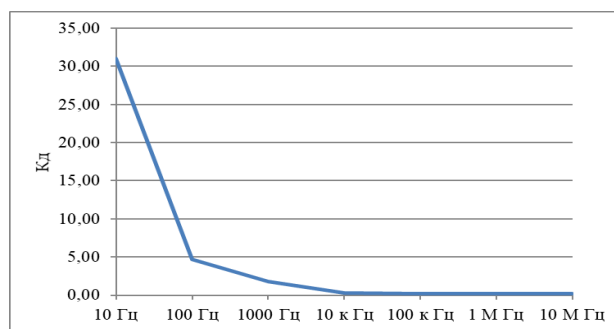


Рис. 3. Частотная зависимость коэффициента дисперсии (K_d) электрического сопротивления Z РЖ.

Величина pH находилась в сильной прямой корреляции со скоростью слюноотделения ($r=0,88$), буферной емкостью ($r=0,99$), K_d ($r=0,82$). Показатели буферной емкости коррелировали со скоростью слюноотделения ($r=0,86$), K_d ($r=0,87$).

На рис. 4 показана зависимость средних величин pH и Z от скорости слюноотделения. При росте значения pH наблюдается зеркальное падение импеданса Z. Таким образом, было подтверждено прямое и опосредованное влияние динамики изменений показателей скорости слюноотделения и концентрации водородных ионов на обеспечение оптимальных условий функционирования зубочелюстной системы пациентов [10] и известные данные, что емкость буфера находится в прямой зависимости от количества выделяемой слюны [4].

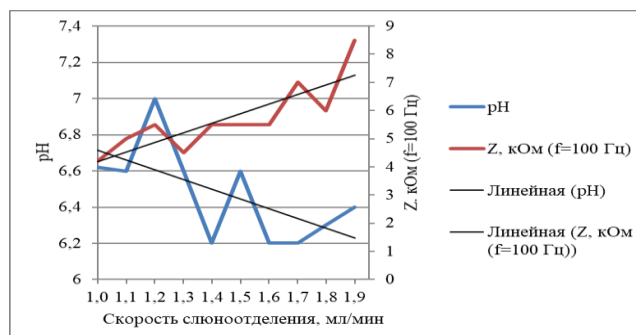


Рис. 4. Зависимость средних величин pH и Z от скорости слюноотделения

Полученные значения Кд имели выраженную крутизну дисперсии, характерную для высокой степени жидкокристаллической фазы слюны, хотя и находились в диапазоне $31,12 \pm 6,24$, лежащих в интервале между $K_d=5-18$ и $K_d=40-75$, соответствующему среднему уровню устойчивости и мицеллярности жидкокристаллической фазы РЖ и ее минерализационной функции [6]. О повышении уровня минерализационной функции слюны свидетельствуют возрастание ее емкостных свойств и, следовательно, возрастание степени мицеллярности, обеспечивающей минерализацию твердых тканей зубов.

Выводы. РЖ кариесрезистентных пациентов характерен определенный уровень биофизических показателей, определяющих ее минерализующий потенциал. Была выявлена прямая корреляционная связь между комплексным электрическим сопротивлением (импедансом) Z РЖ и Кд электрического импеданса с величинами pH, буферной емкости, скорости слюноотделения. Эти взаимосвязи требуют дальнейшего изучения с целью применения для контроля эффективности профилактических мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Циркадианная организация физико-химических свойств ротовой жидкости практически здоровых людей / В. И. Шемонаев, А. А. Малолеткова, Д. М. Фролов [и др.]//Научные ведомости Белгородского государственного университета. Медицина. Фармация. – 2012. - №4(123). – вып. 17. – С. 243-249.
2. Емельянова Н. Ю. Исследование физических и биохимических показателей ротовой жидкости у больных с различными видами рефлюкса / Н. Ю. Емельянова//Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії. – 2009. – Т. 9. – вип. 3 (27). – С. 76-78.
3. Деньга О. В. Частотная зависимость электрического импеданса ротовой жидкости – как показатель ее минерализующей функции у детей / О. В. Деньга//Вісник стоматології. – 1997. – №4. – С. 507–510.
4. Laurisch E. Диагностика и терапия индивидуального риска возникновения кариеса / E. Laurisch//Стоматолог. – 2004. – №4. – С. 17-19.
5. Возможность оценки кариесогенной ситуации по электрофизическим параметрам слюны / О. В. Деньга, Э.М. Деньга, А. П. Левицкий [и др.]//Вісник стоматології. – 1995. – №3. – С. 187–191.
6. Николаева А. В. Профилактика кариеса зубов у девочек с нарушением полового развития: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.22 «Стоматология» / А. В. Николаева ; Институт стоматологии АМН Украины. - Одесса, 2007. – С. 44, 103.
7. Гуленко О. В. Особенности физико-биохимических свойств ротовой жидкости у детей с кариесом зубов на фоне психоневрологических расстройств / О. В. Гуленко, С. Б. Хагурова, И. М. Быков//Вестник РУДН. Серия: Медицина. – 2017. – Т. 21. - №3. – С. 329-338.
8. Обухов Ю. А. Локальные и системные процессы, влияющие на развитие кариеса у детей (обзор литературы) / Ю. А. Обухов//Педиатрический вестник Южного Урала. – 2015. - №2. – С. 63-66.
9. Жаркова О. А. Современные подходы к диагностике факторов риска возникновения кариеса / О. А. Жаркова//Вестник ВГМУ. – 2010. – Т. 9. – № 3. – С. 6-12.
10. Дмитришин Т. М. Аналіз взаємозв'язків між мікробіологічними та біохімічними, біофізичними показниками у пацієнтів, які користуються знімними протезами / Т. М. Дмитришин//Світ медицини та біології. – 2018. –№2(64). – С. 44-48.

REFERENCES

1. Shemonaev, V. I., Maloletkova, A. A., Frolov, D. M., Novochadov, V. V., & Ryzhova, I. P. (2012) Circadian organization of physical and chemical properties of oral liquid of apparently healthy people. Belgorod State University scientific bulletin. Medicine. Pharmacy, 4(123), 17, 243-249 [in Russian].
2. Yemelianova, N. Yu. (2009) Studying of physical and biochemical indices of oral fluid in patients with diverse types of reflux. Actual problems of modern medicine: Bulletin of Ukrainian Medical Stomatological Academy, 9(3), 76-78 [in Russian].
3. Denga, O.V. (1997) The frequency dependence of the electrical impedance of the oral liquid - as an indicator of its mineralizing function in children. *Visnik stomatologii*, 4, 507-510 [in Russian].
4. Laurisch, E. (2004) Diagnosis and therapy of individual risk of caries. *Stomatologist*, 4, 17-19 [in Russian].
5. Denga, O. V., Denga, E. M., Levitsky, A. P., & Ivanov, V. S. (1995) Estimation possibility of cariesogenic situation by saliva electrophysical parameters. *Visnik stomatologii*, 3, 187-191 [in Russian].
6. Nikolaeva, A. V. (2007) Preventive maintenance of teeth caries at girls with a delay of sexual development. Candidate's thesis. Odessa: State Establishment «Institute of Dentistry of the Academy of Medical Sciences of Ukraine» [in Russian].
7. Gulenko, O. V., Khagurova, S. B., & Bykov, I. M. (2017) Peculiarities of the physico-biochemical properties of the mouthfluid in children with dent caricos on the background of psychoneurological disorders. *RUDN Journal of Medicine*, 21(3), 329-338 [in Russian].
8. Obukhov, Y. A. (2015) Local and systemic processes that influence the development of caries in children (the literature review). *Pediatric Bulletin of the South Ural*, 2, 63-66 [in Russian].
9. Zharkova, O. A. (2010) Modern approaches to the diagnosis of risk factors for caries. *Vestnik of Vitebsk State Medical University*, 9(3), 6-12 [in Russian].
10. Dmytryshyn, T. M. (2018) Analysis of correlations between microbiological and biochemical, biophysical parameters in patients who use removable dentures. *Word of medicine and biology*, 2(64), 44-48 [in Ukrainian].

Relationship of the biophysical parameters of the oral fluid

I. I. Zabolotna, V. V. Petukhov, A. A. Komlev

Abstract. The purpose of the work is to identify the correlation of the complex electrical resistance (impedance) of the oral fluid and the dispersion coefficient with the indices of pH, buffer capacity and salivation rate. Materials and methods: object of study is oral fluid of 33 patients. The pH, buffer capacity, salivation rate, impedance, micellarity and mineralizing ability of the oral fluid have been determined by the indices of the dispersion coefficient. Results: pH, buffer capacity, salivary flow rates have corresponded to the caries-resistant state of dental hard tissues and have been directly correlated with electrophysical indicators. The indices of the impedance dispersion coefficient (31.12 ± 6.24) have had a pronounced dispersion slope, which is characteristic of a high degree of the liquid crystal phase of saliva.

Keywords: oral fluid, biophysical parameters, caries-resistance.

TECHNICAL SCIENCES

Анализ динамики и управляемости одной степени подвижности робота

*¹Н. С. Ащепкова, ²С. А. Ащепков

*¹Днепровский национальный университет им. Олеся Гончара,
²Национальная металлургическая академия Украины
 *Correspondsng autor. E-mail: ashchepkovanatalya@gmail.com

Paper received 14.12.19; Accepted for publication 28.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-10>

Аннотация. В работе представлены результаты исследования динамики и управляемости одной степени подвижности промышленного робота. В качестве примера рассмотрен робот, кинематическая схема которого содержит три ротационные пары пятого класса. Робот работает в сферической системе координат. На этапе кинематического анализа определены координаты особой точки (полюса) схвата в системе координат связанной с основанием манипулятора. Динамический анализ позволил составить математическую модель движения робота на основе уравнений Лагранжа II рода. Оценка управляемости выполнена для расширенного объекта управления, состоящего из манипулятора и исполнительного устройства привода. Для синтеза системы управления используется структурная схема с отрицательной обратной связью. Исследуемая степень подвижности q_2 манипулятора полностью управляемая.

Ключевые слова: робот, динамика, степень подвижности, управляемость.

Промышленный робот, как объект управления, это - многоканальная, многосвязная, существенно нелинейная динамическая система. Исследованиями динамики и управления роботом занимались Е.И. Юревич, С.Ф. Бурдаков, А.В. Тимофеев, В.С. Ястребов, А.М. Филатов и другие.

Для обеспечения качества программных движений манипулятора, уменьшения ошибок позиционирования и обеспечения качественного регулирования применяют системы управления с использованием обратных связей.

Стабилизация программных движений манипулятора, представляет синтез алгоритма управления для обеспечения асимптотической устойчивости программного движения $q_i(t)$ при $t \in [t_0, t_f]$ при выполнении ограничений на быстродействие, перегулирование, колебательность, степень устойчивости и т.д.

Динамика манипулятора описывается уравнением Лагранжа II рода, которое часто представляется в виде [1-3]:

$$A^*(q, \xi)\ddot{q} + B^*(q, \dot{q}, \xi) = \delta, \tag{1}$$

а динамика приводов [1-3]:

$$T_1\ddot{\delta} + T_2\dot{\delta} + T_3\delta + T_4M_H(q, \dot{q}, \xi) = K_{\delta U}U, \tag{2}$$

где $A^*(q, \xi)$ – матрица размерности $n \times n$, зависящая от конфигурации манипулятора; $B^*(q, \dot{q}, \xi)$ – вектор-столбец размерности $n \times 1$; q – вектор обобщенных координат манипулятора; q' – вектор обобщенных скоростей манипулятора; ξ – вектор геометрических и массово-инерционных параметров манипулятора; δ – вектор-столбец размерности $n \times 1$ усилий и моментов в приводах манипулятора; M_H – вектор-столбец размерности $n \times 1$ моментов внешних нагрузок на выходных валах приводов; U – вектор-столбец размерности $n \times 1$ управляющих сигналов.

Под полной управляемостью динамической системы понимают наличие такого управляющего сигнала, который за ограниченный промежуток времени способен перевести все n переменных состояния расширенного объекта управления из заданных начальных состояний в требуемые конечные состояния [4, 5]. Причем, для полной управляемости необходимо и достаточно, чтобы ранг матрицы управляемости был равен порядку динамической системы [4, 5]: $\text{rang } Q_y = n$,

где $Q_y = [B \ AB \ A^2B \ \dots \ A^{n-1}B]$ – матрица управляемости размерности $n \times n \cdot m$; A – матрица собственных значений расширенного объекта управления размерности $n \times n$; B – вектор-столбец размерности $n \times m$.

Проведем исследование динамики и управляемости отдельной степени подвижности q_2 манипулятора, кинематическая схема которого изображена на рис. 1. Выполним моделирование программных движений манипулятора промышленного робота, проанализируем качество регулирования одной степенью подвижности с использованием системы управления с обратной связью.

Анализ динамики и моделирование управляемых движений манипулятора выполним с использованием уравнений Лагранжа II рода. Для исследования управляемости отдельной степени подвижности q_2 рассмотрим упрощенную модель манипулятора, при этом звенья 3 - 6 объединим в одно звено длиной $l_{np}=1,6$ м и массой $m_{np}=30$ кг. Исходные данные: $l_0=0,7$ м; $m_0=115$ кг; $l_1=0,75$ м; $m_1=55$ кг; $l_2=1$ м; $m_2=50$ кг; $M=600$ Н·м. В каждой кинематической паре введём правые системы координат $X_iY_iZ_i$ как показано на рис 1.

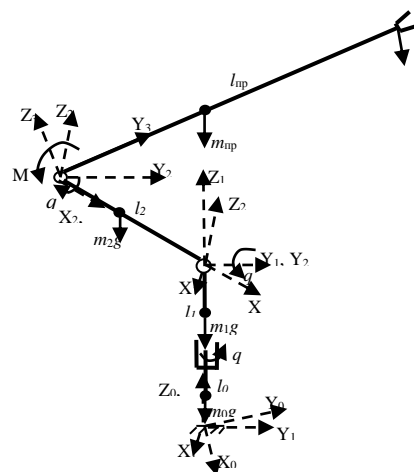


Рис. 1. Кинематическая схема и системы координат манипулятора

Анализ динамики манипулятора. Для рассматриваемого примера на основании [6] составим цепочку перемещений от 0 – го звена (основания манипулятора) до 3 – го

звена, относительно которого особая точка неподвижна:

$$0 \xrightarrow{A_w(\vec{k}, q_1)} 1 \xrightarrow{A_w(\vec{j}, q_2)} 2 \xrightarrow{A_q(\vec{i}, q_3)} 3.$$

Составим матрицы преобразования координат Денави-Хартенберга [3, 6, 7]:

$$A_2^3 = A_w(\vec{i}, q_3) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \text{Cos}q_3(t) & -\text{Sin}q_3(t) & 0,5l_{np}\text{Cos}q_3(t) \\ 0 & \text{Sin}q_3(t) & \text{Cos}q_3(t) & 0,5l_{np}\text{Sin}q_3(t) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$A_1^2 = A_w(\vec{j}, q_2) = \begin{bmatrix} \text{Cos}q_2(t) & 0 & \text{Sin}q_2(t) & 0,5l_2\text{Cos}q_2(t) \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\text{Sin}q_2(t) & 0 & \text{Cos}q_2(t) & 0,5l_2\text{Sin}q_2(t) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$A_0^1 = A_w(\vec{k}, q_1) = \begin{bmatrix} \text{Cos}q_1(t) & \text{Sin}q_1(t) & 0 & 0 \\ -\text{Sin}q_1(t) & \text{Cos}q_1(t) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_0 + 0,5l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

После математических преобразований определим положение точки Р манипулятора в системе координат, связанной с основанием.

$$\vec{r}_p^0 = \begin{bmatrix} \text{Cos}q_1(t) \cdot (0,5l_{np}\text{Sin}q_3(t)\text{Sin}q_2(t) + 0,5l_2\text{Cos}q_2(t)) + 0,5l_{np}\text{Cos}q_3(t)\text{Sin}q_1(t) \\ -\text{Sin}q_1(t) \cdot (0,5l_{np}\text{Sin}q_3(t)\text{Sin}q_2(t) + 0,5l_2\text{Cos}q_2(t)) + 0,5l_{np}\text{Cos}q_3(t)\text{Cos}q_1(t) \\ 0,5l_{np}\text{Sin}q_3(t)\text{Cos}q_2(t) + 0,5l_2\text{Sin}q_2(t) + l_0 + 0,5l_1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Уравнение Лагранжа II рода запишем в виде[3, 6, 7]:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial L}{\partial q_i} = Q_i, \text{ или}$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial E_k}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial E_k}{\partial q_i} + \frac{\partial E_{II}}{\partial q_i} = Q_i \quad (3)$$

$$E_k = 0,5m_1\dot{q}_1^2 + 0,5m_2\dot{q}_2^2 + 0,5m_{np}\dot{q}_3^2 = 0,5(m_1\dot{q}_1^2 + m_1\dot{q}_1^2 + m_{np}\dot{q}_3^2)$$

Для степени подвижности q_i потенциальную энергию вычислим по формуле: $E_{IIi} = 0,5m_i g h_i$, тогда

$$E_{II0} = m_0 g \frac{l_0}{2}; \quad E_{II1} = m_1 g \left(l_0 + \frac{l_1}{2} \right); \quad E_{II2} = m_2 g \left(l_0 + l_1 + \frac{l_2 \cdot \text{Cos}q_2}{2} \right);$$

$$E_{II np} = m_{np} g \left(l_0 + l_1 + l_2 \text{Cos}q_2 + \frac{l_{np} \cdot \text{Sin}q_3}{2} \right).$$

$$E_{II} = g \left[m_0 \frac{l_0}{2} + m_1 \left(l_0 + \frac{l_1}{2} \right) + m_2 \left(l_0 + l_1 + \frac{l_2 \cdot \text{Cos}q_2}{2} \right) + m_{np} \left(l_0 + l_1 + l_2 \text{Cos}q_2 + \frac{l_{np} \cdot \text{Sin}q_3}{2} \right) \right].$$

Функция Лагранжа примет вид:

$$L = 0,5(m_1\dot{q}_1^2 + m_1\dot{q}_1^2 + m_{np}\dot{q}_3^2) - g \left[m_0 \frac{l_0}{2} + m_1 \left(l_0 + \frac{l_1}{2} \right) + m_2 \left(l_0 + l_1 + \frac{l_2 \cdot \text{Cos}q_2}{2} \right) + m_{np} \left(l_0 + l_1 + l_2 \text{Cos}q_2 + \frac{l_{np} \cdot \text{Sin}q_3}{2} \right) \right].$$

$$\text{Следовательно } \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_2} = 2 \cdot 0,5m_2\dot{q}_2 = m_2\dot{q}_2; \quad \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_2} = m_2\ddot{q}_2 = 50\ddot{q}_2;$$

$$\frac{\partial L}{\partial q_2} = \frac{\partial \left(-m_2 g \frac{l_2 \cdot \text{Cos}q_2}{2} - m_{np} g l_2 \text{Cos}q_2 \right)}{\partial q_2} = 0,5m_2 g l_2 \cdot \text{Sin}q_2 + m_{np} g l_2 \text{Sin}q_2 = (0,5 \cdot 50 + 30) \cdot 9,8 \cdot 1 \cdot \text{Sin}q_2 = 539 \text{Sin}q_2.$$

Уравнение Лагранжа II рода для степени подвижности q_2 запишем в виде: $50\ddot{q}_2 - 539 \text{Sin}q_2 = Q_2$.

$$Q_2 = -[K_1(q_2 - q_{2np}) + K_2\dot{q}_2] \cdot M = -[1(q_2 - 2,09) + 0,7\dot{q}_2] \cdot 600 = -600 \cdot q_2 - 420 \cdot \dot{q}_2 + 1254,$$

уравнения Лагранжа II рода для выделенной координаты q_2 будут иметь вид:

$$50\ddot{q}_2 + 420 \cdot \dot{q}_2 + 600 \cdot q_2 = 1254 + 539 \text{Sin}q_2. \quad (4)$$

Решив уравнение (4), с начальными условиями:

где $L = E_k - E_{II}$ – функция Лагранжа; E_k – кинематическая

энергия манипулятора, $E_{II} = E_{II} - E_{II}$ – потенциальная энергия манипулятора.

Если для исследования выбрана координата q_2 , тогда правые части уравнения (3) будут иметь вид:

$$Q_2 = -[K_1(q_2 - q_{2np}) + K_2\dot{q}_2] \cdot M,$$

где ϕ_1 – координата, которая исследуется, M – момент силы, который создает привод данной степени подвижности, K_1, K_2 – коэффициенты, которые определяются особенностями системы, которая рассматривается ($K_1 K_1 = 1, K_2 = 0,7$), $q_{2np} = 2,09$ рад – программное значение перемещения по координате q_2 ϕ_{2np} , для которой проводим исследование.

Для степени подвижности q_i кинематическую энергию вычислим по формуле: $E_{ki} = 0,5m_i\dot{q}_i^2$, тогда

$$E_{k0} = 0; \quad E_{k1} = 0,5m_1\dot{q}_1^2; \quad E_{k2} = 0,5m_2\dot{q}_2^2; \quad E_{k np} = 0,5m_{np}\dot{q}_{np}^2.$$

Найдем кинематическую энергию манипулятора как сумму кинематических энергий каждого звена:

$$E_k = \sum_{i=1}^n E_{ki} = E_{k0} + E_{k1} + E_{k2} + E_{k np},$$

тогда

Найдем потенциальную энергию манипулятора как сумму потенциальных энергий каждого звена:

$$E_{II} = \sum_{i=1}^n E_{IIi} = E_{II0} + E_{II1} + E_{II2} + E_{II np},$$

тогда

С учетом правой части

$$q_2(0) = \frac{\pi}{4} = 0,7854 \text{ рад}, \quad \dot{q}_2(0) = \frac{\pi}{6} = 0,5236 \text{ рад/с}$$

получим зависимости перемещения, скорости и ускорения данной степени подвижности от времени.

Графики зависимости перемещения, скорости и уско-

рения координаты q_2 от времени полученные с помощью Mathcad приведены на рис. 2 а, б, в.

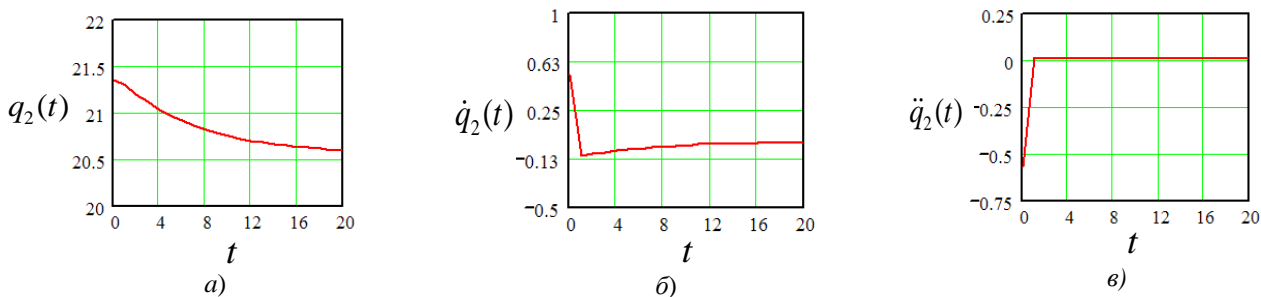


Рис. 2. Графики зависимости перемещения, скорости и ускорения координаты q_2

Анализ управляемости степени подвижности манипулятора. Выполним проверку системы на управляемость по исследуемой координате q_2 . Запишем линеаризованные уравнения движения выделенной степени подвижности в виде системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} 50\ddot{q}_2 + 420 \cdot \dot{q}_2 + 61 \cdot q_2 = 1254\delta, \\ T_1\ddot{\delta} + T_2\dot{\delta} + T_3\delta = K_{\delta U}U; \end{cases} \quad (5)$$

где q_2 – исследуемая координата, которая характеризует перемещение по одной степени подвижности; δ – координата, которая характеризует перемещение исполнительного органа привода по одной степени подвижности; δ – усилия и моменты в приводах манипулятора; U – командный сигнал управления; $T_1=0,03$ с, $T_2=0,15$ с, $T_3=1,5$ с, $K_{\delta}=1,8$ – параметры привода. В системе (5) учтено, что $\sin x \approx x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots + \frac{(-1)^n \cdot x^{2n+1}}{(2n+1)!}$.

Приняв $x_1 = q_2$; $x_2 = \dot{x}_1 = \dot{q}_2$; $x_3 = \delta$; $x_4 = \dot{x}_3 = \dot{\delta}$; перепишем уравнения движения выделенной степени подвижности (5) в нормальной форме Коши:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2; \\ \dot{x}_2 = -\frac{420}{50} \cdot x_2 - \frac{61}{50} \cdot x_1 - \frac{1254}{50} x_3 = 0, \\ \dot{x}_3 = x_4; \\ \dot{x}_4 = \frac{-0,15}{0,03} x_4 - \frac{1,5}{0,03} x_3 + 1,8U. \end{cases} \quad (6)$$

Система уравнений (6) описывает расширенный объект управления, состоящий из манипулятора и исполнительного устройства, и используется для синтеза системы управления структурная схема которой представлена на рис. 3.

Систему (6) можно представить в виде $\dot{x} = Ax + BU$, где A – матрица размерности $n \times n$, зависящая от конфигурации манипулятора; B – матрица размерности $n \times m$; x – вектор переменных состояния размерности $n \times 1$; U – вектор-столбец размерности $m \times 1$ управляющих сигналов.

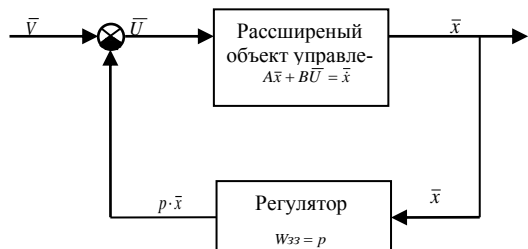


Рис. 3. Структурная схема расширенного объекта управления

Задача синтеза алгоритма управления манипуля-

тором сводится к задаче определения коэффициентов матрицы P , удовлетворяющих условиям устойчивости и качества переходных процессов. Уравнение регулятора имеет вид:

$$\delta = U - px,$$

где U – вектор-столбец размерности $m \times 1$ управляющих сигналов, p – матрица регулятора размерности $m \times n$.

Матричная передаточная функция разомкнутой системы имеет вид:

$$W_p(S) = \frac{X(S)}{U(S)} = (SI - A)^{-1} \cdot B,$$

матричная передаточная функция замкнутой системы имеет вид

$$W_3(S) = \frac{X(S)}{V(S)} = (SI - A + B \cdot p)^{-1} \cdot B,$$

где I – единичная матрица, A – матрица размерности $n \times n$, зависящая от конфигурации манипулятора; B – матрица размерности $n \times m$.

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1,22 & -8,4 & -25,08 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 50 & 5 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1,8 \end{pmatrix}.$$

Составим матрицу управляемости

$$Q_y = [B \quad AB \quad A^2B \quad \dots \quad A^{n-1}B],$$

где Q_y – матрица управляемости размерности $n \times n \cdot m$; A – матрица собственных значений расширенного объекта управления размерности $n \times n$; B – вектор-столбец размерности $n \times m$.

Вычислим компоненты матрицы управляемости

$$A \cdot B = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1,8 \\ 9 \end{pmatrix}, \quad A^2 \cdot B = \begin{pmatrix} 0 \\ -45,144 \\ 9 \\ 135 \end{pmatrix}, \quad A^3 \cdot B = \begin{pmatrix} -45,144 \\ 153,49 \\ 135 \\ 1125 \end{pmatrix}.$$

Следовательно,

$$Q_y = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & -45,144 \\ 0 & 0 & -45,144 & 153,49 \\ 0 & 1,8 & 9 & 135 \\ 1,8 & 9 & 135 & 1125 \end{pmatrix}.$$

Ранг матрицы управляемости $\text{rang } Q_y = 4$ равен порядку динамической системы, т.е. выполняются необходимое и достаточное условия для полной управляемости исследуемой степени подвижности q_2 манипулятора.

В работе представлены результаты исследования динамики и управляемости одной степени подвижности промышленного робота. В качестве примера рассмотрен робот, кинематическая схема которого содержит три рота-

ционные пары пятого класса. Робот работает в сферической системе координат. На этапе кинематического анализа определены координаты особой точки (полюса) схвата в системе координат связанной с основанием манипулятора. Динамический анализ позволил составить математическую модель движения робота на основе уравнений Лагранжа II рода. Оценка управляемости выполнена для

расширенного объекта управления, состоящего из манипулятора и исполнительного устройства привода. Для синтеза системы управления используется структурная схема с отрицательной обратной связью. Исследуемая степень подвижности q_2 манипулятора полностью управляемая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юревич Е. И. Основы робототехники / Е. И. Юревич. – СПб.: Питер, 2005. – 252 с.
2. Бурдаков С. Ф. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов / С. Ф. Бурдаков, В. А. Дьяченко, А. Н. Тимофеев. – М.: Высшая школа, 1986. – 264 с.
3. Шахинпур М. Курс робототехники. Пер. с англ. / М. Шахинпур. – М.: Мир, 1990. – 527 с.
4. Тимофеев А. В. Управление роботами: Учебное пособие / А. В. Тимофеев. – Ленинград: Изд-во Лнингр. ун-та, 1986. – 240 с.
5. Ястребов В. С. Системы управления движением робота / В. С. Ястребов, А. М. Филатов. – М.: Машиностроение, 1979. – 176 с.
6. Ащепкова Н. С. Метод кинематического и динамического анализа манипулятора с использованием Mathcad / Н. С. Ащепкова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий – Харьков: – 2015. – № 5/7 (77). – С. 54–63.
7. Механика промышленных роботов. Кн.1. Кинематика и динамика: учеб. пособие / Е. И. Воробьев, С. А. Попов, Г. И. Шевелёва. / под. ред. К. В. Фролова, Е. И. Воробьева. – К.: Вища школа, 1988. – 304 с.

REFERENCES

1. Yurevich E. I. Robotics Basics/ E. I. Yurevich. – SPb.: Piter, 2005. – 252 p.
2. Burdakov S. F. Design of manipulators of industrial robots and robotic complexes / S. F. Burdakov, V. A. Dyachenko, A. N. Timofeev. – M.: Vysshaya shkola, 1986. – 264 p.
3. Shahinpur M. Robotics course. Per. s angl. / M. Shahinpur. – M.: Mir, 1990. – 527 p.
4. Timofeev A. V. Robot control: Tutorial/ A. V. Timofeev. – Leningrad: Izd-vo Lningr. un-ta, 1986. – 240 p.
5. Yastrebov V. S. Robot motion control systems / V. S. Yastrebov, A. M. Filatov. – M.: Mashinostroenie, 1979. – 176 p.
6. Ashchepkova N. S. Mathcad in the kinematic and dynamic analysis of the manipulator/ N. S. Ashchepkova // Vostochno-Evropskij zhurnal peredovyh tehnologij – Kharkov: – 2015. – № 5/7 (77). – P. 54–63.
7. Mechanics of industrial robots. V.1. Kinematics and dynamics: Tutorial / E. I. Vorobiev, S. A. Popov, G. I. Shevelyova. / pod. red. K. V. Frolova, E. I. Vorobieva. – K.: Visha shkola, 1988. – 304 p.

Analysis of dynamics and controllability of one degree of robot mobility

N. S. Ashchepkova, S. A. Ashchepkov

Annotation. The paper presents the results of a study of the dynamics and controllability of one degree of an industrial robot mobility. As an example, a robot is considered, the kinematic scheme of which contains three fifth-class rotational pairs. The robot works in a spherical coordinate system. At the stage of kinematic analysis, the coordinates of the singular point (pole) of the gripper in the coordinate system associated with the base of the manipulator are determined. Dynamic analysis made it possible to compose a mathematical model of the movement of the robot based on Lagrange equations of the second kind. Manageability assessment is performed for an extended control object, consisted of a manipulator and actuator. For the synthesis of the control system, a block diagram with negative feedback is used. The investigated degree of mobility q_2 of the manipulator is fully controllable.

Keywords: robot, dynamics, degree of mobility, controllability.

Application of information technology of value-oriented management of art projects

D. Bas^{1*}, O. Bielova^{2*}

¹Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine

²"KROK" University, Kyiv, Ukraine

*Corresponding author. E-mail: dimabass1990@gmail.com, belovaelenag@gmail.com

Paper received 14.12.19; Accepted for publication 28.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-11>

Abstract. This study contains material on the application of value-oriented project management methodology in artistic activities. The analysis of scientific publications revealed that modern information technologies do not simultaneously take into account the value and risks associated with stakeholders of the art project. The practical implementation of information technology of value-oriented art project management is offered, which allows to maximize value and minimize the negative impact of risks that may arise during the implementation of art projects and have both positive and negative impact on them. It is established that the results of the practical implementation of information technology will give the leader and his team members an effective tool for ensuring the value of each stakeholder of the art project.

Keywords: value-oriented project management, art project, information technology, stakeholders, value, risks.

Introduction. Introduction of project approach in any sphere of human activity gives a new impulse to its development, this also applies to artistic activity. [1]. Implementation of any project has a specific mission and goals of the customer in accordance with his position, which leads to the creation of new value, characterized by uniqueness, distinguishing features and innovations [2].

Review of publications on the topic. In previous studies, the author analyzed the application of the project approach to artistic activity, definitions of the term "art project" are given, its peculiarities and uniqueness are revealed [3]. In addition, art project stakeholders have been identified [4].

The purpose of this study is to conduct practical application of information technology value-oriented art project

management. is to assess the impact of personnel risks and conflicts in scientific projects using cognitive modeling.

Materials and methods. With a view to practical implementation of the author developed models and methods of value-oriented art project management, it is suggested to consider an example of an art project [4, 5]. In the first stage, we will analyze the environment of the art project, including the identification of stakeholders, their values and the risks associated with them.

Identification of stakeholders of an art project is to define and describe stakeholders who have both a positive and a negative impact on the project implementation. [4, 5, 6]. The list of stakeholders of the art project is given in Table 1.

Table 1. Description of art project's stakeholders

№	Stakeholder (role)	Performer	Value factors	Art project's risks
1	2	3	4	5
1	Art project manager	Tenga O.P.	E, S, G	force majeure, human, communication, financial, customer/consumer, valuable
2	Art project team	Artists	E, K, G, Pr	creative, psychological, human, communication, financial, customer/consumer, valuable
3	Initiator, customer, owner, investor	Ministry of Culture of Ukraine	S, Pr	force majeure, communication, financial, customer/consumer, valuable
4	Competitors of the main project stakeholders	Union of Artists of Ukraine	S, Pr	creative, psychological, communication
5	Authorities	Cabinet of Ministers of Ukraine, Verkhovna Rada of Ukraine, local authorities	S, P, Vh	social, force majeure, communication
6	Public groups and organizations, population	Ministry of Information Policy of Ukraine, National Art Museum of Ukraine, population	E, S, P, Vh	social, force majeure, communication
7	Contractors/Suppliers	Enterprises that provide material resources for the implementation of the art project will be determined by the results of procurement procedures	E, S, P, Vh	force majeure, technical/material, communication, financial
8	Consumers of final products	State, art critics, critics, population	E, S, G, P, Vh	psychological, social, human, communication, customer/consumer, valuable

Results and discussion. The second stage is to analyze stakeholders' impact on the project, taking into account their values and risks. To do this, we will rank the stakeholders of the art project by such criteria as: area of authority/responsibility; area of direct influence and area of indi-

rect influence [5, 6]. The results of this ranking will be presented as Fig. 1. In the third stage, we will identify the interests of each stakeholder with their values and risks in relation to the project and its tools to influence the project. The results are presented in the form of Table 2 [4, 6].

The fourth stage is to determine the degree of support and opposition to the stakeholders of the art project, taking into account their values and risks. [4, 6]. To do this, we will conduct a procedure for evaluating two parameters of stakeholder importance (X/Y): the level of sup-

port/opposition by stakeholder of the art project (X) and the level of stakeholder influence on the art project (Y). The results of expert assessment of the levels of support/counteraction and impact will be given in the form of a classic stakeholder map and presented as a fig. 2.

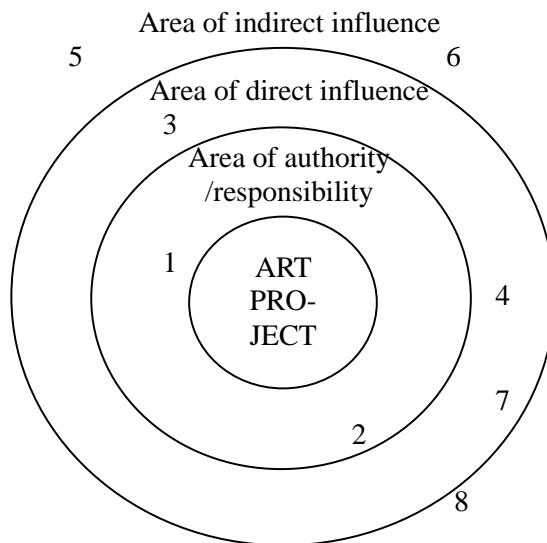


Fig. 1. Areas of stakeholders' influence on the art project

Table 2. Interests of art project's stakeholders

№	Stakeholder (role)	Interests/motives	Impact tools
1	2	3	4
1	Art project manager	Interested in successful and timely implementation of the art project	Ensuring quality and timely execution of the art project
2	Art project team	Interested in successful and timely implementation of the art project	Ensuring quality and timely execution of the art project
3	Initiator, customer, owner, investor	Interested in getting and enjoying an art product	Correct and clear wording of the idea of an art product, requirements for it and setting a task for its creation, timely allocation of funds
4	Competitors of the main project stakeholders	Interested in not receiving an art product	Making a negative impact on the creation of an art product
5	Authorities	Interested in getting an art product and replenishing the budget from its presentation	Creation of appropriate conditions by the State
6	Public groups and organizations, population	Interested in presenting an art product	Timely exhibit of the art product for review
7	Contractors/Suppliers	Interested in supplying goods, works and services and earning a profit	Timely delivery of goods, works and services
8	Consumers of final products	Interested in getting an art product, reviewing it and enjoying it	Timely purchase of tickets for review

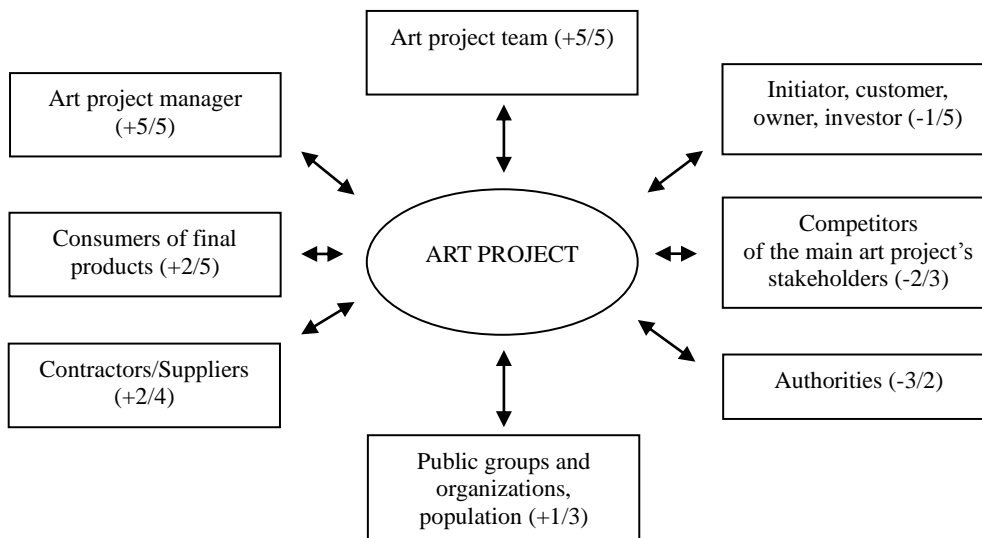


Fig. 2. A stakeholders' map of the art project with support/response and impact assessment

The fifth stage identifies problematic situations in the project implementation process, taking into account stakeholder's values and risks [4, 6]. Results of this stage are given in the form of Table 3.

The sixth stage is psychological analysis of project's stakeholders, taking into account stakeholder's values and risks. At this stage, the project manager and his team need

to have a psychological portrait of each stakeholder individually [7]. First of all, it is necessary to know that among the outward signs psychologically informative include: language; facial expressions, gestures, pose, pantomime, look; appearance; anatomical properties of the physical image.

Table 3. Identification of problematic situations of an art project related to the activity or inaction of stakeholders

No	Stakeholder (role)	Problem situations of an art project
1	2	3
1	Art project manager	Insufficient experience in performing art projects, inability to communicate with other stakeholders, inability to provide a sufficient psychological climate in the team of the art project
2	Art project team	Insufficient stress resistance, lack of communication skills, inability to comply with the requirements of an art product
3	Initiator, customer, owner, investor	Inability to articulate the idea and requirements for an art product, lack of funds
4	Competitors of the main project stakeholders	Lack of interest in the art product, creating obstacles in the process of art project's implementation
5	Authorities	Lack of political will to make necessary decisions regarding the art product, unwillingness to promote the art product's introduction
6	Public groups and organizations, population	Lack of quality content to promote an art project and an art product
7	Contractors/Suppliers	Poor quality, untimely delivery of goods, works, services
8	Consumers of final products	Dissatisfaction with the art product, low demand for the art product

The seventh stage develops stakeholder's engagement strategies, taking into account stakeholder's values and risks.

To ensure the value management of the art project [4, 5], based on the data in Table 1, we will poll each stakeholder on its value in the future art product and present its results in the form of a Table 4.

Table 4 shows how valuable each project stakeholder is in quantitative terms.

The next step is to assess stakeholder's risks, we propose their practical application in terms of risk assessment that may arise from the activity or inaction of stakeholders of the art project. For this purpose, the project manager assesses the likelihood of risks for each stakeholder and their possible impact on the art project, the results of which are presented in Table 5.

Table 4. Values analysis for each stakeholder of art project

Stakeholders	Art Functions							Vi
	E	S	K	G	P	Pr	Vh	
Art project manager	1,4	1,5	2,0	0,6	1,2	0,7	1,2	8,6
Art project team	0,5	3,5	0,9	0,2	1,6	4,8	1,2	12,7
Initiator, customer, owner, investor	5,6	0,2	0,9	4,2	2,5	0,2	1,6	15,2
Competitors of the main project stakeholders	0,1	0,4	3,0	1,5	6,3	4,2	1,2	16,7
Authorities	3,5	6,3	0,6	0,8	1,2	0,1	4,8	17,3
Public groups and organizations, population	6,3	4,8	1,5	2,4	0,2	0,6	3,0	18,8
Contractors/Suppliers	0,8	2,4	6,3	3,5	4,8	1,2	0,2	19,2
Consumers of final products	5,6	5,4	1,2	2,0	0,1	0,4	3,5	18,2

Table 5. Risk analysis of each art project's stakeholder

Stakeholders	Risks										Ri
	Creative	Psychological	Social	Force majeure	Technical/material	Human	Communication	Financial	Customer/Consumer	Valuable	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Art project manager	0,08	0,48	0,20	0,02	0,12	0,35	0,35	0,12	0,06	0,20	1,98
Art project team	0,02	0,42	0,09	0,06	0,04	0,48	0,48	0,20	0,06	0,12	1,97
Initiator, customer, owner, investor	0,02	0,72	0,09	0,02	0,20	0,24	0,30	0,63	0,35	0,63	3,20
Competitors of the main project stakeholders	0,01	0,15	0,30	0,06	0,20	0,08	0,06	0,10	0,03	0,06	1,05
Authorities	0,20	0,30	0,06	0,04	0,02	0,08	0,20	0,28	0,02	0,09	1,29
Public groups and organizations, population	0,06	0,12	0,15	0,03	0,02	0,06	0,06	0,10	0,02	0,08	0,70
Contractors/Suppliers	0,02	0,16	0,63	0,15	0,72	0,30	0,42	0,30	0,30	0,20	3,20
Consumers of final products	0,72	0,56	0,12	0,02	0,02	0,06	0,15	0,02	0,06	0,72	2,45

Table 6. Determination of integrated value index of the i-th stakeholder

Stakeholders	V_i	R_i	VV_i
Art project manager	8,60	1,98	6,62
Art project team	12,70	1,97	10,73
Initiator, customer, owner, investor	15,20	3,20	12,00
Competitors of the main project stakeholders	16,70	1,05	15,65
Authorities	17,30	1,29	16,01
Public groups and organizations, population	18,80	0,70	18,10
Contractors/Suppliers	19,20	3,20	16,00
Consumers of final products	18,20	2,45	15,75

Table 5 shows what risks each stakeholder of an art project has in quantitative terms. Thus, assessing the risks associated with the activity or inactivity of an art project stakeholder gives information to the project manager not only about the risks that the project management requires, but also the consequences of their impact, which should be considered when developing comprehensive risk management measures for an art project.

The information technology of value-oriented art project

management is to calculate an integrated value indicator of the i-th stakeholder (VV_i), which is based on the value and risk calculations of each stakeholder. According to the data obtained in Tables 4 and 5, it is possible to calculate an integrated value index of each stakeholder of an art project, the results of which are presented in the form of Table 6.

Table 6 shows that all stakeholders of the art project, except the art project manager and his team, have a high level of integrated value, that is $VV_i > 12$, and, therefore, do not require additional measures to develop strategies to increase this level. Art project manager and his team received an average level of the Integrated Value Index, that is $6 < VV_i < 12$, therefore, strategies need to be developed to increase this level. In this case, strategies for increasing the level of the integrated value indicator include: financial incentives, organization of advanced training in psychology, business communication skills, cultural and aesthetic development.

Conclusions. From the above it is clear that information technology of value-oriented art project management provides an effective program product for quality and timely planning of the art project, as well as providing control and monitoring of its implementation.

REFERENCES

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Six Edition. – USA. – PMI, 2017. – 574 p.
2. A guide to managing innovative projects and programs. P2M. Vol. 1, Version 1.2:English translation/ed. prof. S.D. Busheva. – K.:Science. world, 2009. – 173pp.
3. Bas D. V. Art projects, their features and definitions/D. V. Bas // Bulletin of Cherkasy State Technological University. Series: Technical Sciences. - № 3, 2016. - PP. 57-62.
4. Danchenko O.B. Ідентифікація стейкхолдерів арт-проектів/O.B.Danchenko, D.V. Bas // Topical issues of modern science and practice. Materials of scientific and practical conference (November 15, 2018, Kyiv). - Kyiv: "KROK" University, 2018. – pp. 387-389.
5. Bas D. V. Methods of value-oriented art project management/D. V. Bas // Bulletin of Cherkasy State Technological University. Series: Technical Sciences. – Cherkasy, 2019. – № 2. – PP. 107–116.
6. Finogeeva A.I. Improvement of the mechanism of company’s interaction with stakeholders/A.I. Finogeeva // MES. - 2017. - №3 (97). - Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-mehanizma-vzaimodeystviya-kompanii-s-zainteresovannymi-storonami> (date of circulation: 05.06.2018).
7. Kopets L.V. Psychology of personality. Educ. tool. for students. universities. K.: View. home. "Kyiv-Mohyla Academy", 2008. — 458 pp.

Seasonal risk management method in agro-industrial projects

O. Denchyk

University "KROK", Kyiv, Ukraine
Corresponding author. E-mail: oksanadenchyk@gmail.com

Paper received 11.12.19; Accepted for publication 22.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-12>

Abstract. This scientific paper presents the method and describes the algorithm of seasonal risk management in agro-industrial projects, which was developed on the basis of the model of risk management in projects of the agro-industrial complex "4 SEASONS". Application of this tool kit will help project managers to manage more effectively the risks of agro-industrial projects and to increase the production of agricultural products, both crop and animal husbandry.

Keywords: projects, risk management, method, risk management methods, agro-industrial projects.

Introduction. Climate change is a very significant factor of many risks in agro-industrial projects. The seasonality of agricultural production is closely connected with the climatic zone of agriculture and weather conditions of the area. With ever increasing frequency farmers are realizing that change of varieties and crops to more drought resistant ones or implementation of artificial watering of fields is an inevitable strategy for the survival of agro-industrial projects. This applies not only to crop growing but also to animal husbandry. Some farmers have faced the difficulties in providing of cattle with herbage because of drought in their farming areas, so they choose to grow another animal species such as poultry or pigs. Mastery of tools of seasonal risk management will help project managers to prevent risk situations or to reduce losses from them in agricultural projects.

Review of publications on the topic. Nguyen N., Wegener M., Russell I., Cameron D., Coventry D. and Cooper I. [1] have addressed the issues of identifying risk sources in agriculture and stated that the most specific source of risk was unstable weather.

Kobylyanska O. M. [2] had been studying the impact of production risks on agricultural enterprises, Lytvynchuk I. L. [3] had been studying the economic risk management of corporate enterprises of agricultural sphere, Matviyenko H. A. [4] had been studying the processes of insurance risk management and developed recommendations as to the improvement of their management in agricultural crop growing, Nykolyuk O. M. [5] described aspects of business risk management of hop producers.

Scientists [6, 7, 8.] proposed several classifications of risks connected with farming in agro-industrial sphere.

Moreover, there are studies with more detailed research of agricultural enterprise project management and management of risks, which may appear in the process of implementation of such projects. For example, Tymochko V. O. [9] substantiated feasibility of introducing innovative production technologies based on the cooperative use of technical means and outlined the stages of creating of a conceptual model of the project of a cluster integration of agricultural enterprises; Flys I. M. [10] analysed contemporary social, industrial and economic situation in the countryside, substantiated the necessity of scientific and methodological support for the implementation of innovative programs and projects in the agro-industrial complex of the country, and also revealed the main requirements for innovative projects in the programs of sustainable village and rural areas development; Sydorchuk O. V. [11] outlined the agro-meteorological components of

the project environment, which is an unmanageable cause of technological risk at different stages of crop cultivation projects; Tryhuba A. M. [12] substantiated feasibility of risk management in the integrated agricultural production programs and identified the causes of risk in these programs and also presented relationship between the components of risk in them in an implicit way.

Danchenko O. B., Krol K. J., Denchyk O. R. [13] stated that the financial success of projects is influenced by success indexes of interaction with stakeholders, ability to build a constructive dialogue, to find mutually beneficial solutions and effectively implement them.

Krol K. J. [14] noted that success of the project depends on mastery of project management, ability to tack between the interests of stakeholders, which are often opposite. Although, definition of "success" for each case, as well as for each stakeholder, is their own. Moreover, the interests of stakeholders may change during the project and, as a result, the vision of success will change too. The issues of stakeholders interests are raised by Freeman R. E. [15] and Pedersen E. R. in their works [16]. Indeed, the most important aspects for corporations that produce (grow) food products are economic, social and environmental issues.

Agricultural project risk management also involves management of possibilities of these projects. In the studies [17,18] the authors propose to use such tool as Weirich interactive matrix [19] in agricultural project management, which will help to cope with the complexity of project analysis caused by various strategic factors, to deal with different combinations of relationships and which is quite visual and easy to use.

In her study Danchenko O. B. [20] stressed the importance and advantages of skilful project risk management with application of the corresponding tool kit.

Feasibility of using the integrated risk management method for agricultural projects is described in the study [21].

Significant dependence on the seasonality in agricultural projects and necessity of development of tools to facilitate the work of project managers the author describes in the study [22].

The performed analysis of the scientific studies shows that project approach to agricultural project management is in its infancy. When conducting researches special attention should be paid to the development of tools and methods of agricultural project risk management, which relate to the seasonality of these projects.

The aim of this study is development of tools for seasonal risk management of agricultural projects.

Materials and methods. Although uncertainty and risk are an integral part of the implementation of agro-industrial projects worldwide, diversification strategies can help to reduce risk losses.

The term diversification of agricultural products production should mean redistribution of some farming production resources such as land, machinery, capital, human resources etc. into new activities to avoid negative effects of such risks as climate variability, changeability of prices on agricultural products and many other risks [23].

Diversification of crops by means of growing of several cultivated crops significantly reduces the risks of complete loss of agricultural production and magnitude of damage caused by diseases and pests, which affect the crops, unfavorable market and weather conditions. Selecting several crops by means of crop rotation during several seasons or by mixed system in the same season, it is necessary to understand clearly, which risks may appear in your farm area considering data of previously implemented projects.

Organic diversification of crop production can be livestock production. Such projects may be deemed as synergistic/symbiotic. Application of the diversification method increases the possibility of obtaining higher and more stable farming incomes.

The main risk factors of agricultural business are the following: strategic risks, seasonality of production; dependence on weather and climate conditions; long period of capital circulation; difficulties in change of the range of products and technologies; hard limitations of the technological process in time frames; dependence on biological factors; high capital-output ratio.

Seasonality of production is tightly connected with weather conditions, which are characteristic to the climatic zone. Violation of terms and consistency, as well as the quality of technological operations, inevitably increases the risk of loss of production and income.

The author developed a model of identification for risks in agricultural projects "4 SEASONS", which became a basis for development of seasonal risks management methods in projects of agro-industrial complex.

The model of risk management in projects of the agro-industrial complex "4 SEASONS" will be useful for project managers as an instructive and convenient tool for agricultural project risk management. It is recommended for application in project planning and project implementation phases for obtaining of a maximum advantage from project capability and for development of strategies to counter potential project threats and strengthening of project weaknesses.

It is important to identify all possible risks in each agro-industrial project and to record them according to the season (spring, summer, autumn, winter) to the "4 SEASONS" model, using data from previous years. There are the following risk identification methods [20, 22]: "check-list" method, 6W1H method, brainstorming technique, decision-tree analysis, expert interviews, review, Delphi method. Of course, each agricultural project, like any other project, is unique and therefore the risks for each project will be different.

After analysis and risk assessment, it is necessary to prepare a plan of countermeasures against risks and to record

them to the model. Opposite each risk there are countermeasures to combat it [20].

The process of development of a risk response plan includes avoidance, reduction, distribution and transfer with the aim to maximize opportunities and to reduce threats.

When a risk event arises, the project manager and the project team do not panic and waste no time in performing the prepared countermeasures against risk.

Results and discussion. On the basis of the conducted researches, the author proposes the seasonal risks management method in the agro-industrial projects, which includes the following stages (Fig. 1).

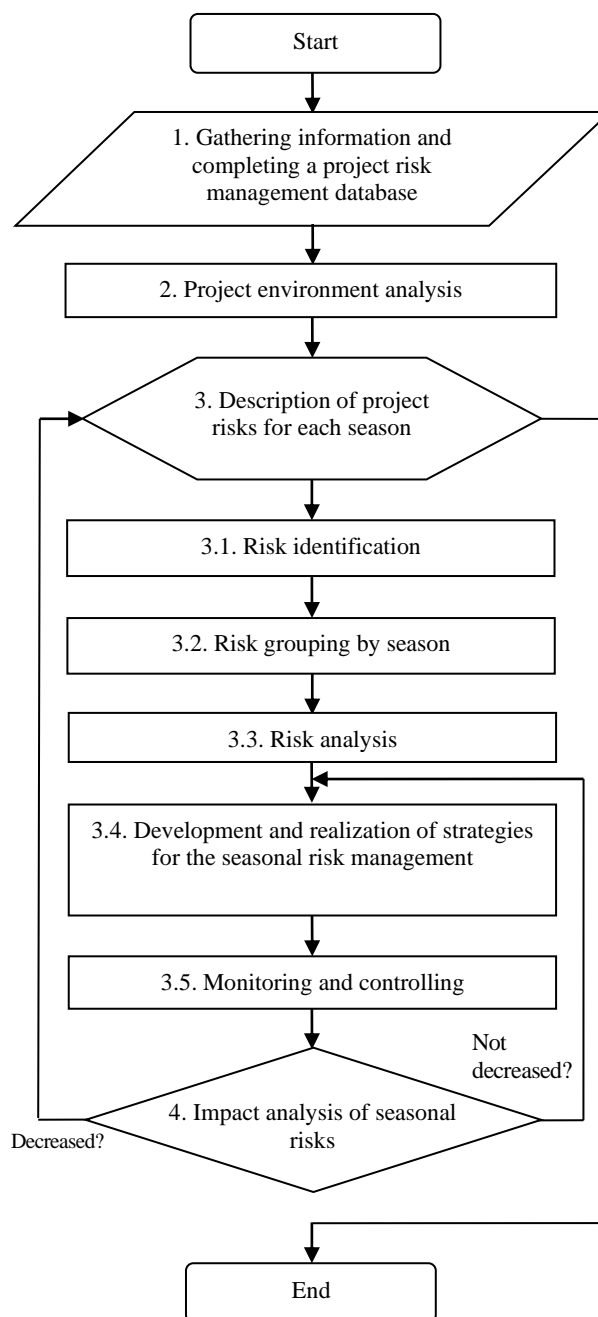


Fig. 1. The seasonal risks management method in the agro-industrial projects

1. Gathering information and completing a project risk management database. At this stage, the team of project collects, analyses and processes information of seasonal risks according to the results of previously completed projects (if any).

2. Project environment analysis. This stage presupposes the analysis of the project environment including: revealing of seasonal risks.

3. Description of project risks for each season.

3.1. Risk identification. At this stage the project team reveals all risks that may arise during project implementation.

3.2. Risk grouping by season. Risks that may arise during project implementation are grouped according to seasons of the year.

3.3. Risk analysis. This stage involves qualitative and quantitative analysis of project risks.

3.4 Development and realization of strategies for the seasonal risk management. At this stage the project team

develops strategies to prevent and avoid the occurrence of seasonal risks in the project.

3.5. Monitoring and controlling. The project team performs permanent monitoring and control of seasonal risks in order to respond to them in time.

4. Impact analysis of seasonal risks. In case of reduction, transfer to point 3, if not reduced, return to point 3.4

Thus, the author proposes an algorithm of implementation the seasonal risks management method in the agro-industrial complex project, which is based on grouping of risks by seasons of the year and provides an opportunity to manage them more effectively and more qualitatively.

ЛІТЕРАТУРА

1. Nguyen, N., Wegener, M., Russell, I., Cameron, D., Coventry, D. & I Cooper. Risk management strategies by Australian farmers: two case studies, *AFBM Journal*, 2007, vol. 4. no. 1 & 2, pp. 23-30.
2. Кобилянська О.М. Виробничі ризики сільськогосподарських підприємств: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: спец. 08.00.04 "Економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності)"//О. М. Кобилянська. К., 2011. 20 с.
3. Литвинчук І. Л. Управління економічними ризиками корпоративних підприємств аграрної сфери: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: спец. 08.00.04 "Економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності)"//І.Л. Литвинчук. Житомир, 2010. 20 с.
4. Матвієнко Г. А. Управління страховими ризиками при вирощуванні культур в сільськогосподарських підприємствах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: спец. 08.00.04 "Економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності)"//Г.А. Матвієнко. Житомир, 2009. 20 с.
5. Николок О. М. Управління підприємницькими ризиками виробників хмелю: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: спец. 08.00.04 "Економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності)"//О. М. Николок. Житомир, 2009. 20 с.
6. Денчик О.Р. Аналіз ризиків проектів у агропромисловому комплексі//О.Р. Денчик, Д.І. Бедрій, С.О. Савченко // Вісник ЧДТУ. Серія: Технічні науки. Черкаси, ЧДТУ, 2017. № 1. С. 100-109.
7. Kahan D. *Managing risk in farming*. Rome: FAO, 2008. 107 p.
8. Hurduzeu, G. The most important agriculture risk. The risk culture/Hurduzeu, G., Huidumac, C. & Hurduzeu, R. // *Proceedings of the 7th International Management Conference "New Management for the New Economy"*, 7-8 November 2014. Bucharest, Romania: Academy of Economic Studies, 2014. vol. 8 (1), pp. 413-418.
9. Тимочко В. О. Розробка концептуальної моделі проекту кластерного об'єднання сільськогосподарських підприємств//В. О. Тимочко, Ю. І. Ковальчик, Р. І. Падюка, О. І. Говда // Вост.-Европ. журн. передових технологій. 2012. № 1/10. С. 60-62.
10. Флис І. М. Головні вимоги до інноваційних проектів у програмах розвитку сіл та їх територій//І. М. Флис // Вост.-Европ. журн. передових технологій. 2010. № 1/3. С. 61-63.
11. Сидорчук О. В. Вплив агрометеорологічної складової на ризик проектів вирощування сільськогосподарських культур//О. В. Сидорчук, А. М. Тригуба, П. М. Луб, А. О. Шарибура, Л. Л. Сидорчук // Вост.-Европ. журн. передових технологій. 2012. № 1/10. С. 49-51.
12. Тригуба А. М. Формування виробничо-технологічного ризику в інтегрованих програмах аграрного виробництва//А. М. Тригуба, П. В. Шолудько, О. В. Маланчук, М. В. Рудинець // Вост.-Европ. журн. передових технологій. 2013. № 1/10. С. 203-206.
13. Данченко О. Б. Управління зацікавленими сторонами в проектах агропромислового комплексу//О. Б. Данченко, К. Я. Круль, О. Р. Денчик // Тези доповідей XV міжнародної конференції «Управління проектами у розвитку суспільства». Тема: Управління проектами в умовах переходу до поведінкової економіки //Відповідальний за випуск С. Д. Бушуєв. К.: КНУБА, 2018. С. 79-81.
14. Круль К. Я. Особливості управління ризиками стейкхолдерів проектів агропромислового комплексу//К. Я. Круль // Управління проектами: стан та перспективи. Матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції 11-14 вересня 2018 р. Миколаїв: Торуба В. В., 2018. С. 63- 64.
15. Freeman R.E. *Strategic Management: A stakeholder Approach*. Boston. MA: Pitman. 1984. p.276.
16. Pedersen E.R. All Animals are Equal, but...: How Managers in Multinational Corporations perceive Stakeholders and Societal Responsibilities. CBS Center for Corporate Social Responsibility. Working paper No. 05-2009. 2009.
17. Данченко О.Б. Метод управління можливостями та загрозами в проектах агропромислового комплексу//О. Б. Данченко, О. В. Коломицева, О. Р. Денчик, К. Я. Круль // Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки. Черкаси: ЧДТУ, 2019. Вип. 54. С. 60-65.
18. Денчик О. Р. Особливості використання інтерактивної матриці Вейрїха в управлінні сільськогосподарськими проектами//О. Р. Денчик // Управління проектами: стан та перспективи. Матеріали XIII міжнародної науково-практичної конференції 12-15 вересня 2017 р. Миколаїв: НУК, 2017. – С. 26-28.
19. Weihrich H. *The TOWS Matrix a Tool for Situational Analysis, Long Range Planning*. 1982. Vol. 15. № 2. pp. 54-66.
20. Данченко О.Б. Огляд сучасних методологій управління ризиками в проектах//О.Б. Данченко // Управління проектами та розвиток виробництва: 36. наук. пр. Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2014. №1 (49). С. 16-25.
21. Denchyk O.R. Method of integrated risk managements for agroindustrial project/ O.R. Denchyk, K. J. Krol // *Science and Education a New Dimension. Humanities and Social Sciences*. 2019. VII (34). I.: 205. pp. 25-29.
22. Денчик О. Р. Особливості використання моделі «4 сезони» в управлінні ризиками в сільськогосподарських проектах//О. Р. Денчик // Управління проектами: стан та перспективи. Матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції 11-14 вересня 2018 р. Миколаїв: НУК, 2018. – С. 37 - 39.
23. Kisan Gunjal. *Agricultural Risk Management Tools*. PARM. 2016. 120p.

REFERENCES

2. Kobyljans'ka O. M. Vyrobnychi ryzyky sil's'kohospodars'kykh pidpryyemstv. Avtoreferat Dys. [Production risks Agricultural Enterprises: Author's abstract], Kyiv, 2011, 20 p.
3. Lytvynchuk I. L. Upravlinnia ekonomichnymy ryzykamy korporatyvnykh pidpryyemstv ahramoi sfery. Avtoreferat Dys. [Managing economic risks corporate enterprises of agrarian sphere: Author's abstract], Zhytomyr, 2010, 20 p.
4. Matviyenko H. A. Upravlinnia strakhovymy ryzykamy pry vyroshchuvanni kultur v silskohospodars'kykh pidpryyemstvakh. Avtoreferat Dys. [Management of insurance risks when growing crops in farms: Author's abstract] 2009, Zhytomyr, 20 p.
5. Nykolyuk O. M. Upravlinnia pidpryyemnytskymy ryzykamy vyrobnykiv khmeliu. Avtoreferat Dys. [Managing business risks hop producers: Author's abstract], 2009, Zhytomyr, 20 p.
6. Denchuk O. R., Bedryj D. I. & Savchenko S. O. Analiz ry`zy`kiv proektiv v agropromy`slovomu kompleksy [Project risks analysis in agricultural sphere]. Visnyk Cherkas'koho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky [Bulletin of Cherkasy State Technological University. Series: Engineering], Cherkasy, 2017, no. 1, pp. 100-109.
9. Tymochko V. O., Kovalchuk Yu. I., Padyuka R. I., Govda O. I. Rozrobka kontseptualnoi modeli projektu klasternoho obiednannia silskohospodars'kykh pidpryyemstv [Development of conceptual model of the project of cluster association of agricultural enterprises]. Vost.-Yevrop. zhurn. peredovykh tekhnologiy [East European Journal of Advanced Technology], 2012, no. 1/10, pp. 60-62.
10. Flys I. M. Holovni vymohy do innovatsiinykh proektiv u prohramakh rozvytku sil ta yikh terytorii [Main requirements for innovative projects in rural development programs and their territories]. Vost.-Yevrop. zhurn. peredovykh tekhnologiy [East European Journal of Advanced Technology], 2010, no. 1/3, pp. 61-63.
11. Sydorchuk O. V., Tryhuba A. M., Lub P. M., Sharybura A. O., Sydorchuk L. L. Vplyv ahrumeteorolohichnoi skladovoi na ryzyk proektiv vyroshchuvannia silskohospodars'kykh kultur [Influence of agrometeorological component on risk of crop cultivation projects]. Vost.-Yevrop. zhurn. peredovykh tekhnologiy [East European Journal of Advanced Technology], 2012, no. 1/10, pp. 49-51.
12. Tryhuba A. M., Sholudko P. V., Malanchuk O. V., Rudynets M. V. Formuvannia vyrobnycho-tekhnolohichnoho ryzyku v intehrovanykh prohramakh ahramoho vyrobnytstva [Formation of production and technological risk in integrated programs of agricultural production]. Vost.-Yevrop. zhurn. peredovykh tekhnologiy [East European Journal of Advanced Technology], 2013, no. 1/10, pp. 203-206.
13. Danchenko O. B., Denchuk O. R., Krol K. J. Upravlinnia zatsikavlenymy stonamy v proektakh ahropromyslovoho kompleksu [Stakeholder management in agroindustrial projects]. Tezy XV mizhnarodnoyi konferentsiyi "Upravlinnyia proektamy` u rozvy`tku suspil'stva". Tema: Upravlinnia proektamy v umovakh perekhodu do povedinkovoi ekonomiky [Proceeding of the 15th International Conference "Project management in the development of society". Subject: Project management in a transition to a behavioral economy], Kyiv, 2018, pp. 79-81.
14. Krol K. J. Osoblyvosti upravlinnia ryzykamy steikkholderiv proektiv ahropromyslovoho kompleksu [Features of stakeholder risk management of agroindustrial projects]. Materialy XIV mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Upravlinnia proektamy: stan ta perspektyvy" [Proceeding of the 14th International Scientific and Practical Conference "Project management: Status and Prospects"], Mykolaiv, 2018, pp. 63 - 64.
17. Danchenko O. B., Kolomytseva O.V., Denchuk O. R., Krol K. J. Metod upravlinnia mozhyvostiamy ta zahrozamy v proektakh ahropromyslovoho kompleksu [The method of risks and opportunities management in the projects of agroindustrial complex]. Zbirnyk naukovykh prats Cherkaskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Seriya: Ekonomichni nauky [Proceedings of Scientific Works of Cherkasy State Technological University. Series: Economics], Cherkasy, 2019, I.: 54, pp. 60-65.
18. Denchuk O.R. Osoblyvosti vykorystannia interaktyvnoi matrytsi Veirikha v upravlinni silskohospodars'kykh proektiv [Features of the use of the Weirich's interactive matrix in agricultural project management]. Materialy XIII mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Upravlinnia proektamy: stan ta perspektyvy" [Proceeding of the 13rd International Scientific and Practical Conference "Project management: Status and Prospects"], Mykolaiv, 2017, pp. 26 - 28.
20. Danchenko O. B. Ohlyad suchasnykh metodolohiy upravlinnyia ryzykamy v proektakh [Overview of modern risk management methodologies in projects]. Upravlinnyia proektamy ta rozvytok vyrobnytstva: zb. nauk. pr. [Project management and development of production: Collection of Scientific Publications], 2014, no. 1 (49), pp. 16-25.
22. Denchuk O. R. Osoblyvosti vykorystannia modeli «4 sezony» v upravlinni ryzykamy v silskohospodars'kykh proektiv [Features of the use of the "4 seasons" model in risk management in agricultural projects]. Materialy XIV mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Upravlinnia proektamy: stan ta perspektyvy" [Proceeding of the 14th International Scientific and Practical Conference "Project management: Status and Prospects"], Mykolaiv, 2018, pp. 37-39.

Функціонально-структурний аналіз в дослідженні системи «полімерна мембрана – вода»

О. А. Котовенко, О. Ю. Мірошниченко

Київський національний університет будівництва і архітектури

*Corresponding author: kotovenko_ea@ukr.net

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-13>

Анотація. В роботі визначені основні положення та принципи системного аналізу, які можуть бути застосовані при дослідженні процесів, що протікають в системі полімерна мембрана – вода та їх моделюванні. Запропонований підхід може стати основою для визначення і формалізації закономірностей, що характеризують функціональні особливості цих процесів, а також для їх моделювання на різних структурних і часових рівнях.

Ключові слова: функціонально-структурний аналіз, система «полімерна мембрана – вода», моделювання.

Вступ.

Короткий огляд публікацій з теми. Аналіз наукової літератури показав, що дослідження у напрямку вивчення процесів, які проходять у системі «полімерна мембрана – вода», проводились у таких напрямках:

— опосередковане вивчення і моделювання процесів у системі «полімерна мембрана – вода» (для потреб теорії мембранних процесів), яке не враховує структурні і функціональні особливості води та базується на феноменологічних теоріях [1,3], розглядаючи воду як безструктурну рідину. Відсутність строгих уявлень про структуру води, про організацію води на молекулярному рівні призвело до того, що при такому підході губиться унікальна інформація про властивості води та механізми процесів.

— дослідження явищ та процесів у рідинах, воді, розчинах електролітів, які базуються переважно на молекулярній теорії. [4,5]

— експериментальні дослідження, що ініціювали створення ряду моделей рідкого середовища, які дозволили встановити корисні співвідношення між характеристиками рідини.

— дослідження молекулярно-статистичних властивостей рідин і, в окремому випадку, води у приповерхневій області та інші. [6]

Феноменологічна теорія описує спостережувані явища на основі співвідношення між макроскопічно вимірюваними величинами. В цьому відношенні її методи аналогічні методам термодинаміки і базуються на термодинаміці необоротних процесів. Але феноменологічні теорії не дозволяють детально вивчити механізм процесів переносу. Навпаки, використання молекулярної теорії надає можливість дослідження механізмів цих процесів.

В молекулярних теоріях явищ переносу робиться спроба вивести закони, що керують цими процесами, на основі властивостей і молекулярної структури даного середовища з застосуванням кінетичної і статистичної теорії речовин. В гідродинамічних теоріях явища переносу, в деякому сенсі, проявляються характерні риси як феноменологічних, так і молекулярних теорій.

Феноменологічні теорії, які в наш час можна вважати вже класичними, побудовані на основі експериментальних даних і, в межах визначених помилок, дають задовільні для практики співвідношення між властивостями рідини. Однак фундаментальний підхід до вивчення системи «полімерна мембрана – во-

да» потребує більш точних і детальних відомостей, тобто необхідно знання механізму їх протікання на молекулярному рівні. Молекулярна теорія процесів у рідинах набуває все більшого значення не тільки для теоретичних досліджень, але і для практичних застосувань. Враховуючи, що феноменологічні і молекулярні теорії представляють собою різні підходи, то вони доповнюють одна одну.

Мета. Визначення основних умов і особливостей застосування функціонально-структурного аналізу в дослідженні та моделюванні процесів, що проходять в системі полімерна мембрана – вода.

Матеріали і методи. Основною задачею молекулярної теорії процесів переносу у системах «полімерна мембрана – вода» є інтерпретація результатів, отриманих в феноменологічних теоріях. Об'єднання феноменологічної та молекулярної теорії при дослідженні системи можливе на базі функціонально-структурного аналізу, який включає також застосування ієрархічного ранжування та декомпозиції на підсистеми, а також масштабування за часом з застосуванням теореми Тихонова [7].

Системний функціонально-структурний аналіз орієнтований на всебічне дослідження процесів та їх механізмів у складних об'єктах та явищах взаємозв'язку з внутрішніми та зовнішніми чинниками та механізмами процесів, що проходять у системі, а також надає можливість обрати найкращі варіанти при моделюванні та управлінні системою.

Під системою, з точки зору системного аналізу, розуміють множину об'єктів (елементів, підсистем) разом з відношеннями (зв'язками) між цими елементами та їхніми атрибутами. Об'єкти – це окремі частини (підсистеми) або компоненти системи. Атрибути – властивості цих об'єктів. Відношення (зв'язки) – це такі властивості системи, що її об'єднують в єдине ціле

Структура системи «полімерна мембрана – вода» характеризує спосіб її внутрішньої організації, зв'язки між компонентами, що її складають, та підсистемами більш низьких рангів. Встановити і дослідити структуру цієї системи означає зрозуміти її сутність. В цьому полягає значення структурного принципу, який пояснює те, як сполучаються в єдине цілісне утворення компоненти системи «полімерна мембрана – вода», як пов'язані властивості її елементів з характером їх структурної організації. В той же час, структурна частина аналізу полягає у з'ясуванні закономірно-

стей зв'язку функціональних властивостей систем з генезисом її створення та функціонування в часовому періоді. Структурні зв'язки визначаються компонентно-речовинним складом та можуть бути відображені фізичними та хімічними кількісними показниками. Але одних структурних пояснень недостатньо, оскільки вони характеризують об'єкт більш якісно, статично. Складна структура системи «полімерна мембрана – вода», проявлення специфіки процесів на різних рівнях роблять визначальним функціональний принцип, відповідно до якого атрибутивний аналіз розкриває такі властивості системи, без яких вона просто не існує. Це зближує поняття атрибуту та семантики (сутності) системи, пояснення якого носить, таким чином, атрибутивно-системний характер [8,9].

Результати та їх обговорення. При розгляді системи «полімерна мембрана – вода» із застосуванням функціонально-структурного принципу проведена структуризація на підсистеми та їх формування відповідно з процесами (функціями).

До поняття функції системи «полімерна мембрана – вода» можна віднести:

- 1) здатність компонентів впливати один на одного і на систему в цілому;
- 2) відігравати певну роль як у підсистемах, так і в цілісному утворенні системи «полімерна мембрана – вода».

Функціональна структура повинна займати проміжне положення між матеріальною структурою (будовою) та структурою – законом, тобто системою відношень між елементами. Функціональна структура відносно стійка за рахунок зв'язків між елементами. Одночасно з тим вона рухома, компоненти, що входять до неї, можуть знаходитися в координатних, субординаційних та кореляційних взаємозв'язках.

Відповідно до функціонального принципу генезис та структура системи «полімерна мембрана – вода» розглядаються стосовно їх призначення (функції) в системі для подальшого пізнання.

Система «полімерна мембрана – вода» розглядається як структура, що складається з трьох підсистем відповідно до процесів, які проходять в ній:

- процеси в об'ємній воді, (S1) - *гене-зис*;
- шар води, що характеризує міжфазну взаємодію (S2);
- поверхня мембрани і процеси, характерні для неї (S3).

В процесі функціонально-структурного аналізу визначено, як зв'язки системи з середовищем, параметри, завдяки яким можна впливати на систему. В загальному випадку це тиск, температура та концентрація.

Рідина відрізняється від інших речовин – текучістю (макровластивість), яка представляє собою зв'язаний стан молекул і стабільна при певних температурах та тисках.

Поступальний рух молекул у рідині є найбільш характерною властивістю рідкого стану (явище переносу). Явище переносу у рідинах характеризує кінетичні властивості рідини та визначається характером міжмолекулярної взаємодії і представляє собою дуже важливий аспект в дослідженні системи «полімерна мембрана – вода» і може розглядатися як її функція.

Система «полімерна мембрана – вода» представлена у вигляді узагальненої іконографічної моделі, показаної на рисунку 1.

Природна вода не є хімічно чистою водою, а представляє собою водний розчин деяких речовин. Явище переносу та процеси, що відбуваються у водних розчинах, тісно пов'язані з будовою окремої (мономірної) молекули і з молекулярною структурою усієї рідкої води, тобто з будовою води як рідини, що складається з окремих молекул. Структура рідкої води є предметом широких досліджень, але й досі не одержана детальна та задовільна, узгоджена з експериментом, картина цієї структури.

В процесі еволюції нерівноважної системи можна виділити дві основні стадії:

- швидку – кінетичну, яка відповідає за встановлення квазірівноважного розподілу часток за координатами та швидкостями;
- повільну – гідродинамічну, яка характеризується середніми локально рівноважними значеннями густини енергії, імпульсу, маси.

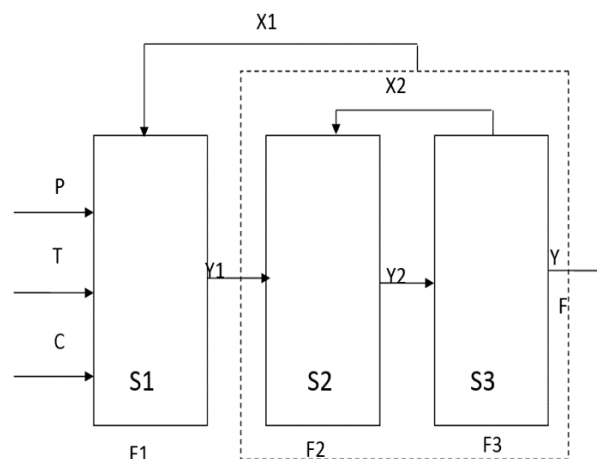


Рис. 1. Узагальнена іконографічна модель системи «полімерна мембрана - вода» де P – тиск; T – температура; C – концентрація. $F = f(F1, F2, F3)$, де F1, F2, F3 – функції, що характеризують процеси у відповідних системах S1, S2, S3. Y_i – прямі зв'язки між підсистемами – елементами системи; X_i – зворотні зв'язки у системі, Y – вихід (результуюча процесу переносу).

Для розуміння процесів, що проходять у системі «полімерна мембрана – вода», необхідно врахувати механізми поверхневих процесів, які базуються на властивостях води на границі розділу фаз (S2). Відсутність строгих уявлень про структуру води, про організацію води на молекулярному рівні, тобто процесів в підсистемі S1, може призвести до того, що при дослідженні водних розчинів можлива втрата інформації про її властивості, які у граничних шарах можуть значно відрізнятися від об'ємних, що, в свою чергу, багато у чому визначає механізми (природу) протікання процесів в підсистемі S3. Відповідно виникає необхідність враховувати специфіку міжмолекулярних взаємодій, яка лежить в основі селективного мембранного транспорту, а звідси впливає необхідність досліджувати властивості рідини у пограничних шарах, і, в окремому випадку, біля поверхні твердого тіла.

Основні умови (до яких відносяться: динамічність і нерівноважність системи; складність процесів, які протікають у системі, що розглядається; взаємозв'язок та функціональна залежність між ними) та особливості застосування функціонально-структурного аналізу до вивчення розглядуваної системи (а. функціональні особливості: здатність компонентів системи впливати один на одного і на систему в цілому; відігравати певну роль як у підсистемах, так і в системі в цілому; б. структурна особливість характеризує спосіб внутрішньої організації системи, структурні зв'язки визначаються компонентно-речовим складом). Функціональний принцип передбачає, що генезис та структура системи «полімерна мембрана - вода» розглядається стосовно їх призначення – функції. Ще однією особливістю при реалізації функціонально-структурного аналізу для системи є необхідність визначати чітку ієрархічність процесів, що проходять на макро- (гідродинамічному) і мікро- (кінетичному) рівнях.

Процеси, які протікають в системі «полімерна мембрана – вода» (процеси гідратації іонів, процеси переносу, асоціації, поверхневі процеси на границі роз-

ділу фаз вода-мембрана тощо) структуровані за функціональною ознакою (процесами) на відповідні динамічні підсистеми, якими є: S1 – «процеси у воді, яка проходить підготовку як питна», S2 – «процеси, що протікають в примембранних шарах», S3 – «мембрана (структурні, фізико-хімічні, технологічні властивості і процеси)». Розглянуті можливі впливи на систему «полімерна мембрана - вода» (тиск P, температура T, концентрація C).

Визначені зворотні зв'язки між підсистемами: 1) вплив підсистеми S3 на підсистему S2 – X2; 2) сумісний вплив підсистеми S3 та підсистеми S2 на підсистему S1 – X1.

Висновки. Проведені дослідження можуть стати основою для виявлення концептуальних засад і формалізації закономірностей, що характеризують функціональні особливості процесів у системі «полімерна мембрана - вода», а також надають можливість провести редукцію інформації стосовно динаміки відповідних процесів, що проходять у системі і можуть стати базою для моделювання процесів на різних структурних та часових рівнях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антонченко В.Я. Физика воды / В.Я. Антонченко; А.С. Давыдов - Киев : Наукова думка, 1986. - 128 с.
2. Брык М.Т. Мембранные технологии в промышленности / М.Т. Брык, Е.А. Цапюк, А.А. Твердый. – К.: Техника, 1990. – 247 с.
3. Зацепина Г. Н. Физические свойства и структура воды / Г. Н. Зацепина. — 2-е изд. — М. : Изд-во МГУ, 1987. — 171 с.
4. Эрдеи-Груз Т. Явления переноса в водных растворах / Т.Эрдеи-Груз. М.: Мир, 1976. - 585 с.
5. Антонченко, В. Я. Микроскопическая теория воды в порах мембран / В. Я. Антонченко ; отв. ред. А. С. Давыдов ; Киев : Наукова думка, 1983. - 160 с.
6. Юхновский И.Р. Статистическая теория классических равновесных систем / И.Р.Юхновский, М.Ф. Головкин. – Киев: Наукова думка, 1980. – 350с.
7. Глушков В.М.. Моделирование развивающихся систем / В. М. Глушков, В. В. Иванов, В. М. Яненко. - М. : Наука, 1983. - 352 с.
8. Могилевский В.Д. Методология систем / В.Д. Могилевский. – М.: Экономика, 1999. – 248 с.
9. Наппельбаум Э.Л. Системный анализ как программа исследования структуры и ключевые понятия / Наппельбаум Э.Л. // В кн. Системные исследования, методологические проблемы: ежегодник. – М.: Наука, 1982. – 341 с.

REFERENCES

1. Antonchenko, V.Y. Fizika vody / V.Y. Antonchenko, A.S. Davydov – Kiev : Naukova dumka, 1986.- 128 s.
2. Bryk, M.T. Membrannye tekhnologii v promyshlennosti / M.T. Bryk, E.A. Tsapiuk, A.A. Tverdyi. – Kiev : Tekhnika, 1990. 247 s.
3. Zatsepina, G.N. Fizicheskie svoistva i struktura vody / G.N. Zatsepina. – 2 izdanie. – Moskva : Izd-vo MGU, 1987. – 171 s.
4. Tibor Erdey-Gruz Transport phenomena in aqueous solutions. - London : Hilger, 1976. – 512 p. ISBN 085274207X 9780852742075
5. Antonchenko, V.Y. Mikroskopicheskaia teoriia vody v porakh membrane / V.Y. Antonchenko, отв. red A.S. Davydov ; Kiev : Naukova dumka, 1983.- 352 s.
6. Iukhnovskii, I.R. Statisticheskaiia teoriia klassicheskikh ravnovesnykh system / I.R. Iukhnovskii, M.F. Golovko. - Kiev : Naukova dumka, 1980.- 350 s.
7. Glushkov, V.M. Modelirovanie razvivaiushchikhsia system / V.M. Glushkov, V.V. Ivanov, V.M. Ianenko. – Moskva : Nauka, 1983.- 352 s.
8. Mogilevskii, V.D. Metodologiiia system / V.D. Mogilevskii.- Moskva : Ekonomika, 1999. – 248 s.
9. Nappelbaum, E.L. Sistemni analiz kak programma issledovaniia struktury i kliuchevye poniatia / E.L. Nappelbaum // v kn. Sistemnie issledovaniia, metodologicheskie problem: ezhegodnik. – Moskva : Nauka, 1982. 341 s.

Functional-structural analysis in the "polymeric membrane - water" system study

O. A Kotovenko, O. Yu. Miroshnychenko

Abstract. The paper defines the basic provisions and system analysis principles that can be applied in the study of the processes that flow in the «polymeric membrane – water» system and their modeling. The proposed approach can be the basis for the definition and formalization of the laws characterizing the functional features of these processes, as well as for their modeling at different structural and temporal levels.

Keywords: functional-structural analysis, "polymeric membrane-water" system, modeling.

Експериментальні дослідження застосування невибухового імпульсного сейсмічного джерела під час гуманітарного розмінування водних перешкод і акваторій

В. І. Коцюрба*, О. Л. Голда, В. В. Олійник, А. В. Кокойко

Національний університет оборони України імені Івана Черняховського

*Corresponding author. E-mail: kotcuro@ukr.net

Paper received 02.11.19; Accepted for publication 20.11.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-14>

Анотація. У роботі досліджено проблему гуманітарного розмінування та можливість використання принципу дії, що покладено в основу невибухового імпульсного сейсмічного джерела для знищення (знешкодження) вибухових пристроїв з контактними датчиками цілі, що встановлені у воді. Як невибухове імпульсне сейсмічне джерело застосовано дослідний зразок електродинамічного імпульсного джерела сейсмічних сигналів ІДД-27, що надано товариством з обмеженою відповідальністю "Юг-нафтогазгеологія". На основі аналізу результатів проведеного комплексного натурного експерименту перевірені гіпотези щодо можливості використання пристрою даного типу для знищення (знешкодження) протидесантних мін, що встановлені у воді, шляхом впливу збуджених ударних хвиль на їх контактні датчики цілі.

Ключові слова: гуманітарне розмінування, знищення (знешкодження), датчик цілі, вибуховий пристрій, вибухонебезпечний предмет, невибухове імпульсне сейсмічне джерело, ударні хвилі, протидесантна міна.

Вступ. Експериментальні дослідження щодо впровадження новітніх принципів дії в галузі гуманітарного розмінування мають вирішальне значення для обґрунтування достовірності розроблених способів пошуку, виявлення, знищення або знешкодження вибухонебезпечних предметів (ВНП).

Досвід виконання завдань з розмінування у воєнних конфліктах сучасності та миротворчих операціях [1-5] показав, що темпи розвитку мінної зброї значно перевищують темпи розвитку протимінних засобів. Цей факт, враховуючи зростаючу інтенсивність застосування мін та саморобних вибухових пристроїв (СВП), у провідних країнах світу давно вже сприймається як загальносвітова проблема, вирішення якої потребує комплексного підходу [6]. При цьому, особлива увага в операціях по розмінуванню приділяється якості очищення місцевості від ВНП, що визначається міжнародними стандартами з розмінування [7]. Найбільш складними виявилися процеси розмінування водних перешкод і акваторії моря від протидесантних мін.

Одним із перспективних напрямків розвитку протимінних засобів є впровадження новітніх принципів дії у процеси розмінування, до яких відноситься використання енергії ударних хвиль, що розповсюджуються у воді внаслідок штучного впливу невибухового імпульсного сейсмічного джерела (НСД).

Аналіз публікацій. [8-14] показав, що в них піднято та розглянуто часткові наукові задачі. Так відомі праці [8, 9] присвячені висвітленню результатів наукових досліджень, спрямованих на моделювання процесів та обґрунтування вимог до засобів пошуку та виявлення ВНП різними методами. При цьому, в [8] розглядається можливість та наведені залежності щодо виявлення великих об'єктів та перехідних шарів у ґрунтах сейсмоакустичним методом. Вказаний метод поки що не знайшов поширеного використання у практиці розмінування. У [10-14] наведені результати експериментальних та теоретичних досліджень способів знищення (знешкодження) вибухових пристроїв (ВП), до основних з яких належать вибуховий, механічний, лазерний тощо.

Проведений аналіз відомих доступних досліджень і публікацій дозволив дійти висновку, що задача проведення експериментальних досліджень можливості використання енергії НСД, як засобу знищення (знешкодження) протидесантних мін (ПДМ) у воді, не стави-

лась, а отже і не вирішувалась.

Мета. Тому, метою даної статті є висвітлення основних результатів проведеного натурного експерименту щодо дослідження можливості використання НСД для знищення (знешкодження) ПДМ у воді під час гуманітарного розмінування.

Результати та їх обговорення. В якості робочої гіпотези було використано твердження щодо можливості використання штучного невибухового імпульсного методу збудження сейсмічним коливань у ґрунтах та ударних хвиль у воді для знищення (знешкодження) ПДМ, датчики цілі яких засновані переважно на контактних принципах дії.



Рис. 1. Використання під час експериментальних досліджень електродинамічного імпульсного джерела сейсмічних сигналів ІДД-27 на воді



Рис. 2. Варіанти використаних під час експериментальних досліджень макету донної ПДМ зі штировим датчиком цілі

Як НІСД під час експерименту на воді (рис. 1) було застосоване дослідний зразок електродинамічного імпульсного джерела сейсмічних сигналів ІДД-27 [15], що надане Товариством з обмеженою відповідальністю “Юг-нафтогазгеологія”.

Отже, в якості об’єкту експериментальних досліджень обрано спосіб знищення або знешкодження ПДМ шляхом використання НІСД, що викликає ударні хвилі у воді. При цьому, задача досліджень полягала в проведенні натурного експерименту з метою визначення характеристик поширення ударних хвиль у воді та їх вплив на датчики цілі ПДМ. Варіант використання імітаційного засобу штирового датчику цілі макету донної ПДМ наведено на рис. 2.

Планування та проведення експериментальних досліджень здійснювалось на основі існуючої методики [16]. Для проведення досліджень було обрано варіант встановлення ПДМ у воді відносно НІСД за типовою схемою (рис. 3), для якої обрано фактори та показник (табл. 1).

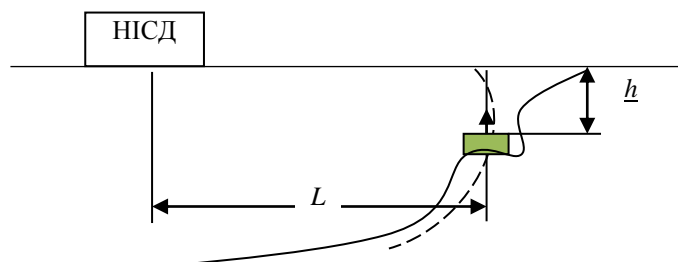


Рис. 3. Схеми розташування датчика цілі ПДМ відносно НІСД у воді.

Показником, значення якого визначались у ході експерименту (табл. 1), є y – питомий імпульс (I , кгс/см²), що визначається через тиск.

Аналіз одержаних результатів експериментальних досліджень [17] показав, що в використання розглянутого принципу дії НІСД для знищення (знешкодження) ПДМ з контактними датчиками цілі у воді є цілком можливим. Тарирування виготовленого пристрою для вимірювання питомого імпульсу I (кгс), розміщеного усередині макету ПДМ (рис. 2), показало, що збільшенню його значення на 0,5 кгс при прикладанні зусилля в центрі штиря відповідало збільшення значення тиску на 1 мм рт. ст. шкали манометру.

Аналіз результатів досліджень (рис. 4) показав, що у воді мінімальне значення зміни тиску на штировий датчик цілі 1,4 мм рт. ст. зафіксоване при роботі 3-х індукторів НІСД та 2 мм рт. ст. – при роботі 4-х індукторів НІСД при поверхневому віддаленні 5 м від центру встановленого макету ПДМ. Максимальне значення зміни тиску на штировий датчик цілі 23,8 мм рт. ст. ($I=11,9$ кгс) зафіксовано при роботі 4-х індукторів НІСД при поверхневому віддаленні 1 м від центру встановленого макету ПДМ. Таке значення питомого імпульсу I на 30% нижче ніж мінімально потрібне значення зусилля спра-

цювання міни типу ПДМ-1М, а отже є недостатнім. Для забезпечення спрацювання ПДМ у воді значення питомого імпульсу ударної хвилі від дії НІСД із врахуванням потреби віддалення на безпечну відстань (близько 10 м) потрібно значно збільшити.

Таблиця 1 – Рівні та інтервали варіювання факторів, позначення показника

Фактори	Кодоване позначення	Інтервал варіювання	Рівні факторів			Позначення показника
			+1	0	-1	
L – віддалення міни від пристрою, м	x_1	10	5	15	25	y
h – глибина встановлення міни, м	x_2	0,25	0,5	0,75	1,0	
I_b – макс. тиск пристрою на воду, кгс	x_3	10300	4600	14900	25200	

Синтез отриманих середніх значень результатів вимірювань під час проведення експерименту на воді та результати їх інтерпретації наведено на рис. 4.

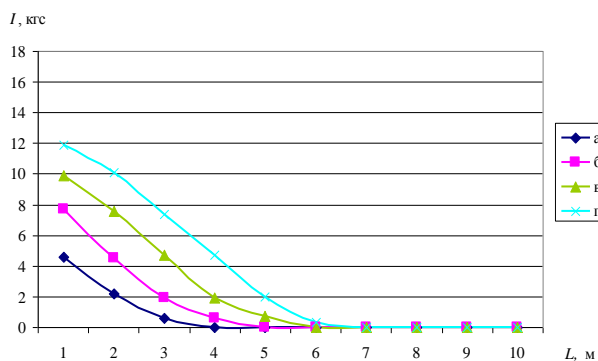


Рис. 4. Залежність тиску зафіксованого тонометром від дальності знаходження пристрою збудження імпульсних сейсмічних коливань від ПДМ: а – значення тиску при дії 1-го індуктору; б – значення тиску при дії 2-х індукторів; в – значення тиску при дії 3-х індукторів; г – значення тиску при дії 4-х індукторів.

Висновки й перспективи подальших досліджень.

Узагальнюючи вищевикладене, можна зробити наступні висновки. Результати вимірювань значень тиску пристроєм збудження імпульсних сейсмічних коливань ІДД-27 у воді підтвердили гіпотезу щодо можливість застосування пристроїв даного типу для знищення (знешкодження) окремих типів ПДМ при збільшенні потужності ударних хвиль.

Як напрямок подальших досліджень є обґрунтування тактико-технічних вимог до перспективного засобу знищення (знешкодження) ПДМ з контактними датчиками цілі, в основу принципу дії якого лежить використання енергії збуджених імпульсних ударних хвиль у воді.

ЛІТЕРАТУРА

1. Польских Н.Л. Некоторые выводы по итогам инженерного обеспечения миротворческих сил в ходе грузино-абхазского конфликта//Арм. сб. 1997. № 1. С. 37-39.
2. Жуков С. Опыт разминирования местности в условиях локальных военных конфликтов//Зарубежное военное обозрение. № 6, 1998. С. 14-19.
3. Жуков С. Опыт разминирования местности в Боснии и Герцеговине//Зарубежное военное обозрение. № 8, 1998. С. 18-22.
4. Свірський Є. Ліван: місія триває//Військо України. № 3, 2003. С. 4-7.
5. Підсумковий звіт про виконання бойових завдань саперними підрозділами ЗС України в Ісламській Республіці Афганістан у складі Литовської групи з реконструкції провінції Гор (ГРП) за період з листопада 2010 р. по листопад 2011 р. К.: ГШ ЗСУ, 2012. 47 с.
6. Петренко Е. С. Некоторые технические особенности решения проблемы гуманитарного разминирования//Специальная техника, 2002. №3. С. 12–13.

7. Керівництво по управлінню операціями по розмінуванню (офіційний переклад)/МСПМД (IMAS) 07.10. – USA New York: ЮНМАС ООН, 2001. – 30 с./Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.mineactionstandards.org>.
8. Щербаков Г. Н. Новые методы обнаружения скрытых объектов: монография. М.: ООО Эльф ИПР, 2011. 503 с.
9. Карев А., Раевский В., Коняев Ю., Румянцев А., Аверченко А. Мобильный комплекс обнаружения взрывчатых веществ. Технология разминирования XXI века//Электроника: Наука. Технологии. Бизнес, 2000. № 1. С. 54-58.
10. Корытченко К.В. Экспериментальное исследование применения объемных шланговых зарядов/К.В. Корытченко, Д.П. Дубинин, С.В. Говаленков//Актуальні проблеми технічних та природничих наук у забезпеченні цивільного захисту: III міжнар. наук.-практ. конф., 6-7 квітня 2010 р.: тези допов. – Черкаси, 2010. – С. 107 – 110.
11. Ментус І. Е. Ефективність інженерних боєприпасів: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ФВП ПДАТУ, 2008. 80 с.
12. Бочаров О.А. Методы дистанционного обезвреживания ВОП//Артиллерийское и стрелковое вооружение/Конструкторское бюро “Артиллерийское вооружение”. К.: МПШУ, 2008. № 2. С. 34-37.
13. Саламахин Т.М. Основы моделирования и боевая эффективность зарядов разрушения. Ч. 1. М.: ВИА, 1983. 160 с.
14. Ментус І.Е. Ефективність зарядів руйнування: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ФВП ПДАТУ, 2008. 80 с.
15. Отчет о заводских приемочных испытаниях опытного образца электродинамического импульсного источника сейсмических сигналов ИДД-27. – Кимры: ЗАО “Геосвип”, 2013. – 43 с.
16. Цивин М.Н. Многофакторный эксперимент: графическая интерпретация данных – К.: ИГиМ, 2002. – 120 с.
17. Звіт про проведення експериментальних досліджень 23.05.2018. – К.: ЦНДІ ОБТ ЗС України та ТОВ “Югнафтогазгеологія”, 2018. – 8 с.

REFERENCES

1. Pol'skikh N.L. Nekotoryye vyvody po itogam inzhenerenogo obespecheniya mirovorcheskikh sil v khode gruzino-abkhazskogo konflikta//Arm. sb. 1997. № 1. S. 37-39.
2. Zhukov S. Opyt razminirovaniya mestnosti v usloviyakh lokal'nykh voyennykh konfliktov//Zarubezhnoye voyennoye obozreniye. № 6, 1998. S. 14-19.
3. Zhukov S. Opyt razminirovaniya mestnosti v Bosnii i Gertsegovine//Zarubezhnoye voyennoye obozreniye. № 8, 1998. S. 18-22.
4. Svirs'kiy È. Lívan: misiya trivaê//Viys'ko Ukraïni. № 3, 2003. S. 4-7.
5. Pidsumkoviy zvit pro vikonannya boyovikh zavdan' sapernimi pidrozdilami ZS Ukraïni v Íslams'kiy Respublitsi Afganistan u skladí Litovs'koí grupi z rekonstruktsií provintsii Gor (GRP) za period z listopada 2010 r. po listopad 2011 r. K.: GSH ZSU, 2012. 47 s.
6. Petrenko Ye. S. Nekotoryye tekhnicheskiye osobennosti resheniya problemy gumanitarnogo razminirovaniya//Spetsial'naya tekhnika, 2002. №3. S. 12–13.
7. Kerivnitstvo po upravlinnyu operatsiyami po rozminuvannyu (ofitsiyinyy pereklyad)/MSPMD (IMAS) 07.10. – USA New York: YUNMAS OON, 2001. – 30 s./Yelettronniy resurs. Rezhim dostupu: <http://www.mineactionstandards.org>.
8. Shcherbakov G. N. Novyye metody obnaruzheniya skrytykh ob'yektov: monografiya. M.: ООО El'f IPR, 2011. 503 s.
9. Karev A., Rayevskiy V., Konyayev YU., Rummyantsev A., Averchenko A. Mobil'niy kompleks obnaruzheniya vzyryvchatykh veshchestv. Tekhnologiya razminirovaniya XXI veka//Elektronika: Nauka. Tekhnologii. Biznes, 2000. № 1. S. 54-58.
10. Korytchenko K.V. Eksperimental'noye issledovaniye primeneniya ob'yemnykh shlangovykh zaryadov/K.V. Korytchenko, D.P. Dubinin, S.V. Govalenkov//Aktual'niy problemi tekhnichnikh ta prirodnicikh nauk u zabezpechni tsivil'nogo zakhistu: III mizhnar. nauk.-prakt. konf., 6-7 kvitnya 2010 r.: tezi dopov. – Cherkasi, 2010. – S. 107 – 110.
11. Mentus Í. Ye. Yefektivnist' inzhenernikh boèpriпасiv: navchal'niy posibnik. Kam'yanets'-Podil's'kiy: FVP PDAТУ, 2008. 80 s.
12. Bocharov O.A. Metody distantsionnogo obezvrezhivaniya VOP//Артиллерийское и стрелковое вооружение/Конструкторское бюро “Артиллерийское вооружение”. К.: МППУ, 2008. № 2. С. 34-37.
13. Salamakhin T.M. Osnovy modelirovaniya i boyevaya effektivnost' zaryadov razrusheniya. CH. 1. M.: VIA, 1983. 160 s.
14. Mentus Í.Ye. Yefektivnist' zaryadiv ruynuvannya: navchal'niy posibnik. Kam'yanets'-Podil's'kiy: FVP PDAТУ, 2008. 80 s.
15. Otchet o zavodskikh priyemochnykh ispytaniyakh opytного obraztsa elektrodinamicheskogo impul'snogo istochnika seysmicheskikh signalov IDD-27. – Kимры: ЗАО “Геосвип”, 2013. – 43 s.
16. Tsivin M.N. Mnogofaktorny eksperiment: graficheskaya interpretatsiya dannykh – K.: IGiM, 2002. – 120 s.
17. Zvit pro provedennya yeksperimental'nikh doslidzhen' 23.05.2018. – K.: TSNDÍ OVT ZS Ukraïni ta TOV “Yugnaftogazgeologiya”, 2018. – 8 s.

Experimental application studies non-explosive pulse seismic source during the humanitarian clearing of water obstacles and water areas

V. Kotsiuruba, O. Holda, V. Oliynik, A. Kokoiko

Abstract. The paper investigates the problem of humanitarian demining and the possibility of using the principle of action, which is the basis of non-explosive pulse seismic source for destruction (neutralization) of explosive devices with contact sensors of the target installed in water. As a non-explosive pulse seismic source, a prototype of the electrodynamic pulse source of seismic signals IDD-27 was used, which was provided by the limited liability company “South Oil and Gas Industry”. Based on the analysis of the results of a comprehensive field experiment, the hypotheses regarding the possibility of using a device of this type to destroy (neutralize) anti-landing mines installed in water by the influence of excited shock waves on their target sensors were tested.

Money making technology for visually impaired people

A. P. Kyrychok

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
Corresponding author. E-mail: akrychok@ukr.net

Paper received 22.12.19; Accepted for publication 30.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-15>

Abstract. This essay aims to elaborate the technology when it comes to banknote making for visually impaired members of the society. The visually impaired are divided in three subgroups: color-blind, partially sighted and blind people. Their first needs are useful denomination features rather than security features, as they help them in determining a banknote's value. This study provides a historical overview of banknote design features for the visually impaired. Furthermore, it looks into the methodology of banknote tests for the color-blind, showing images of how the color-blind experience the euro banknotes. Two features are needed for every subgroup of the visually impaired to establish the banknote's value; one is not reliable. These two features are dedicated firstly to the relevant user group, but will also be used by others, including people with normal vision.

Keywords: banknote design, visually impaired people, producing, money bill, money.

Introduction. The world has come a long way since technology was incorporated in most of the activities that human beings engage themselves. In this sense, it has played a significant role in the sector of currency production. While making different forms of currencies and banknotes it is important to consider the fact that there are people who have a visual impairment but they still need to understand the different values of banknotes that exist. So, for an individual who is visually impaired to be in a position to understand distinct values of banknotes without seeing them, then it is incumbent for the reserve banks to incorporate technology in the process of developing banknotes. It would almost appear to be impossible for a visually impaired individual to be in a position to know the value of a banknote without using their naked eyes. This discussion will be focused on exploring different types of technology deployed in making it easy for visually impaired individuals in a position to recognize the value of different banknotes.

The necessity to design and produce banknotes that are suitable for the visually impaired comes mainly from the fact that members of this particular group make a large percentage of worldwide population; that banknotes suitable for visually impaired are suitable for all members of the society; and that this is the right thing to do and their basic human right. According to the figures managed by the World Health Organization, 5 % of the world's population (253 million people) suffer from some type of visual disability, of which 36 million are totally blind, however, and as a result of different inclusion initiatives implemented in most countries of the world, have adapted environments, procedures and regulations to facilitate the lives of people suffering from disabilities of some kind and the visually impaired are among the beneficiaries of these legal, infrastructure adaptations and made conformation and in progress to provide a friendlier world within its limitations and to grant them the necessary protection for their disabilities [Heij, H. de. 2009].

The people blind of birth, have a greater capacity of tactile detection than the people with normal vision or partial visual disability, according to a study of the University McMaster in Washington (the United States) published in the magazine *The Journal of Neuroscience* [Kyrychok, A. P. 2018a]. The brain records a vision, sound or touch in a split second, the research group, led by Daniel Goldreich, explored whether people with blind-

ness would process the sense of touch more quickly. As Goldreich explains, "our findings reveal that one of the ways in which the brain adapts to the absence of vision is to accelerate the sense of touch." The ability to quickly process non-visual information probably increases the quality of life of the person. People with blindness who rely on an extraordinary degree of non-visual senses" [Wong, Gnanakumaran, & Goldreich, 2018].

In order for the banknotes to properly serve everyone within the community, the printing process plays a significant role. Various technologies are used within different countries so as to ensure that individuals who are visually impaired also have the chance to know the value of a banknote that they are using [Springer et al, 2015]. Through technology, reserved banks have over the years continued to improve on the appearance and security of these banknotes. There are security features that can be reorganized by an individual even without having a clear look on the note. The size and the texture of banknotes have continued to improve as new technology continues to be incorporated in the production process.

Main text of the article. Depending on the levels of consultation from each country they influence the type of technology that will be deployed in manufacturing banknotes that have features that are of assistance to individuals with visual impairment. The fact that there are countries that have banknotes with similar size then a different type of technology has to be devised to address the problem [Kyrychok, A. P. 2018b]. This is a problem especially with the United States which has all its dollars bills in the same size. In such a scenario, then it becomes incumbent for another type of technology that is more advanced to be deployed in place. Thus, the country is usually more interested in making devices that will make the process of denominating banknotes easier for individuals with visual impairment [Laming, D. R. J. 1986].

Different countries have come up with different forms of technology which they use to help visually impaired individuals to identify banknotes. According to the form of technology available in a certain country, they are the ones that determine the overall appearance of a banknote to serve both the visually impaired and the normal individuals using these banknotes. The United States remains to the only country in the world that prints all her banknotes with the same size. On the color issue, the only two countries in the world that use different bills with the

same color in the world are Switzerland and the United States. This similarity in color and size makes it difficult for visually impaired individuals to differentiate different bills used in the country. It is in public domain that even people with partial visual challenges find it difficult to distinguish between \$1 from a \$10 bill especially those that have to circulate for long. Such challenges have called in for the need to have various technology invented for the purposes of ensuring that these bills are easily recognized by visually impaired individuals.

One of the technology solutions that have come in place is the iBill talking banknote identifier. This is a form of technology that is deployed through a simple gadget that has the ability to read the value of different bills. These gadgets were commonly used by private companies that had high technology of identifying bills that came through their organization until currently, they started producing these currency identifiers for public use. It is a small gadget with a sensor that has the ability to read, identify and announce the denomination of a bill when inserted on the in it. To handle all these visually impaired individual cases related to identifying various bills, now the iBill Talking Banknote Identifiers are available for free in America only for American citizens who can access them from the Treasury Department. This is quite a good move by the American government in addressing the issue. The gadget is very comfortable to use as it is small enough to fit in the pocket of an individual using it. Provided the bill is not damaged or crumpled then the bill has the ability to identify all types of bill circulating within the U.S economy.

Apart from the iBill solution provided by the Treasury Department, there are also some mobile phone applications that can be utilized by a visually impaired individual to identify a bill. The mobile phone applications are not many but the few available operate on both Android and iOS platforms which rely on the phones' cameras to read the value of a bill. This technology makes it easy for every individual with visual impairment to exploit his/her phone to detect the value of a bill. With just pointing the face of the bill whether rear or front side on the camera of a phone then within a few seconds it will be identified and then read to the individual. The reason behind these banknotes being recognized is that they have various authorized security features which are sensed when putting under the gadget. The best thing with the device is that when an individual who is visually impaired is given a banknote that is not legit, it will not be recognized. Thus, from this point, we can see that there are two types of advantages that we get from working with the device.

Different countries have utilized technology through tactile features being applied on the banknotes to help blind individuals to functionally be able to denominate banknotes. This technology began in Canada where it was thought that through using the sense of touch it would be easy to understand the type of note that an individual is having [Samuel, 2010]. Through a series of texture feature design denomination on different bills, it has become easy for visually impaired individuals to denominate various banknotes. The bills that are being used in Canada are designed in a way that they have a tactile code which has texture difference from one bill to another [Samuel, 2010]. This is an implication that when an individual with

different bills he/she can distinguish them by feeling the texture on them. The technology that was used in developing these bills ensured that the type of material used was in a position to accommodate different patterns on it [Samuel, 2010]. In Zambia, there is a different type of technology that is utilized for making it easy for different visually impaired individuals to identify banknotes. Even though the technology used here cannot be credited as being sophisticated, it still serves well for the visually impaired people of Zambia [Lederman & Hamilto, 2002]. As one of Zambia's most important role is to ensure that the notes produced are able to serve across every highly valued individual with vision impairment.

The Bank of Zambia has since then taken the chance to utilize technology in incorporating special marks on various bills. These special marks are usually in the form of slanting lines which are printed in raised ink. For every denomination, there are a certain number of the special lines which range from 2 lines in a K2 bill, 3 lines for a k5 banknote, 4 lines for a k10 note, 5 lines for a k20 note and lines for k1000 banknotes [Lederman & Hamilto, 2002]. These notes were released into circulation in the year 2015 and they have proved to be of significance to the population. The Bank of Zambia has continued to work in collaboration with the Zambia National Federation of the Blind [ZANFOB] to devising new technology that should be incorporated in reprinting banknotes [Lederman & Hamilto, 2002]. The technology being used in Zambia is more concerned with improving the textual features of all bills for the visually impaired. Since 2015 to 2017 the banknotes that were produced by the Zambian Bank have a much-intensified intaglio which has made their textures to vary.

In Australia, a different form of technology is in progress which is deploying improvements on the entire structure of the banknotes. As it is with other Reserve Banks, the role of Australian Reserve Bank is to ensure that all banknotes are designed and produced in a manner that meets all the requirements that will allow servicing all areas of the community [RBA, 2012]. Since 1960, Australia devised the paper decimal banknote series. This technology ensured that all the banknotes produced were in different sizes which increased in size chronologically in relation to the value of the banknote. The banknotes here have different lengths with large numerical figures which make them easy to be identified. The current banknotes of \$50 and \$100 that is in use in Australia have a length difference of 7mm between each [RBA, 2012]. The color distinction is also another technology deployed in this country to ensure that visually impaired persons are able to differentiate different banknotes [RBA, 2012]. The length difference is something that can be easily distinguished by a visually impaired individual in that the banknote with the smallest length denominates a smaller value while the one with the longest length stands for a bigger value of a banknote.

Through technology, there are various differential features that range from color, length, and size that makes it easy for people with visual impairments to identify the banknotes. The \$5 banknote has lines running horizontally across the note which appear to be parallel [Currency Features for Visually Impaired People 1995]. The numerical figure representing the value of the banknote is also

large such that it can be noticed with just a slight look on the note. The \$10 banknote has lines crossing each other forming a pattern that seems like a mesh which is different from that of the \$5 banknote [Butterly, A. 2016]. The \$20 banknote has lines running vertically along with the banknote's height which makes the pattern different from the rest of the banknotes. In this case, the texture is the technology exploited although this is not all as there is still more project that has come up since then [BBC Newsbeat]. It has also prevented counterfeiters from changing the value of the banknotes as it is difficult for them to have all these patterns fit on the banknotes that they have developed [Киричок, А. П., Мельниченко, А. А. 2013]. The technology used here is very sensitive and secretive in that counterfeiters cannot be able to copy and destroy what is meant to help people with visual impairment.

A banknote-measuring device is a gadget that was specifically developed to help in reading various banknotes. Through technology, it offers aid to partially and fully visually impaired individuals to identify banknotes. It is a plastic device that is easy to operate and carry as it has a standard size that can enable it to fit in a wallet. The device is operated through inserting a banknote into it and folds it then touch on the brail which gives the actual amount to the individual [Kyrychok, A. P. 2018a]. It has braille on one side that helps those who are fully impaired visually to have an exact deduction on what the value of the banknote. It has played a significant role in visually impaired persons as it is now easy to do shopping and trade with different individuals (RBA, 2012). The challenge with these devices is that they are not readily available to all individuals considered as being visually impaired [Springer et al, 2015]. As much as technology is being made to help out in the situation, it should also be made available to all individuals within different countries under the same proportions. The technology seems to be only available to those that have high visions within different countries.

The New Zealand Bank is another reserve bank that has decided to take upon improving the security and resemblance of their banknotes. For the development of banknotes that are in the next series of technology is incorporated so as to ensure that they meet the required standards functional requirements and aesthetic culture [Kyrychok, A. P. 2018a]. The designs on these banknotes have had several challenges since the increase in counterfeit cases in the country. They have devised varied tactical means that through touching the banknote visually impaired individuals to identify various bills. In this case, counterfeit banknotes do not have a rough texture as it is with an original one which gives the difference between the two [Kyrychok, A. P. 2018a]. The material also used to make counterfeit banknotes are from paper which is not as durable as the cotton and polymer materials used to make the original ones. There are also some other security features in the fake bank materials that do not appear within the banknotes.

There are different color schemes that are currently in use to differentiate various banknotes. The color schemes are made in a brighter manner that makes them easily analyzed. The colors in the banknotes are developed under a technology that makes them be in a position not to

make it difficult for partially impaired individuals recognize them [Matua, 2014]. The different colors are logically interchanged in a manner that each color shifts to the next in a way that the difference between each banknote can be in a sequential manner [Kyrychok, A. P. 2018b]. Green appears to be the secondary color for the largest banknote which makes it easy to be recognized [Springer et al, 2015]. In order to cater to the visually impaired individuals, it is important for the developers of these banknotes to be aware of all the challenges.

Color serves a significant role in denominating different banknotes, for this reason, each banknote needs to be provided with a specific predominant color. For instance, the \$100 could be assigned a blue color constantly each time when produced. An individual with low vision can utilize the color of a note bank rather than when there is large numeric on the note. Technology has then developed specific colors which are usually associated with specific banknotes [Lederman & Hamilto, 2002]. It has led to different colors to represent a certain value this will mean that even without having a closer look at the banknote it will be easy to identify it.

There are two distinct common printing technologies that are used to produce banknotes which are of significance to the visually impaired individuals. Through intaglio printing and letterpress, it is easy for an individual to just touch the banknote and read it in his/her mind even without having a look [Lederman & Hamilto, 2002]. Different countries use varied colors while utilizing the lithographic printing technology although green color appears to be one of the most common colors being utilized [Springer et al, 2015]. It is advisable that for the visually impaired individuals to be served with banknotes which have a monochrome color this is because the color may be easy to identify.

The current banknote printing process incorporates the use of two important techniques that ensures all the community members regardless of their disabilities they are able to use the money easily. There is the engraving using a cutting tool that removes some part of the banknote hence making a rough surface etching is also another method whereby a chemical substance is used to remove some part of a metal plate that is in turn used to make banknotes through the compression process [Kyrychok, A. P. 2018b]. A lot of pressure is exerted on a metal plate that has all the features required to be on a banknote [Kyrychok, A. P. 2018b]. Ink is then applied on the surface of the metal plate then transferred on the required piece of paper that is supposed to be used as a banknote. The color of the ink is left on the paper with high relief which makes them highly reflective.

The material that is used to make these banknotes is also a very significant part of the technology used to aid visually impaired individuals in the denomination process. The two major materials that are used to produce most of the banknotes include polymer and cotton fiber. These are then printed through offset, intaglio printing and screen-printing [RBA, 2012]. Banknotes that are made from polymer include a first step which involves preparation of a substance base substrate of polymer which tends to become opaque during the process of sheet preparation [RBA, 2012]. The technology used in the production makes the banknotes made of polymer become

resistant to different forms of damages and worn out. It is clear that when the banknotes become weary, they are difficult to identify as they tend to lose some features which are important in their identification process.

Despite technology being used in the process of developing more improvised banknotes, there are a number of challenges that are encountered in the process which makes the entire banknote production process under threat. The first challenge that is being faced across all countries in the process of producing new banknotes is counterfeiting [Kyrychok, A. P. 2018b]. Over the past few years, the rate at which counterfeit banknotes are being produced has increased which has made it difficult for reserved banks to constantly produce banknotes in bulk [Lederman & Hamilto, 2002]. Instead, it has made reserved banks and other shareholders involved in the production of money to focus a lot on improving the security features of these banknotes rather than incorporating features that would aid visually impaired individuals [Springer et al, 2015]. It would be useless to increase on the number of banknotes while they are being counterfeited which calls in the need to incorporate technology in not only catering for the visually impaired individuals but also security features need to be improved.

Another issue is ensuring that the money produced does not affect the currency value of the country. This comes as a result of money being overproduced in a country until they lose their values. Despite the fact that countries may be interested in making more money that are of

assistance to the visually impaired community they should also be controlling the flow of funds which is a problem that may lead to a financial crisis within the country (Samuel, 2010). For various reasons that are seeming to be a threat to the banknote production process technology should be much concentrated on creating devices that detect the value of money rather than reproducing the current exiting currencies.

Conclusion. Conclusively, technology has played a significant role in aiding visually impaired individuals to operate swiftly with banknotes. Were it not for technology, people with full visual impairment would be having a difficult time in determining the value of a banknote while conducting their financial endeavors. Through technology, it has become easy for visually impaired individuals in different countries to exploit their tactile abilities to detect the value of a banknote. It would also be important for countries to be doing deep research and consultation so as to decide which technology would be best applied to helping visually impaired individuals comprehend different banknote denominations. Human beings should always be ready to help each other in situations such as the ones that fully blind and partially visually impaired individuals are undergoing while engaging in financial related issues. Despite technology trying to help out visually impaired individuals in handling banknotes, reserved banks should not forget that there are always challenges trying to counter their work which requires them to be always prepared.

REFERENCES

1. BBC Newsbeat. Available at: <http://www.bbc.co.uk/newsbeat/article/37231241/how-new-bank-notes-willhelp-the-visually-impaired-community> Last accessed: 12.03.2018
2. Butterly, A. (2016, August 31). How new banknotes will help the visually-impaired community.
3. Currency Features for Visually Impaired People (1995). doi: 10.17226/4828
4. Grijalva, F., Rodriguez, J. C., Larco, J., & Orozco, L. (2010). Smartphone recognition of the U.S. banknotes' denomination, for visually impaired people. *2010 IEEE ANDESCON*. doi:10.1109/andescon.2010.5631773
5. Heij, H. de. (2009). Banknote design for the visually impaired Vol. 7. Occasional Studies, 168.
6. Kyrychok, A. P. (2018a). The overview of investigation in the field of banknote design for visually impaired people. *Eureka: physics and engineering*, 3, 33-41.
7. Laming, D. R. J. (1986). *Sensory Analysis*. San Diego: Academic Press.
8. Lederman SJ and C Hamilton (2002), 'Using Tactile Features to Help Functionally Blind Individuals Denominate Banknotes', *Human Factors*, 44(3), pp 413-428.
9. Matua, T. P. (2014). *Bulletin. Reserve Bank of New Zealand*, 77(7).
10. RBA (Reserve Bank of Australia) (2012), 'Upgrading Australia's Banknotes', Media Release No 2012-27, 27September.
11. Samuel C (2010), 'Making Banknotes Accessible for Canadians Living with Blindness or Low Vision,' *Bank of Canada Review*, Winter 2009-2010, pp 29-36.
12. Springer, K., Subramanian, P., & Turton, T. (2015). *Assisting People with Vision Impairment. Australian Banknotes*.
13. Киричок, А. П., Мельниченко, А. А. (2013). Грошова культура населення в контексті дослідження соціальних комунікацій. *Вісник Книжкової палати*, 12, 42-43.
14. Kyrychok, A. P. (2018b). Money bill technology of tactile recognition engravings for visually impaired. *Science and education a new dimation*, 6, 33-36.

Апаратно-програмний комплекс «Інтерактивна дошка»

О. Г. Шевченко, А. С. Бардаков

Донецький національний технічний університет м. Покровськ, Україна
Corresponding author. E-mail: andrey.asb0410@gmail.com

Paper received 12.12.19; Accepted for publication 28.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-16>

Анотація. Стаття присвячена проблемі діджиталізації навчального процесу в установах освіти. У якості пристроїв автоматизації проведення занять розглядаються інтерактивні дошки. У статті описані різні архітектурні рішення існуючих інтерактивних дошок, виконується аналіз їх принципу роботи. На базі результатів аналізу було виявлено, що суттєвим недоліком розглянутих комплексів є їх висока вартість. Як наслідок, маємо сповільнення темпу впровадження інтерактивних дошок до навчального процесу в учбових закладах. У статті пропонується власне рішення цієї проблеми.

Ключові слова: інтерактивна дошка, камера, координати, інтерфейс, перспектива, засвічення, стилус.

Вступ. Реалії розвитку сучасного світу, проникнення цифрових технологій в усі сфери життя не могли обійти і вищу освіту. Цифрові освітні ресурси стають базою для розвитку інформаційних послуг в сфері освіти. Впровадження цифрових технологій стосується як зміни самого освітнього процесу так і нововведень та модернізації оснащення вузів. В цьому випадку слід зупинитися на такому виді обладнання як інтерактивна дошка. Це один з поширених засобів для відтворення інформації та поліпшення її сприйняття, який усе частіше використовується у повсякденному житті. Їх можна побачити в офісах багатьох компаній, за допомогою них навчаються у сучасних школах та вищих навчальних закладах [1, с.32].

Огляд типів та характеристик інтерактивних дошок. Першу в світі інтерактивну дошку розробила компанія «Smart» ще у 1991 році. Пристрій дозволив вивести роботу з наочними посібниками на новий рівень. Починаючи з тих часів і до сьогодні, інтерактивні дошки невпинно модернізуються та змінюють технології взаємодії з користувачем. Так, було створено декілька типів інтерактивних дошок в залежності від використаних базових технологій: резистивна дошка, електромагнітна дошка, дошка «лазер-сканер», інфрачервона/ультразвукова дошка, емнісна дошка, дошка з оптичною технологією (DVIT – Digital Vision Touch).

Резистивна дошка складається з м'якої мембранної поверхні, яка деформується при дотику до контакту з пластиною, що проводить струм. Екран являє собою багатошарову структуру. Датчики, що слугують для розпізнавання позиції дотику, розташовано між шарами екрану. Якщо виявлено контакт, координати місця дотику відправляються до комп'ютера. Для керування дошкою даного типу спеціальних апаратних засобів (стилус, вказівник) не потрібно. Однак, така дошка потребує дуже обережного користування, для того, щоб запобігти пошкодження датчиків [2, с.45].

Електромагнітна дошка має вбудовану сітку, яка використовує електрику для створення магнітного поля. Якщо спеціальний стилус, що містить катушку на кінці, натискається на поверхні дошки, електричні сигнали, які створюються сіткою, змінюються так, що можна обчислити розташування стилуса. Дошки даного типу не підтримують сенсорного керування. Наявність стилуса – обов'язкова умова для користування такою дошкою [2, с.46].

Дошку «лазер-сканер» може бути зроблено з будь-

якого матеріалу. Рух на дошці виявляється за допомогою інфрачервоних лазерних сканерів в кожному куті. Для взаємодії необхідно використовувати тільки спеціальні маркери з відбивними хомутиками, у яких записано шифр. Програмне забезпечення може визначати різні кольори, обрані користувачем, базуючись на шифрі, записаному на відбивному хомуті маркера. Виходячи з цього, для підвищення точності роботи необхідно тримати маркер перпендикулярно до поверхні дошки [2, с.47].

Інфрачервона/ультразвукова дошка являє собою панель, що кріпиться до однієї сторони звичайної дошки. Для взаємодії використовується стилус і комбінація інфрачервоного світла та ультразвуку для виявлення розташування стилуса на дошці. Стилус працює від автономних джерел живлення, тому, потребує регулярної заміни/зарядки акумуляторів [3, с.30].

Емнісна дошка на відміну від інтерактивних дошок інших типів може одночасно розпізнавати кілька дотиків. Таким чином, з такою дошкою може одночасно взаємодіяти багато користувачів, або один двома руками. Найбільша перевага такої дошки полягає в тому, що вона дозволяє працювати без використання стилуса (маркера). Напруга подається на кути сенсорного екрану, створюючи однорідне електричне поле. Кожен дотик викликає падіння напруги на контактах, розташованих по кутах сенсорної панелі, та відбувається генерація сигналу[4].

Принцип роботи DVIT-дошки полягає в оптичній технології фіксації координат маркера із використанням цифрових камер та інфрачервоного світла. Декілька камер вбудовано у рамки дисплея в складі модулю, що містить інфрачервоні світлодіоди на маркер (або будь-який інший предмет) при дотику до поверхні дошки діоди. Світло від світлодіодів не можливо побачити не озброєним оком, але камера здатна фіксувати слабке фіолетове світіння за умови потрапляння [4, с.435].

Окрім зазначених типів інтерактивних дошок, наразі стають популярними серед виробників комбіновані типи. Деякі з них для аналізу та перетворення координат дотику використовують технології штучного інтелекту. Прикладом може слугувати технологія NuPr Touch, яка використовується в поточному поколінні інтерактивних дошок компанії Smart. Вона комбінує у собі риси інфрачервоної технології та DVIT.

Зміни також з часом торкаються й архітектури комплексів. Тепер не є обов'язковою наявність проектора. Деякі комплекси мають вбудований дисплей. Таке рі-

шення підвищує якість та яскравість зображення, підвищує показники поміхостійкості, значно полегшує процедуру монтажу комплексу.

Серед популярних виробників інтерактивних дошок слід виділити такі компанії, як: Smart, Nec, Dell, ViewSonic, Intech. Найявні рішення у будь-яких цінових категоріях: бюджетні – від 500 дол. США з урахуванням вартості проектора, та бізнес-рішення – можуть коштувати 8000 дол. США та більше (проектора не потребують). Поточні покоління комплексів даних виробників використовують інфрачервону, емнісну, електромагнітну, DViT та HyPr Touch – технології. Для зв'язку між комплексом та персональним комп'ютером з метою обміну повідомленнями (у деяких випадках і зображенням) використовуються як дротові, так і бездротові інтерфейси зв'язку.

Виконавши порівняння кількох моделей інтерактивних дошок різних виробників, типів та цінових діапазонів (Nec 77, Intech M-76 Dual User, Dell C7520QT, SMART Board MX065, ViewSonic IFP7550) стає зрозумілим, що найбільшим недоліком інтерактивних дошок є доволі висока ціна. Так, незважаючи на переваги використання цих пристроїв в освітньому процесі, через високу вартість значна кількість навчальних закладів сьогодні змушена обмежуватись їх невеликою кількістю, або зовсім не мати.

Мета. Розробка апаратно-програмного комплексу, що надаватиме можливість перетворення звичайної дошки у будь-якій навчальній аудиторії в інтерактивну за умов наявності персонального комп'ютера, проектора та використання смартфона лектора.

Комплекс, що проектується, має риси інфрачервоної та DViT-дошки. З метою зниження вартості використовуватиметься лише один блок з камерою, роль якого виконуватиме смартфон лектора. У якості випромінювача світла обирається стилус із світлодіодною «смушкою» на кінці або, у випадку його відсутності, звичайний ліхтарик. Комплекс являє собою зв'язку: персональний комп'ютер (ПК) – смартфон, що взаємодіють за допомогою обміну повідомленнями з використанням бездротового інтерфейсу Bluetooth. Програмна частина комплексу представлена розподіленим програмним забезпеченням, що складається з мобільного додатку для Android – смартфона та Win32 – додатку для персонального комп'ютера з ОС Windows [5].

Програмне забезпечення з боку персонального комп'ютера має виконувати такі функції:

- встановлення та контроль стану з'єднання зі смартфоном;
- відправлення команд до смартфона;
- прийом даних зі смартфона;
- аналіз прийнятої інформації;
- розрахунок фізичних параметрів системи для корекції перспективи;
- обчислення координат курсору;
- формування та виконання команди взаємодії з графічним інтерфейсом.

Мобільний додаток, що розробляється для смартфона повинен виконувати наступні функції:

- встановлення та контроль стану з'єднання з персональним комп'ютером;
- аналіз прийнятих команд;
- аналіз кадрів з камери на наявність засвічення із

задовільним рівнем яскравості;

- обчислення координат центру засвічення на поточному кадрі;
- відправлення координат до ПК.

Оскільки проектор та камера смартфона розташовано під різними кутами відносно поверхні, на яку проектується зображення виникає необхідність у проведенні процедури калібрування та корекції перспективи [6]. Ці дії призначені встановити однозначну відповідність між видимими координатами точки і координатами цієї ж точки в прямокутній системі координат робочої області, на яку проектується зображення робочого столу комп'ютера. Калібрування потрібно виконувати перед початком роботи з інтерактивною дошкою після кожного встановлення смартфона. В процесі калібрування буде отримано кут поля зору камери та видимі координати шести опорних точок - чотири по кутам, у подальшому точки A,B,C,D, та дві по середині горизонталей, у подальшому точки K,M.

Для обчислення істинних координат довільної точки по осі Y для області, що проектується необхідно знайти координати точки збіжності перспективи (точка O) (рис. 1.1). Координати точки O обчислюються через вирішення системи рівнянь прямих AB і CD за координатами точок A, B і C, D:

$$\begin{cases} Y(AB) = \left(\frac{yb - ya}{xb - xa}\right) * x + ya - \left(\frac{yb - ya}{xb - xa}\right) * xa; \\ Y(DC) = \left(\frac{yc - yd}{xc - xd}\right) * x + yd - \left(\frac{yc - yd}{xc - xd}\right) * xd. \end{cases}$$

Знайдені значення $x, Y(AB) = Y(DC) = y$ будуть координатами точки $O(x, y)$. Для подальшої роботи усереднюються координати точок A, D і B, C, а також K, M по осі X.

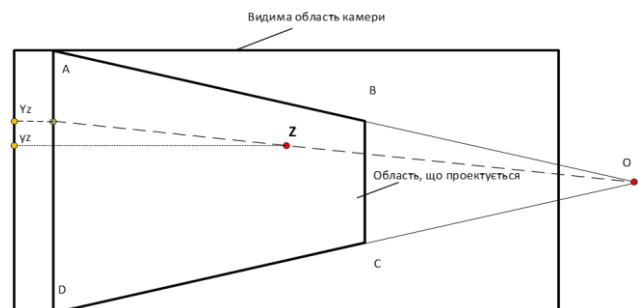


Рисунок 1.1. - Обчислення істинної координати Yz довільної точки Z

Для обчислення координати довільної точки Z по осі X треба розглянути схему встановлення камери відносно області, що проектується (вид зверху). Літерою O позначено місце встановлення камери (рис. 1.2).

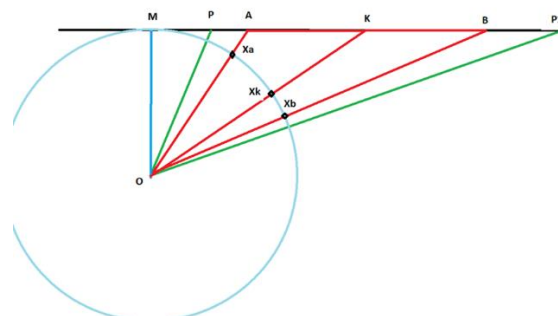


Рисунок 1.2. – Ілюстрація до процедури калібрування по осі X

Пряма MP1 - площина, на якій знаходиться область, що проектується (наприклад - стіна). Відрізок PP1- видима область, тоді кут POP1- кут огляду камери в горизонтальній площині (по осі X). Відрізок АВ - область, що проектується; тоді кут АОВ - кут, під яким видно цю область. Координати x_a , x_b , x_k є кутовими і визначають величини відповідних кутів відносно лівого краю видимої області (відрізок OP). Невідомим залишається тільки значення кута MOP, знайшовши який отримуємо координату, що визначаємо.

Для довільної точки Z координата X_z по осі X на площині дорівнює:

$$X_z = Kx * (\tan(MOP + xz) - \tan(MOP + xa))$$

Коефіцієнт Kx обчислюється як співвідношення роздільної здатності проектора по горизонталі та АВ у пікселях. Усі точки, ордината яких дорівнює Y_z , лежать на прямій, що проходить через точку O і точку Z (рис. 1.1). Отже, для обчислення Y_z досить обчислити ординату точки перетину прямої OZ і прямої AD. Рівняння прямої AD: $X = x_a$. Рівняння прямої OZ:

$$Y(OZ) = \left(\frac{y_o - y_z}{x_o - x_z}\right) * x + y_z - \left(\frac{y_o - y_z}{x_o - x_z}\right) * x_z;$$

Для отримання кінцевого результату необхідно врахувати коефіцієнт масштабування, який дорівнює відношенню роздільної здатності проектора по осі Y в пікселях до кількості пікселів у відрітку AD.

Взаєморозуміння між ПК та смартфоном відбувається на підставі власного протоколу обміну повідомлень. У тандемі ПК-смартфон, ПК є керуючим пристроєм, а смартфон керованим. Тому, смартфон отримує команди від ПК та, в залежності від значення команди, відправляє набір даних у відповідь.

Виходячи з особливостей архітектури комплексу і протоколу обміну повідомленнями, розроблено механізм імітації сенсорної поверхні. В основі даного механі-

зму лежить алгоритм формування сигналу взаємодії з графічним інтерфейсом ОС на ПК. Результатом виконання алгоритму є сигнал виконання таких дій, як: натискання лівої або правої клавіші миші, затискання на деякий проміжок часу лівої клавіші миші (наприклад, для виділення тексту або малювання у спеціальному редакторі). Для реалізації алгоритму імітації сенсорної поверхні (розпізнавання засвічення) доречним є використання кросплатформеної бібліотеки OpenCV. Ця бібліотека є безкоштовним рішенням з відкритим кодом і високою продуктивністю. Її засоби слугують для реалізації комп'ютерного зору та підтримують такі мови програмування, як: C/C++, Python, Swift і Java, що цілком влаштовує розробляємий комплекс[6]. Програмне забезпечення для ПК створено з використанням мови програмування C# та технології WPF. Для розробки додатків для смартфона (ОС Android) найпопулярнішими є мови програмування такі, як: Kotlin та Java але через відсутність підтримки першої розробниками бібліотеки OpenCV, перевага віддана Java.

Результати. Розроблено апаратно-програмний комплекс типу інтерактивна дошка. Головною перевагою представленої конструкції є використання поширених ІТ-пристроїв, які можна знайти майже у будь-якому навчальному закладі, не вдаючись при цьому до додаткових фінансових витрат, та поєднання їх у єдину систему з метою відтворення інформації та підвищення ефективності її засвоєння. За функціональними можливостями комплекс не поступається промисловим зразкам. Випробування та експлуатація комплексу відбувалися в реальному режимі під час проведення лекційних та практичних занять.

Висновки. Комплекс може бути рекомендовано для використання в навчальному процесі, як альтернатива існуючим рішенням.

ЛІТЕРАТУРА

1. David Barber, Linda Cooper, Graham Meeson Learning and Teaching with Interactive Whiteboards. Primary and Early Years – UK: LearningMatters, 2007 – 101p.
2. Peter D. John, Steve Wheeler The Digital Classroom: Harnessing Technology for the Future of Learning and Teaching – USA: David Fulton Publishers, 2015 – 161p.
3. Chris Betcher, Mal Lee The Interactive Whiteboard Revolution: Teaching with IWBs – AUS:ACER Press, 2009 – 154p.
4. Bruno Buchberger, Michael Affenzeller, Alois Ferscha, Michael Haller, Tudor Jebelean, Erich Peter Klement, Peter Paule, Gustav Pomberger, Wolfgang Schreiner, Robert Stubenrauch, Roland Wagner, Gerhard Weiß, Wolfgang Windsteiger Hagenberg Research – AU: Springer, 2009 – 488p.
5. Шевченко О.Г., Бардаков А.С. Інтерактивна система для освітнього процесу//Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 3rd International scientific and practical conference. Publishing House "ACCENT". Sofia, Bulgaria. 2019 – P. 99-103.
6. Mårten Wadenbäck Homography - Based Positioning and Planar Motion Recovery. – Sweden: Centre for Mathematical Sciences, 2017 – 115p.
7. Daniel Lélis Baggio OpenCV 3.0 Computer Vision with Java – UK: Packt Publishing Ltd, 2015 – 174p.

REFERENCES

5. O. Shevchenko, A. Bardakov Interactive system for educational process//Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 3rd International scientific and practical conference. Publishing House "ACCENT". Sofia, Bulgaria. 2019 – P. 99-103.

Hardware-software complex «Interactive whiteboard»

O. Shevchenko, A. Bardakov

Abstract. The article is devoted to the problem of digitization of the educational process in educational institutions. Interactive whiteboards are considered as devices for automation. The article describes different architectural solutions of existing interactive boards, analyzes their principle of operation. Based on results of the analysis, it was found that a significant disadvantage of considered complexes is their high price. As a result, we have a slowdown in the pace of introducing interactive whiteboards into the educational process in educational institutions. Own solution of this problem was proposed in this article.

Keywords: interactive whiteboard, camera, coordinates, interface, perspective, light, stylus.

Editor-in-chief: Dr. Xénia Vámos

The journal is published by the support of
Society for Cultural and Scientific Progress in Central and Eastern Europe

Készült a Rózsadomb Contact Kft nyomdájában.
1022 Budapest, Balogvár u. 1.
www.rcontact.hu