



NORWEGIAN JOURNAL OF DEVELOPMENT OF THE INTERNATIONAL SCIENCE

№22/2018

Norwegian Journal of development of the International Science

ISSN 3453-9875

VOL.1

It was established in November 2016 with support from the Norwegian Academy of Science.

DESCRIPTION

The Scientific journal “Norwegian Journal of development of the International Science” is issued 12 times a year and is a scientific publication on topical problems of science.

Editor in chief – Karin Kristiansen (University of Oslo, Norway)

The assistant of the editor in chief – Olof Hansen

- James Smith (University of Birmingham, UK)
 - Kristian Nilsen (University Centre in Svalbard, Norway)
 - Arne Jensen (Norwegian University of Science and Technology, Norway)
 - Sander Svein (University of Tromsø, Norway)
 - Lena Meyer (University of Gothenburg, Sweden)
 - Hans Rasmussen (University of Southern Denmark, Denmark)
 - Chantal Girard (ESC Rennes School of Business, France)
 - Ann Claes (University of Groningen, Netherlands)
 - Ingrid Karlsen (University of Oslo, Norway)
 - Terje Gruterson (Norwegian Institute of Public Health, Norway)
 - Sander Langfjord (University Hospital, Norway)
 - Fredrik Mardosas (Oslo and Akershus University College, Norway)
 - Emil Berger (Ministry of Agriculture and Food, Norway)
 - Sofie Olsen (BioFokus, Norway)
 - Rolf Ulrich Becker (University of Duisburg-Essen, Germany)
 - Lutz Jäncke (University of Zürich, Switzerland)
 - Elizabeth Davies (University of Glasgow, UK)
 - Chan Jiang (Peking University, China)
- and other independent experts

1000 copies

Norwegian Journal of development of the International Science

Iduns gate 4A, 0178, Oslo, Norway

email: publish@njd-iscience.com

site: <http://www.njd-iscience.com>

CONTENT

BIOLOGICAL SCIENCES

<i>Loiko S., Romanova Z., Romanov N.</i> UNMALTED RAW MATERIALS IN BREWING	3
--	---

CHEMICAL SCIENCES

<i>Fedenko Yu.</i> REGULARITIES OF SORPTION REMOVING PB^{2+} BY BENTONITE CLAYS OF THE UKRAINIAN ORIGIN	8
--	---

JURISPRUDENCE

<i>Novikov O.</i> CURRENT STATUS AND TRENDS OF INTELLECTUAL PROPERTY CRIMES IN UKRAINE.....	12
--	----

TECHNICAL SCIENCES

<i>Shibaev D., Dorofeev A.</i> DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR TRACKING GEOLOCATION POSITION IN REAL TIME	19
<i>Kaganov W.</i> PROTECTION FROM THE ICEOF ELECTRICAL NETWORKS BY MEANS OF A HIGH- FREQUENCY ELECTROMAGNETIC WAVE	25
<i>Polishchuk M.</i> PRINCIPLES OF DESIGNING MOBILE ROBOTS.....	31

<i>Romanov N., Svitoch I., Macebula D.</i> MATHEMATICAL MODELS IDENTIFICATION IN CHARACTERISTIC SITUATIONS OF CONDUCT OF THE BREWERY TECHNOLOGICAL COMPLEX	37
<i>Fyk A.</i> MODELING OF THE PROCESS OF ELECTROMAGNETIC WAVE TRANSFER INTO THE COAXIAL WAVE CABLE THROUGH THE HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTING ELEMENT FROM THE WAVEGUIDE	44

VETERINARY SCIENCES

<i>Zhukov M., Bosenko T., Morgunova V., Kashirina L., Tyurina E.</i> SABILITY OF BIOCHEMICAL PARAMETERS OF FECES DURING STORAGE	55
---	----

BIOLOGICAL SCIENCES**UNMALTED RAW MATERIALS IN BREWING****Loiko S.***Technologist, Novocontact Ltd., Berezhanska str., 6a, 04074, Kyiv, Ukraine***Romanova Z.***assistant professor, Candidate of Technical Sciences, Biotechnology of Fermentation products and wine-making, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine***Romanov N.***Candidate of Technical Sciences, Integrated Automation of Control Systems, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine***Abstract**

Purpose: The main raw material for beer production is malt. There is a tendency to use other grain crops in the production of beer. The using of unmalted materials gives opportunity for brewers and technologist for cost saving. But replacing of malt makes affects the quality of wort and beer. The purpose of the researches was to compare quality parameters of 100% malt beers and beer with part of malt replaced by unmalted barley. **Methods:** To solve the given problem the methods of the high-performance liquid chromatography, analysis and empirical methods are used. **Results:** Using a big amount of unmalted grits together with external enzymes gives brewers opportunity to receive product in the same composition and quality like high-quality product using only malt. **Conclusions:** For brewing with a very small amount of malt, barley is a very good choice for replacing part of it as it has some characteristics of malt. It is possible, economically profitable and technically reasoned to replace half of the malt in the grind. But it becomes necessary to use exogenous enzymes.

Keywords: barley; beer; cost; enzymes; malt; quality.

1. Introduction**Barley brewing**

For brewing with a very small amount of malt, barley is a very good choice for replacing part of the malt, as it has some its characteristics:

- contains beta-amylase and peptidase
- can be added to the mash tun, since barley starch has a low gelatinization temperature
- has a husk, which provides good filtration in the lauter-tun (with proper crushing) [1-2].

It is possible to replace half of the malt in the grind. For example, 30% of corn and 70% of malt replace 30% of corn grist, 35% of barley and 35% of malt, and still produce high-quality beer. But it becomes necessary to use exogenous enzymes [3].

For experimental part external enzymes from Novozymes company were used.

There two options for brewers where found:

The first option is specially prepared mixtures equivalent to malt: Ceremix 2X L, consisting of alpha-amylase, protease and beta-glucanase; Ceremix 6X MG, which also contains cellulase and pentosanase; and Ceremix Plus MG, which possesses all the men-

tioned activities, including thermostable alpha-amylase. Products Ceremix are added during mashing.

The second option is to use as necessary individual preparations Ultraflo, Neutrase, Fungamyl and Termamyl.

The first option is simpler; the second option has the advantage that the brewer himself can more accurately choose a mixture of enzymes suitable for a specific composition of the mash. If the part of barley used is very high, then the final degree of fermentation of the wort will be reduced. It can be corrected by adding Fungamyl during fermentation or Promozyme - during mashing.

Brewing with barley and enzymes gives the brewer the following advantages:

- the enzyme dosage can be refined to obtain the required level of activity in the mash
- less dependence on supply fluctuations, the price and quality of the malt
- obtaining a wort with a lower viscosity, which means an easier filtration of wort and beer
- cost reduction.

Conditions:		
1	Malt	Extract content 75%
	Barley	Extract content 75%
	Corn grits	Extract content 75%
2	70% of malt + 30% of corn grits: 1000 kg of extract: 700 kg from malt + 300 kg from corn grits	
3	35% of malt + 35% of barley + 30% of corn grits: 1000 kg of extract: 350 kg from malt + 350 kg from barley + 300 kg from corn grits	

Enzymes	Activities	Dosage rate
Ceremix 2X L	alpha-a Table 1. Enzymes and dosage rates mylase, beta-glucanase, protease	1.4-1.8 kg per 1 ton of barley during mashing
Ceremix 2X MG	alpha-amylase, beta-glucanase, protease, xy- lanase, cellulase	0.5 kg per 1 per ton of barley during mashing
Ceremix Plus MG	alpha-amylase, beta-glucanase, xylanase, cellu- lase, protease	0.7-1.0 kg per 1 ton of barley during mashing
Ultraflo L	beta-glucanase, cellulase, xylanase	0.2-0.5 kg per 1 ton of barley during mashing
Neutrase 0.8 L	neutral protease	0,6-1,0 kg per 1 ton of grinding
Fungamyl Brew Q	maltogenic fungal alpha-amylase	1 kg per 1000 hl in fermentation tank
Promozyme Brew Q	deamylating amylase	0.5-1.5 kg per 1 ton of barley during mashing
Finizyme 250 L	fungal beta-glucanase	0.5 kg per 1000 hl in fermentation tank or BBT

2. Analysis of the latest research and publications

The exergetic performance of beer produced by the conventional malting and brewing process is compared with that of beer produced using an enzyme-assisted process. The aim is to estimate if the use of an exogenous enzyme formulation reduces the environmental impact of the overall brewing process. [5]

Whilst beers have been produced using various levels of unmalted grains as adjuncts along with malt, brewing with 100 % unmalted grains in combination with added mashing enzymes remains mostly unknown [6].

The conversion of barley into beer represents mankind's oldest and most complex example of applied enzymology. Barley is one of the most ancient crops, and it has evolved through domestication to today as a major world crop based on acreage and production. It has great potential to reclaim some of its prominence as a food grain, largely due to its high nutritional value [7].

3. Purpose and objectives of the study

The main raw material for beer production is malt. There is a tendency to use other grain crops in the production of beer. The using of unmalted materials gives opportunity for brewers and technologist for cost saving. But replacing of malt makes affects the

quality of wort and beer. The purpose of the researches was to compare quality parameters of 100% malt beers and beer with part of malt replaced by unmalted barley.

4. Materials and methods of research

Using a big amount of unmalted grits together with external enzymes gives brewers opportunity to receive product in the same composition and quality like high-quality product using only malt. To solve the given problem the methods of the high-performance liquid chromatography, analysis and empirical methods are used.

5. Research results

Barley milling

As for malt milling and for milling of barley suitable as a dry or wet method of milling, you need only a minimal adjustment.

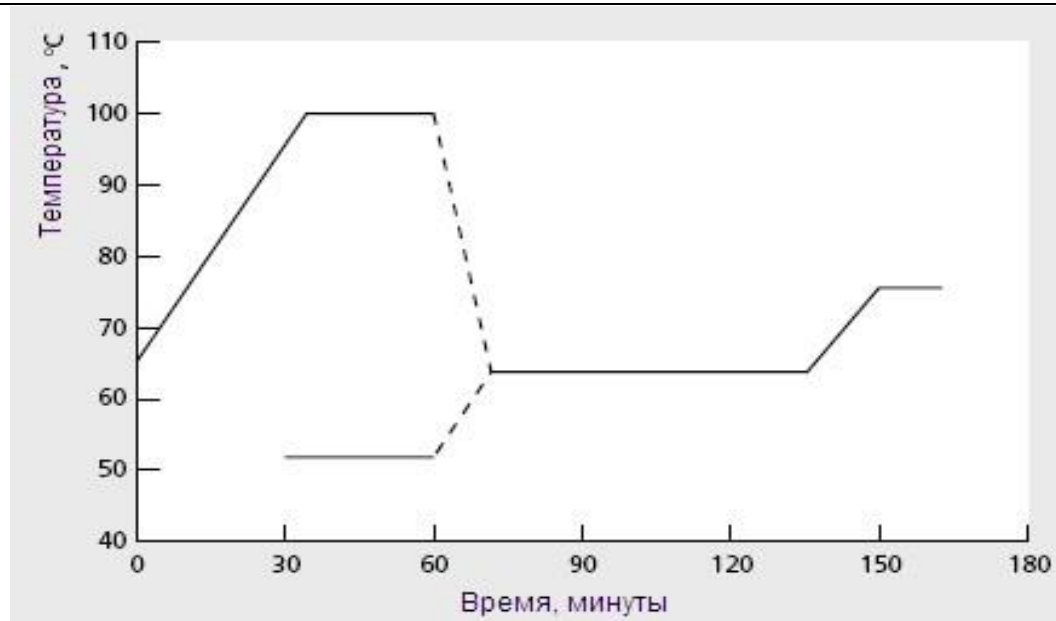
The wet method of milling is well suited in which the grains and their husks soften during steeping (but only when working with lauter tun) [8].

When malt is replaced by a small amount of unmalted barley, the barley is mixed with the malt before milling, but with a high proportion of the barley used it is preferable to mill the barley separately using two-rollers mill with a 0.2 mm gap between the rollers (normal gap for malt is 0.3-0.5 mm) [9-10].

Example 1

As an example of obtaining 1000 kg of extract from malt, barley and corn grits, the following variant can be proposed:

Mash composition	Malt (extract content 76%)	475 kg
	Barley (extract content 68%)	475 kg
	Corn grits (extract content 82%)	400 kg
Enzyme for liquefaction:	Termamyl 120 L	0,15 kg
Enzymes for mashing:	Ultraflo XL	0,3 kg
	Neutrase 0.8 L	0,3 kg



Pic.1. Mashing process, example 1.

Corn grits is liquefied separately using Termamyl stabilized with a total Ca^{2+} content of about 100 mg / L, with water: additives ratio of about 4: 1. Milled malt and barley mashed at the temperature of 52 ° C.

After 30 minutes the boiled part is added to the barley and malt mush to increase its temperature to 63-66°C.

After 60 minutes, the combined mash is heated to 76-78 ° C and kept at this temperature until complete saccharification. Then the wort separation process follows.

The wort / beer properties will be similar to the wort / beer properties obtained using 70% malt and 30% corn grits.

Example 2

Table 2

Gives some results of lab tests of mashing 50% of malt and 50% of barley using the products of Ceremix.

Parameters, units	Control	Ceremix 2X L	Ceremix 6X MG		
Enzymes dosage, w/w of barley	0	0,14	0,1	0,05	0,025
Extract content, %	19,15	19,65	19,64	19,65	19,71
Total nitrogen, mg / l *	820	1123	1120	1068	945
FAN, mg/l	131	213	208	184	143
Viscosity, mPa*s *	2,84	1,75	1,59	1,63	1,69
Beta-glucan, mg / l *	2203	<30	<30	<30	114
* - for 12% wort					

Example 3

The results of full-scale tests before the start of using barley brewing at the breweries in Bulgaria several years ago.

Table 3

Raw materials and mashing type

	Control		Variant 1		Variant 2	
	%	kg	%	kg	%	kg
Malt	85	5950	60	4200	60	4200
Barley	15	1050	40	2800	40	2800
Ceremix 2X L			0,15	4,2	0,15	4,2
Mashing type	decoction		infusion		decoction	

The technical characteristics of the mashing process are in Table 4.

Table 4

Technical characteristics of the mashing process

Characteristics	Control	Variant 1	Variant 2
pH during mashing	5,50	5,50	5,50
Saccharification time, min	10-15	10-15	10-15
Wort filtration time, min	208	170	200
Speed of filtration, l / m ² / min	13,3	15,7	12,9
Yield, %	68,8	72,3	75,3

6. Discussion of results

From the table:

The saccharification time in experimental brews does not differ from the saccharification time in the control variant and is within 10-15 minutes.

For decoction mashing method the filtration speed of the experimental wort was almost identical to the control. The wort obtained by the infusion method had a higher speed of filtration.

The extract yield in the experimental brews is higher than in the control one, and does not depend on the amount of used unmalted barley. The yield using the decoction mashing method is 3% higher than using infusion one.

Physico-chemical parameters of the wort quality are in Table 5.

Table 5

Physico-chemical parameters of the

wort quality

Characteristics	Control	Variant 1	Variant 2
Extract, %	9,35	9,15	9,13
pH	5,25	5,35	5,40
Color, EBC*	17	17	17
Viscosity, mPa*s *	1,72	1,70	1,64
Beta-glucan, mg / l *	590	167	339
Soluble nitrogen, mg / l *	826	954	937
Alpha-amine nitrogen, mg / l *	139,00	149,00	142,00
Zn ²⁺ , mg / l	0,22	0,21	0,23
* - for 9% wort			

It should also be noted that the sugar spectrum determined by HPLC (high-performance liquid chromatography) were almost identical. As can be seen from Table 5 total soluble nitrogen and free amine nitrogen are higher in brews using barley and enzymes.

Content analysis of individual amino acids shows (together with higher values of free amine nitrogen)

that the concentration of individual amino acids is the same or higher in the experimental brews than in the control one. The only amino acid present in the experimental brew at a lower concentration is arginine, in the control variant, 9.3 mg / 100 ml of arginine was found, compared to 8.6 and 8.4 mg / 100 ml in the experimental brews.

Finished beer analysis are in Table 6.

Table 6

Finished beer analysis

Characteristics	Control	Variant 1	Variant 2
First wort extract content, % mass.	9,30	9,14	9,08
Visible extract, % of mass.	2,20	2,10	1,90
Alcohol, % of mass.	2,91	2,89	2,95
Apparent degree of fermentation, %	76,3	77,1	79,1
The difference between the final and reached degree of fermentation, %	0,2	0,4	0,4
pH	4,4	4,5	4,5
Color, EBC*	14	13	13
Viscosity, mPa*s *	1,65	1,58	1,58
Beta-glucan, mg / l *	211	61	158
Foam stability, Ross and Clark	130	136	136
VDK, mg/l*	0,31	0,24	0,25
Esters, mg / l	22,4	27,1	20,3
Higher alcohols, mg / l	75	79	78
* - for 9% wort			

Surprisingly, that VDK content was high in all variants - this could be corrected using the Maturex.

Conclusions:

Using big amount of unmalted grits together with external enzymes gives brewers opportunity to receive wort/beer in the same composition and quality like high-quality wort/beer using only malt.

REFERENCES:

1. Cege P., *Kenyan Beer produced with unmalted Barley*, Paper presented at 7th IOB Convention, Nairobi, 1999, Published in Ferment June/July 1999, Novozymes print A 6634
2. Graham S., *Non-malted Adjuncts to produce fermentation Ethanol*, Novozymes paper. 2013
3. Aastrup S., Olsen H.S., *Enzymes in Brewing*, BIOzoom no. 2, 2008
4. Hannemann W., *Brewing trial with specially made cheap malt and tailor-made Enzymes*, Novozymes publication 2001-16332-01
5. Van Donkelaar L. H.G, Mostert J., Zisopoulos F.K., Boom R.M., Der Goot A-J, *The use of enzymes for beer brewing: Thermodynamic comparison*, 2016, p. 519-527, Resource use: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544216312518>
6. Zhuang Sh., Shetty R., Hansen M., Fromberg A., Hansen P.B., Hobley T.J., *Brewing with 100 % unmalted grains: barley, wheat, oat and rye*, *European Food Research and Technology* 243(3) · August 2016, Resource use: https://www.researchgate.net/publication/306306548_Brewing_with_100_unmalted_grains_barley_wheat_oat_and_rye
7. Gupta H., Abu-Ghannam N., Gallagher E., *Barley for Brewing: Characteristic Changes during Malting, Brewing and Applications of its By-Products*, April 2010, DOI: 10.1111/j.1541-4337.2010.00112.x, Resource use: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1541-4337.2010.00112.x/full>
8. Kunze W., *Technology Brewing and malting International Edition*, VIB Berlin, 1996
9. Houghs J.S., Briggs D.E., Stevens R., *Brewing and malting science*, Chapman and Hall, London, 1971, 658.
10. Aschengreen N.H., *Brewing technology, Internal brewing compendium: 1998, update Novozymes 2003*

REGULARITIES OF SORPTION REMOVING Pb^{2+} BY BENTONITE CLAYS OF THE UKRAINIAN ORIGIN**Fedenko Yu.***Ph.D., assistant, The Department of Technology of Inorganic Substances, Water Purification and General Chemical Technology, Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute***Abstract**

Regularities of sorption removing Pb^{2+} by bentonite clays of the ukrainian origin had been reviewed. The initial concentration of Pb^{2+} on the bentonite met by the highest degree of its removing from water solutions had been determined. The minimal duration (min) of sorption and sorbent dose keeps to achieve the highest removing degree of Pb^{2+} had been determined.

Keywords: sorption, bentonite, heavy metals, pollutant, drinking water, industrial water.

Introduction

Rational using of water resources is one of the key and the most actual task of ecology in conditions of increasing water using in different branches of human activity. The role of the heavy metals content in this aspect isn't last. It's necessary to note that metals don't lost in everything transformations take place in the environment with different substances. They move from one form to another one with formation of including water-soluble compounds. This aspect decreases the efficiency of water treatment by such widespread methods as coagulation, filtration, biochemical treatment etc.

Sorption is the most efficient way keeps to defuse industrial waste waters and to return purified water and valuable components to industry. Besides, sorption purification is cheap expressive method keeps to remove wide spectra of pollutants with different phase and dispersion composition including ionic degree of dispersion.

Pb^{2+} is toxic substance of complex action. MPC of Pb^{2+} in drinking tap water (according to STATE STANDARTS 2.2.4-171-10) is 0,01 mg/L [1, p. 9]. Accumulation of Pb^{2+} in organism by hitting from drinking water eventually penalized functions of brain and central nervous system causing coma, convulsions and even death [2, p. 30]. That's why scientific foundation and working of new and improving existing methods of water purification from Pb^{2+} is an actual task.

Sorption can be using in industrial and household conditions.

Among large variety of sorbents, the preference is usually given for natural materials because it's using is the cheapest. Among them clay materials are stand profitable, especially, saponite and bentonite clays with numerous deposits in the territory of Ukraine (one of the most powerful deposits in the world is situated in the territory of The Cherkassy region).

The bentonite (called for the deposite Benton, USA) is natural clay mineral, hydro alumina silicate, has the property to swell during hydration. The main component of the bentonite (60 – 70 %) montmorillonite $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$ is leaf like silicate with

structural pantry can be expand [3, p. 5]. Such property of bentonite clays as the ability to light widely used in vine industry and is perspective for using in water treatment processes. Possibility of bentonite surface to be modified opens wide horizons for researches with the aim to give it properties to remove pollutants of different nature and dispersion.

Spectra of bentonite clays using at the moment is quite wide and expending constantly. They used for removing as non-radioactive heavy metals (Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+}), and radioactive isotopes ^{137}Cs ra ^{90}Sr for granting lower radioactivity for spent fuel before disposal [4, p. 17]. However, all these methods based on using sorbents of foreign origin (Russia in particular) can be differ for structure from the Ukrainian bentonites and, the most importantly, can be more expensive.

The aim of this work was to find optimal conditions of Pb^{2+} adsorption conditions by bentonite clays of Ukrainian origin for determination of their sorption efficiency and selectivity.

Materials and methods

It had been used following reactants for the experiment: $Pb(NO_3)_2$ (net analysis, STATE STANDART 4236-77), sodium etylendyaminetraacetate (net analysis, STATE STANDART 10652-73), acetate buffer mixture (pH 5,6), xlenol orange (net analysis, SPECIFICATIONS 6-09-1509-78), ammonia buffer mixture (pH 11), murexide (SPECIFICATIONS 6-09-13-945-94), bentonite.

Analysis of residual quantities of Pb^{2+} in water solutions had been made by titrimetric method of analysis. Pb^{2+} model water solutions had been prepared by dissolving of $Pb(NO_3)_2$ sample.

For sorption conducting bentonite sample (1 g) placed to conical bulbs. Then solutions with concentrations 1; 0,75; 0,5; 0,2; 0,1 g/L (Pb^{2+}) had been added. Bulbs closed tightly by plugs and put on mixing during 5, 10, 15, 30 min. at room temperature.

For building adsorption isotherm of Pb^{2+} on the bentonite solutions with different concentrations (0,75; 0,5; 0,2; 0,1 g/L Pb^{2+}) and volume 100 ml had been prepared. Bentonite samples (1 g) had been placed to conic bulbs. Then prepared solutions had been added there. The duration of shaking was 15

minutes. After mixing solutions had been filtrated. Then residual concentration of heavy metals had been determined.

For researching of Pb^{2+} sorption removing bentonite samples (0,1; 0,2; 1; 2 and 5 g) had been placed to conical bulbs. Then Pb^{2+} solution with concentration 0,5 g/L and volume 100 ml had been added there. Bulbs had been placed for mixing during 15 min. For building of kinetic curves bentonite samples (2,5 g) had been placed into conical bulbs and Pb^{2+} solution (0,5 g/L, 100 ml) had been added. Bulbs had been placed for mixing during 5, 10, 15, 30 min. For researching pH influence on effectively of sorption re-

moving of Pb^{2+} bentonite samples (2,5 g) had been placed into conical bulbs and solution of Pb^{2+} (0,5 g/L, 100 ml) had been added there. pH correction had been carried by HCl and NaOH solutions with concentrations 0,1 M. pH of model solutions had been established (2, 4, 6, 8). Bulbs had been placed for mixing during 15 min.

Experimental

In figure 1 it's presented adsorption isotherm of Pb^{2+} on the bentonite (duration of the process 15 min., pH 8 (without correction), dose of sorbent – 1 g for 100 ml of the solution).

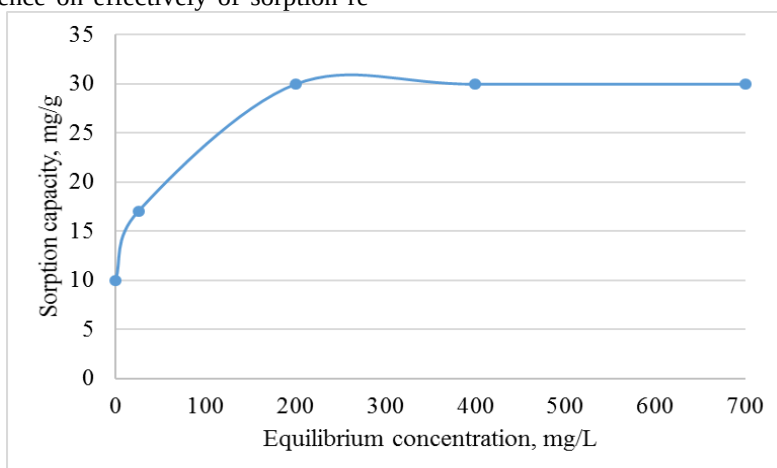


Figure 1 – Sorption isotherm of Pb^{2+} on the bentonite.

According to sorption isotherm presented in figure 1 investigated sorbent on the base of the bentonite clay is mainly microporous, but behavior of adsorb on surface, according to Brunauer's classification, obviously, subjects to model of Langmuir in the asymptotic approximation of adsorbed Pb^{2+} quantity to the capacity of monomolecular layer. According to Gills model isotherm of adsorption belongs to the class L type 2 with reaching of the adsorption edge for certain

concentration of adsorptive [5, p. 24, 6, p. 17]. Maximum effectively of sorption removing of Pb^{2+} up to 30 mg/g watched for equilibrium concentration of Pb^{2+} 200 mg/L.

In figure 2 it's presented kinetic curve of sorption removing of Pb^{2+} under similar conditions as for adsorption isotherm (figure 1) and primary concentration of Pb^{2+} 200 mg/L.

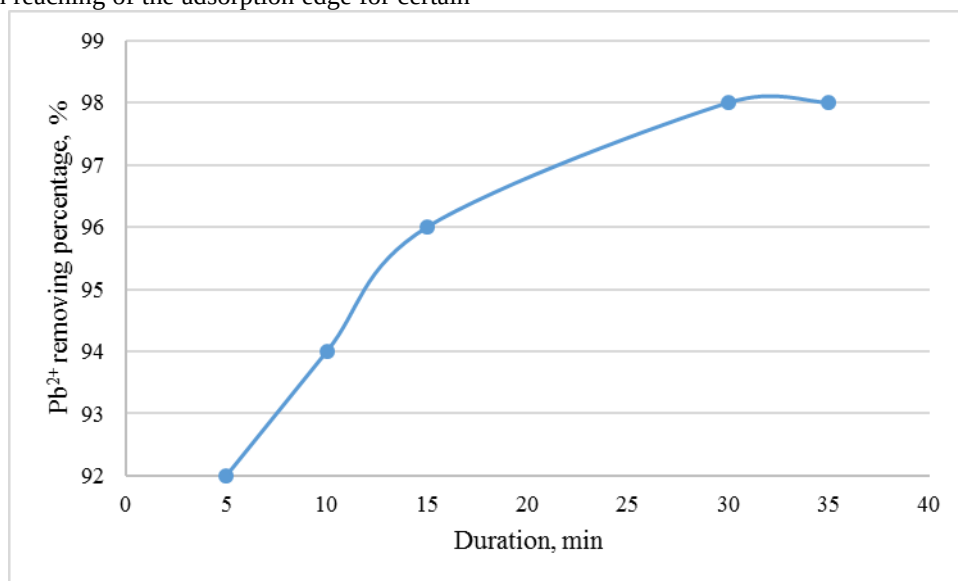


Figure 2 – Kinetic curve of Pb^{2+} sorption removing

According to figure 2 in researched period of time maximum Pb^{2+} removing percentage reaches 98 % for 30 min. For longer duration effectively of Pb^{2+}

removing doesn't change. That's why, adsorption charging during more than 30 min doesn't appropriate. Characteristic of equilibrium installation indicates a

low selectivity of the bentonite sorbent in relation to Pb^{2+} .

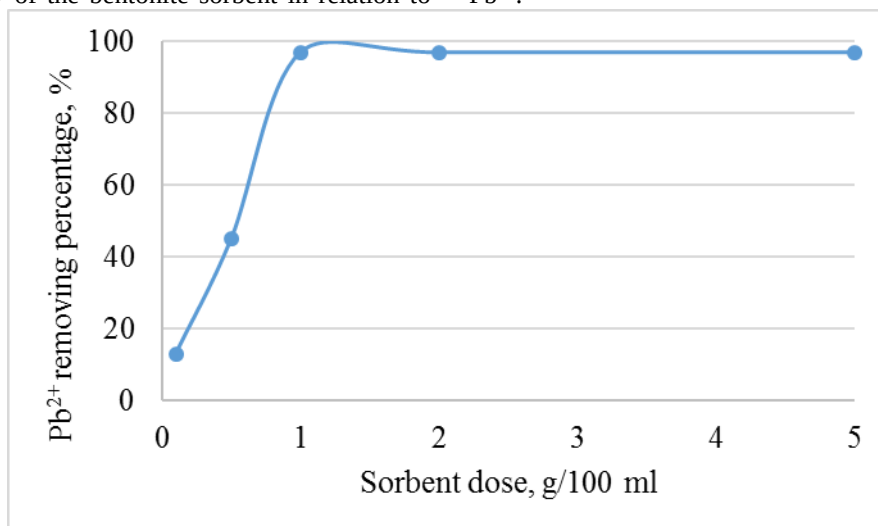


Figure 3 – Depending of Pb^{2+} removing percentage from sorbent dose.

In figure 3 it's presented depending of Pb^{2+} removing percentage from sorbent dose (duration 30 min, pH 8, primary concentration of Pb^{2+} 200 mg/L).

According to data presented in figure 3 increasing sorbent dose from 0,1 to 1 g/100 ml leads to rapid increasing of removing degree. However, from 1 to 5 g/100 ml efficiency of sorption removing of Pb^{2+} almost unchanged. On our opinion, it connects with

adhesion of sorbent particles with a high content of it in solution. It causes blocking of useful sorption surface of the bentonite.

In figure 4 its illustrated depending of Pb^{2+} removing percentage from pH of the solution (adsorption duration 30 min., sorbent dose 1 g/100 ml, primary concentration of Pb^{2+} 200 mg/L).

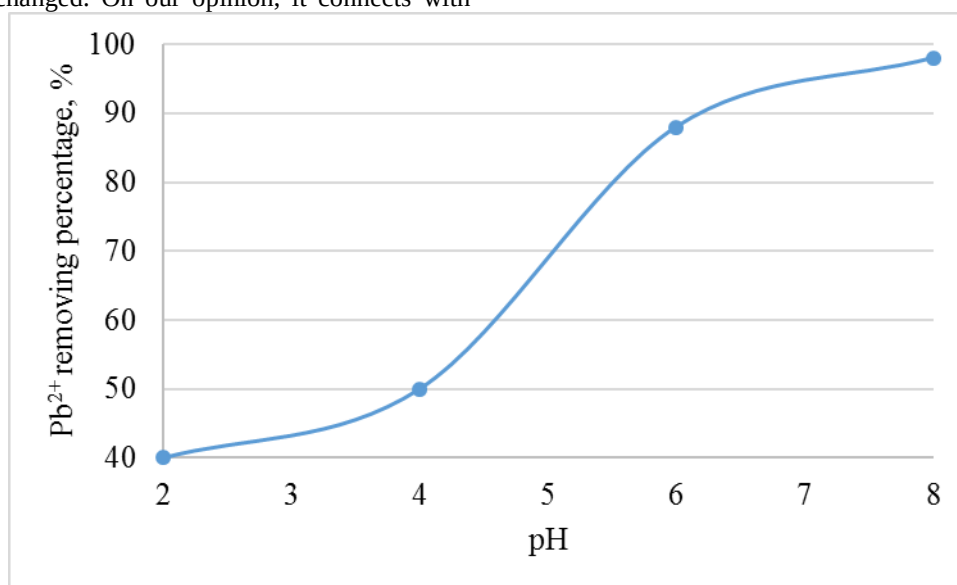


Figure 4 – Duration of Pb^{2+} removing percentage from pH.

Figure 4 data show increasing pH causes increasing removing percentage of Pb^{2+} , moreover, in the interval pH 4-6 it is abrupt. The transition of pH from 2 to 8 it caused gradual accession of hydroxyl group to Pb^{2+} . Obviously, in the molecular form ($Pb(OH)_2$) lead sorbs more effectively with prevalence, as we think, adsorption of the physical type. The adruption increasing of the removal percentage (from 50 to 90%) can be explained by starting of Pb^{2+} transition from ionic to molecular form.

Conclusions

Bentonite clays are effectively domestic cheap sorbents of Pb^{2+} keeps to clear water to concentrations normalized for drinking water. Optimal sorption con-

ditions from model water solutions are: primary concentration of Pb^{2+} 200 mg/L, sorbent dose 1g/100 ml of the solution, duration of sorption 30 min., primary pH 8.

Sorption of Pb^{2+} on the bentonite happens according to Langmuir model and with behavior to improving with transition of Pb^{2+} from ionic to molecular form. It results, as we think, to predominance of the mechanism of non-specific physical adsorption.

These data can serve as scientific base for implementation to the industrial using cost-effective and effective sorbents of broad spectrum.

REFERENCES:

1. ГСанПиН 2.2.4-171-10. Гигиенические требования к воде питьевой, предназначенной для потребления человеком [Текст]. – Взамен ГОСТ 2874–82; введ. 2010–05–12. – Киев: Министерство здравоохранения Украины; К.: Изд-во стандартов, сор. 2010. – 25 с.
2. Адсорбция из растворов на поверхности твердых тел / Под ред. Г. Парфит и К. Рочестер. М.: Мир, 1986. – 488 с.
3. Переломов Л.В. Адсорбция свинца натриевым бентонитом и бентонитом, модифицированным гидроксидом алюминия, в присутствии органических кислот / Л.В. Переломов, Н.Л. Лагунова, И.В. Переломова и др. // Известия ТулГУ . Технические науки. – 2013. – Вып. 6. Ч. 2. – С. 237-245.
4. Кулешова М.Л. Поглощающие свойства бентонитовых глин как материала для иммобилизации радионуклидов при захоронении РАО / М.Л.Кулешова, В.И.Сергеев, Т.Г.Шимко и др. // Научная конференция ЛОМОНОСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ МГУ. – 2013. – С. 178-181.
5. Нецкина О.В. Практикум по физической химии НГУ. Химическая термодинамика и кинетика. Адсорбция из растворов на твердой поверхности: метод. Пособие / О.В. Нецкина; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2015. – 17 с.
6. Giles C.H. Studies in adsorption: A system of classification of solution adsorption isotherms / C.H. Giles, T.H. MacEvan, S.N. Nakhwa et.al. // Journal of the Chemical Society. – 1960. - № 3. – P. 3973-3993.

УДК 343.9:343.533

CURRENT STATUS AND TRENDS OF INTELLECTUAL PROPERTY CRIMES IN UKRAINE**Novikov O.**

*Candidate of Juridical Science,
Assistant of department of criminology and penitentiary law,
Yaroslav Mudryi National Law University
Kharkov, Ukraine*

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРЕСТУПНОСТИ В СФЕРЕ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В УКРАИНЕ****Новиков О.В.**

*Кандидат юридических наук, ассистент кафедры
криминологии и уголовно-исполнительного права,
Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого
г. Харьков, Украина*

Abstract

The article deals with criminological characteristics of crime in the sphere of intellectual property in Ukraine during 2007–2017. The author mentions that an essential amount of crimes in the sphere of intellectual property are annually registered in Ukraine and dynamics of researched crime is specified by some variations. Following the analysis of quality and quantity indices it has been concluded on negative tendencies related to the development of crime in the sphere of intellectual property.

Аннотация

В статье представлена криминологическая характеристика преступности в сфере интеллектуальной собственности в Украине за 2007–2017 гг. Автор отмечает, что в Украине ежегодно регистрируется значительное количество преступлений в сфере интеллектуальной собственности, а динамика исследуемой преступности характеризуется некоторыми колебаниями. На основании анализа количественных и качественных показателей, делается вывод о негативных тенденциях развития преступности в сфере интеллектуальной собственности.

Keywords: intellectual property; pirate goods trafficking; crimes against intellectual property; crime in the sphere of intellectual property; indices of crime measurement in the sphere of intellectual property.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность; оборот контрафактной продукции; преступления против интеллектуальной собственности; преступность в сфере интеллектуальной собственности; показатели измерения преступности в сфере интеллектуальной собственности.

Постановка проблемы. На пути к обретению Украиной членства в Европейском Союзе и успешной интеграции в постиндустриальную модель общества, необходимо обеспечить устойчивое развитие экономики государства, а также выполнить ряд международных обязательств. Среди которых не последнее место занимает обеспечение надлежащей охраны и защиты права интеллектуальной собственности и противодействие преступным посягательствам в этой сфере.

В своём Специальном отчете за 2018 г. Торговое представительство США отнесло Украину к странам (Priority Watch List), в которых существуют существенные проблемы в сфере охраны прав интеллектуальной собственности. Констатируется широкое использование нелегального программного обеспечения государственными органами Украины, а также неспособность правительства внедрить эффективные средства борьбы с распространенным в стране интернет-пиратством [1, с. 56–57].

По оценкам Украинского альянса по борьбе с подделками и пиратством, ежегодные объемы торговли подделками в Украине могут оцениваться в 1,3 миллиарда долларов США [2, с. 12]. Значительная часть доходов от нарушения прав интеллектуальной собственности поступает в распоряжение организованным преступным группам, которые в дальнейшем направляют полученные средства на финансирование других видов преступной деятельности, а также на обеспечение функционирования в Украине «теневой экономики».

Единичные преступления, совершаемые в сфере интеллектуальной собственности, является проявлением мощного явления соответствующей преступности, угрожающей экономической безопасности Украины, жизни и здоровью граждан, подрывает международный авторитет государства. В связи с этим, преступность в сфере интеллектуальной собственности является одной из важнейших проблем Украины и требует постоянного изучения.

Анализ последних исследований и публикаций. Криминологический анализ показателей измерения преступности в сфере интеллектуальной собственности и отдельных её проявлений проводили в своих работах В. Б. Харченко, Л. А. Безуглый, Е. П. Орлюк, А. С. Нерсисян и некоторые другие украинские ученые.

Целью статьи является выяснение современного состояния и тенденций развития преступности в сфере интеллектуальной собственности в Украине.

Методология исследования. Наше исследование следует начать с некоторых пояснений. Во-первых, под *преступностью в сфере интеллектуальной собственности* мы понимаем совокупность преступных посягательств на установленный порядок владения, пользования и распоряжения объектами права интеллектуальной собственности, в результате которых причиняется значительный ущерб конкретным правообладателям.

Предложенное понятие является абстрактной моделью реальных преступных проявлений и включает в себя два аспекта: содержательный и формальный. Содержанием преступности в сфере интеллектуальной собственности является общественно опасное явление нарушения права интеллектуальной собственности в виде противоправного использования исключительных имущественных прав субъектов права интеллектуальной собственности, в результате которого причиняется ущерб в значительном размере. Формой существования такой преступности является относительно массовая деятельность членов общества путем совершения преступлений против права интеллектуальной собственности. Иными словами, вся совокупность преступлений против интеллектуальной собственности будет эмпирическим проявлением преступности в сфере интеллектуальной собственности.

Следует отметить, что среди криминалистов и криминологов нет однозначного мнения относительно круга преступлений, которые непосредственно посягают на право интеллектуальной собственности. Но большинство ученых соглашаются, что к ним относятся: нарушение авторского и смежных прав (ст. 176 Уголовного кодекса Украины (в дальнейшем – УК Украины)); нарушение права на изобретение, полезную модель, промышленный образец, топографию интегральной микросхемы, сорт растений, рационализаторское предложение (ст. 177 УК Украины); незаконное использование знака для товаров и услуг, фирменного наименования, квалифицированного указания происхождения товара (ст. 229 УК Украины); а также незаконный сбор с целью использования

или использование сведений, составляющих коммерческую и банковскую тайну (ст. 231 УК Украины) и разглашение коммерческой или банковской тайны (ст. 232 УК Украины). Последние два состава относятся к преступлениям против интеллектуальной собственности только в части незаконного получения и разглашения сведений, составляющих коммерческую тайну.

Во-вторых, при осуществлении криминологического анализа преступности в сфере интеллектуальной собственности мы использовали два источника информации: 1) статистическую отчетность департамента информационно-аналитического обеспечения МВД Украины (с 2013 г. – статистическую отчетность Управление организационного обеспечения Единого реестра досудебных расследований и информационно-аналитической работы Генеральной прокуратуры Украины); и 2) результаты выборочного исследования уголовных дел (уголовных производств) за преступления против интеллектуальной собственности.

Эмпирическую базу исследования составили 179 уголовных дел (уголовных производств) по статьям 176, 177, 229, 231, 232 УК Украины, рассмотренных с 2007 по 2015 гг. местными судами Харьковской, Киевской, Ровенской, Херсонской, Львовской, Полтавской областей, АР Крым, г. Киева и г. Севастополя, а также экспертный опрос 80 специалистов в сфере интеллектуальной собственности Научно-исследовательского института интеллектуальной собственности, Государственной службы интеллектуальной собственности, Управления Государственной службы борьбы с экономической преступностью и Управления борьбы с киберпреступностью МВД Украины в Харьковской области.

Изложение основного материала. Традиционно в криминологии для анализа определенного вида преступности используют количественные (уровень, коэффициенты), качественные (структура, география) и количественно-качественные (динамика) показатели. В связи с этим, считаем целесообразным использовать их для изучения состояния преступности в сфере интеллектуальной собственности.

Важным количественным показателем преступности является ее *уровень*, то есть зафиксированное в абсолютных величинах количество зарегистрированных преступлений и лиц, их совершивших, в Украине полностью или в отдельных ее регионах за определенный период времени [3, с. 56]. Уровень преступности в сфере интеллектуальной собственности за 2007–2017 гг. отражен в табл. 1.

Таблица 1

Количество зарегистрированных преступлений против интеллектуальной собственности в Украине за 2007–2017 гг.

Годы	Зарегистрированные преступления (по статьям УК Украины)					
	ст. 176 УК Украины	ст. 177 УК Украины	ст. 229 УК Украины	ст. 231 УК Украины	ст. 232 УК Украины	Итого
2007	417	15	77	5	3	517
2008	435	12	42	3	1	493
2009	476	10	56	2	1	545
2010	579	7	78	2	3	669
2011	527	9	153	3	1	693
2012	140	18	91	6	12	267
2013	452	26	327	17	12	834
2014	339	16	250	26	10	641
2015	249	20	131	14	5	419
2016	157	19	168	19	7	370
2017	95	16	121	64	3	299

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что ежегодно в Украине регистрируется значительное количество преступлений в сфере интеллектуальной собственности. Всего в течение 2007–2017 гг. (за одиннадцать лет) в Украине было зарегистрировано 5747 этих преступлений, то есть в среднем 522 преступления в год. Начиная с 2008 по 2013 гг. суммарное количество всех зарегистрированных преступлений, совершаемых в сфере интеллектуальной собственности, постепенно увеличивается (за исключением 2012 г.). После же 2013 г. и по сей день происхо-

дит постепенное снижение количества зарегистрированных преступлений в этой сфере, что, учитывая экономический кризис, массовое обнищание населения, девальвацию национальной валюты, больше свидетельствует о повышении уровня латентности этой группы преступлений и неэффективности работы правоохранительных органов, чем об улучшении ситуации с охраной прав интеллектуальной собственности в стране.

Количество выявленных лиц, совершивших преступления против интеллектуальной собственности, за 2007–2017 гг. отражено в табл. 2.

Таблица 2

Количество выявленных лиц, совершивших преступления против интеллектуальной собственности в Украине, за 2007–2017 гг.

Годы	Выявлено лиц (по статьям УК Украины)					
	ст. 176 УК Украины	ст. 177 УК Украины	ст. 229 УК Украины	ст. 231 УК Украины	ст. 232 УК Украины	Итого
2007	136	1	0	0	0	137
2008	165	2	0	0	0	167
2009	202	2	0	0	0	204
2010	264	1	47	1	1	314
2011	280	4	59	2	0	345
2012	8*	1*	2*	0*	0*	11*
2013	104	2	35	5	2	148
2014	64	0	36	23	0	123
2015	84	0	12	8	0	104
2016	10	0	15	9	0	34
2017	18	0	12	59	0	89

* По состоянию на 20.11.2012.

Как видим, в течение 2007–2017 гг. количество выявленных лиц, совершивших преступления в сфере интеллектуальной собственности, характеризуется определенными незначительными колебаниями. В 2012 г. и 2016 г. было выявлено наименьшее количество таких лиц за последние одиннадцать лет. Также обращает на себя внимание определенный разрыв в соотношении количества зарегистрированных преступлений и численности выявленных преступников. Так, за исследуемый период времени было выявлено всего 1676

преступников на 5747 преступлений. Таким образом, правоохранительными органами выявляется в 3,43 раза меньше виновных лиц по сравнению с количеством уголовных правонарушений.

Дополняют сведения о преступности показатели уровня судимости. *Уровень судимости* – это количество лиц, привлеченных к уголовной ответственности и осужденных к определенным видам наказаний [3, с. 56]. Уровень судимости за преступления в сфере интеллектуальной собственности отображен в табл. 3.

Таблица 3

Уровень судимости за преступления против интеллектуальной собственности в Украине за 2007–2017 гг.

Годы	Количество осужденных лиц (по статьям УК Украины)					Итого
	ст. 176 УК Украины	ст. 177 УК Украины	ст. 229 УК Украины	ст. 231 УК Украины	ст. 232 УК Украины	
2007	46	1	5	0	0	52
2008	69	1	11	0	0	81
2009	75	0	11	0	0	86
2010	115	1	8	0	0	124
2011	88	0	7	0	0	95
2012	120	1	29	2	0	152
2013	60	3	16	0	0	79
2014	32	0	12	3	0	47
2015	31	0	13	0	0	44
2016	10	0	6	3	0	19
2017	12	0	7	0	0	19

Итак, согласно официальным данным за одиннадцать лет (2007–2017 гг.) в Украине было осуждено 798 человек за преступления, совершенные в сфере интеллектуальной собственности.

Уровень преступности не всегда дает правильное представление о масштабах ее распространения и интенсивности проявления. В таком случае, абсолютные показатели преступности дополняются относительными величинами, в частности: *коэффициентом преступной интенсивности* и *коэффициентом преступной активности* населения [4, с. 158]. По состоянию на 2017 г. коэффициент преступной интенсивности преступности в сфере интеллектуальной собственности составляет 7 преступлений на 1 млн. населения, а коэффициент преступной активности 3 преступника на 1 млн. населения достигшего 14-летнего возраста.

Теперь перейдем к *структуре преступности в сфере интеллектуальной собственности* в Украине. Структура преступности, как ее качественная характеристика, представляет собой

удельный вес и соотношение различных видов преступлений в их общем числе за определенный период времени на определенной территории [5, с. 105]. Структурное распределение преступлений в сфере интеллектуальной собственности в период с 2007 по 2017 гг. иллюстрирует рис. 1.

Как видим, наибольшее количество преступлений в структуре преступности в сфере интеллектуальной собственности – это нарушение авторского права и смежных прав (в среднем 67,3% от всех зарегистрированных преступлений этого вида); на втором месте – незаконное использование знака для товаров и услуг, фирменного наименования, квалифицированного указания происхождения товара (26%); на третьем месте – нарушение права на изобретение, полезную модель, промышленный образец, топографию интегральной микросхемы, сорт растений, рационализаторское предложение (2,9%); другие преступления в сфере интеллектуальной собственности – 3,8%.

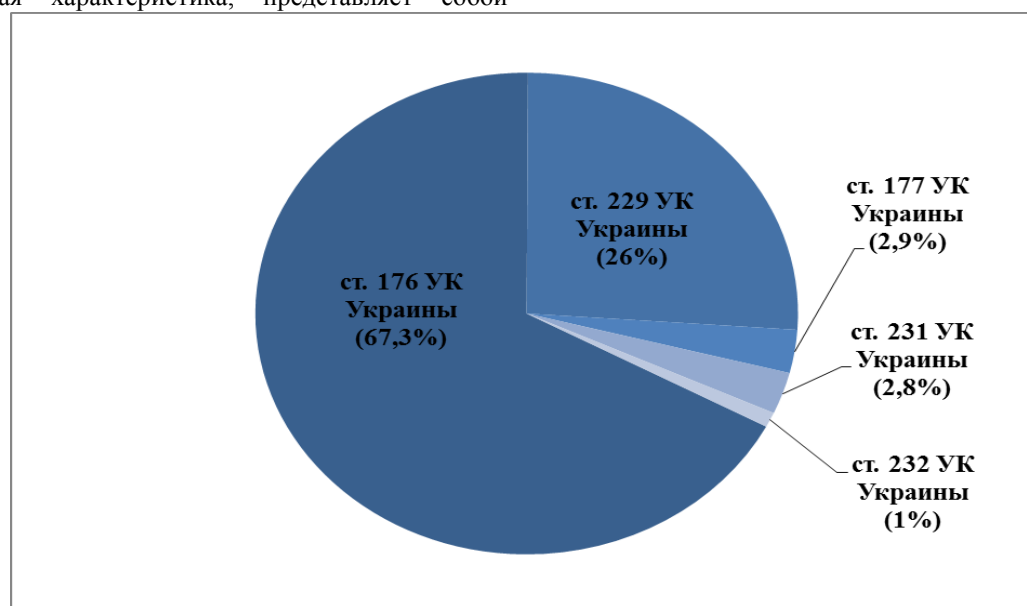


Рис 1.

Структура преступности в сфере интеллектуальной собственности в период с 2007 по 2017 гг. в Украине

Более подробно проанализировать структуру преступности возможно с помощью уголовно-правовых и криминологических показателей, которые были установлены по результатам выборочного исследования 179 уголовных дел, проведенного автором.

Определенное значение для анализа преступности в сфере интеллектуальной собственности имеет *способ совершения преступления*. Так, нарушение авторского права и смежных прав (ст. 176 УК Украины) чаще всего совершается или путем реализации на торговых точках нелегальных дисков для лазерных систем считывания – 48,1%, или путем незаконного использования объектов авторского права и смежных прав в предпринимательской деятельности – 19,6% (как правило, использование нелегального программного обеспечения при оказании определенных услуг). Третью позицию занимает реализация дисков для лазерных систем считывания – 17,3%. Довольно распространены также случаи нарушения авторских прав лицами, оказывающими коммерческие услуги по настройке компьютерной техники. Что касается незаконного использования знака для товаров и услуг, фирменного наименования, квалифицированного указания происхождения товара (ст. 229 УК Украины), то чаще всего встречается продажа контрафактных товаров известных производителей (78%), а также подделка таких товаров (18%).

Способ совершения преступления определенным образом определяет *место совершения преступления*. Наиболее распространенными местами совершения преступлений в сфере интеллектуальной собственности являются: магазин (торговая точка) – 46,8%, рынок – 31,2%, улица – 11%, производственное помещение – 6%, жилое помещение – 2%.

Что касается преступлений, совершаемых в совокупности с преступлениями в сфере интеллектуальной собственности, то довольно часто (38,5%) нарушение авторского права и смежных

прав сопровождается дополнительной квалификацией по ст. 203¹ УК Украины (незаконный оборот дисков для лазерных систем считывания, матриц, оборудования и сырья для их производства). Встречаются единичные случаи квалификации соответствующей статьи в совокупности ст. 301 УК Украины (ввоз, изготовление, сбыт и распространение порнографических предметов).

Следующим показателем преступности в сфере интеллектуальной собственности, который мы проанализируем, будет её *география*. В научной литературе под географией преступности понимают её распространение по различным регионам страны (административно-территориальное распространение) [6, с. 70]. Наибольшее количество выявленных преступлений в сфере интеллектуальной собственности регистрируется в г. Киев, Харьковской, Одесской, Донецкой, Львовской, Киевской, Днепропетровской, Херсонской областях Украины. Таким образом, преступность в сфере интеллектуальной собственности распространена в густонаселенных промышленных областях, где сосредоточен товарный и денежный оборот. Существует определенная особенность территориального деления преступлений, предусмотренных ст. 229 УК Украины. Так, наибольшее количество этих преступлений регистрируется в г. Киеве, Харьковской и Одесской областях, то есть в тех областях, которые являются ключевыми транспортными узлами, через которые зарубежные товары попадают в Украину.

Теперь рассмотрим *динамику преступности* в сфере интеллектуальной собственности. Динамика преступности – это комплексный показатель, характеризующий преступность с количественно-качественной стороны. Она отражает изменения уровня, интенсивности и структуры преступности или отдельного её вида в течение определенного периода времени [5, с. 169]. Динамика преступности в сфере интеллектуальной собственности изображена на рис. 2.

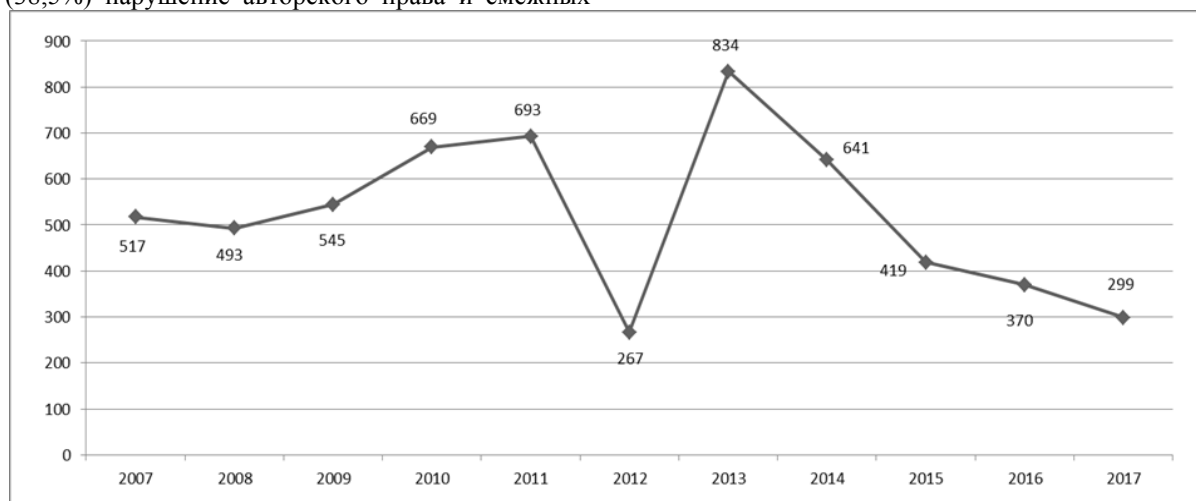


Рис 2.

Динамика преступности в сфере интеллектуальной собственности в период с 2007 по 2017 гг. в Украине

Как видим, начиная с 2008 по 2011 гг. происходит постепенное увеличение количества зарегистрированных преступлений в сфере интеллектуальной собственности (на 28,9% в 2011 г.), вплоть до 2012 г., когда было зарегистрировано наименьшее количество преступлений этого вида – 267 (–61,5%). В 2013 г. произошло резкое увеличение зарегистрированных преступлений против интеллектуальной собственности – 834 (+ 312,4%), что объясняется следующим. Так, с 01.01.2012 по 20.11.2012 было зарегистрировано только 38 преступлений (!) в сфере интеллектуальной собственности, а затем за период 21.11.2012 – 31.12.2012 регистрируется основная доля (229 преступлений). Именно после 20.11.2012 ведение уголовной статистики перешло от Департамента информационно-аналитического обеспечения МВД Украины в Управление организационного обеспечения Единого реестра досудебных расследований и информационно-аналитической работы Генеральной прокуратуры Украины. Из-за этого, возникли определенные сложности с регистрацией преступлений, совершенных в сфере интеллектуальной собственности. После 2013 г. уровень зарегистрированных преступлений в сфере интеллектуальной собственности ежегодно идет на спад. В 2017 г. было выявлено наименьшее количество преступлений в этой сфере за последние пять лет (–64,1%). Подобную динамику преступности в сфере интеллектуальной собственности в Украине можно объяснить следующим:

1) с 2013 г. в Украине начался экономический кризис, который обострился торговой войной с Российской Федерацией, девальвацией национальной валюты, потерей Автономной Республики Крым и антитеррористической операций на востоке Украины. В связи с этим, Торговое представительство США лишило Украину статуса «страны-пирата №1» и одновременно сняло с повестки дня вопрос о применении экономических санкций, которые угрожали стране в случае отсутствия существенных сдвигов по предотвращению преступности в сфере интеллектуальной собственности. Поэтому проблема нарушения прав интеллектуальной собственности в Украине временно отошла на второй план. Вышеприведенное, лишний раз подтверждает мысль В. Б. Харченко о политическом характере таких экономических санкций и ограничений, а также отсутствие их взаимосвязи с уровнем соблюдения или нарушения прав на объекты интеллектуальной собственности [7, с. 73];

2) с 2014 г. в Украине началась реформа правоохранительной системы, которая продолжается

и по сей день. Вновь созданные или реформированные подразделения правоохранительных органов, деятельность которых направлена на противодействие преступности в сфере интеллектуальной собственности, на сегодняшний день еще не имеют достаточного опыта для выполнения возложенных на них полномочий. Особенно это касается расследования рассматриваемой группы преступлений, совершаемых в глобальной сети Интернет. А именно там сегодня сосредоточено наиболее массовое нарушение прав интеллектуальной собственности в Украине;

3) с 2014 г. некоторые нетяжкие (и в свою очередь наиболее распространенные) преступления в сфере интеллектуальной собственности перешли в разряд дел частного обвинения. В соответствии со ст. 477 Уголовного процессуального кодекса Украины, такое производство может быть начато следователем или прокурором лишь на основании заявления потерпевшего. В связи с процессуальными проблемами установления правообладателей, или же их нежеланием принимать участие в официальном расследовании, и возникает снижение возможностей правоохранительных органов в борьбе с нарушением прав интеллектуальной собственности.

В рамках анализа статистически значимых показателей, отражающих социальное бытие преступности в сфере интеллектуальной собственности, особое внимание следует уделить также исследованию *латентности* этой группы преступлений. Так, существуют определенные сомнения относительно полноты выявления и регистрации, а также объективности тенденции развития указанной преступности. Поэтому, приведенные данные об уровне, структуре, динамике преступности в сфере интеллектуальной собственности лишь частично отражают ее реальное состояние. Таким образом, без установления объемов латентности этой преступности невозможно получить полное представление о ней.

Под латентной преступностью следует понимать совокупность фактически совершенных, однако не выявленных или таких, что в результате других определенных обстоятельств не стали известны правоохранительным и судебным органам, преступлений, сведения о которых в связи с этим, не находят отражения в официальной уголовно-правовой статистической отчетности [8]. Результаты экспертного опроса уровня латентности преступности в сфере интеллектуальной собственности в Украине приведены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты экспертного опроса уровня латентности преступности в сфере интеллектуальной собственности в Украине

Распределение ответов экс- пертов	Отношение количества незарегистрированных преступлений на одно зарегистрированное						
	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:10	>1:10
	1,4 %	1,4 %	2,8 %	1,4 %	1,4 %	80,5 %	11,1 %

Таким образом, по мнению большинства экспертов (80,5%) в Украине регистрируется только

одно из десяти совершенных преступлений в сфере интеллектуальной собственности. Определен-

ная часть опрошенных (11,1%) считает, что регистрируется более чем одно из десяти преступлений этой группы. Как видим, подавляющее большинство экспертов считают преступления в сфере интеллектуальной собственности высоколатентными и лишь незначительная часть – среднелатентными.

Выводы. Подытоживая вышесказанное, можно сделать вывод, что преступность в сфере интеллектуальной собственности имеет определенные, свойственные только ей тенденции развития, а изучение состояния этой преступности на сегодняшний день в Украине остается актуальным для дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. 2018 Special 301 Report – USTR. URL : <https://ustr.gov/sites/default/files/files/Press/Reports/2018%20Special%20301.pdf>.
2. Ukraine: Розвиток і захист інтелектуальної власності у Україні. URL : http://sips.gov.ua/i_upload/file/Ukraine_IP_Report_UKRAINE_LR.pdf.
3. Кримінологія : підруч. / В. В. Голіна, Б. М. Головкин, М. Ю. Валуйська та ін.; за ред. В. В. Голіни, Б. М. Головкина. Харків : Право, 2014. 440 с.
4. Закалюк А. П. Курс сучасної української кримінології: теорія і практика: у 3 кн. Київ : Видавничий Дім «Ін Юре», 2007. Кн. 1. 424 с.
5. Криминалогия : учеб. для вузов / под общ. ред. докт. юрид. наук, проф. А. И. Долговой. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Норма, 2007. 912 с.
6. Иванов Ю. Ф., Джужа О. М. Кримінологія : навч. посіб. 2-ге вид., доповн. та перероб. Київ : Вид. ПАЛІВОДА А. В., 2008. 292 с.
7. Харченко В. Б. Протидія інтелектуальному піратству в Україні: забезпечення охорони прав інтелектуальної власності або спосіб впливу на державну політику та механізм недобросовісної конкуренції? *Теорія і практика інтелектуальної власності*. 2015. № 3. С. 66–77. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tpiv_2015_3_10.
8. Оболенцев В. Ф. Латентна злочинність: проблеми теорії та практики попередження. Харків : Вид. СПД ФО Вапнярчук Н. М., 2005. 128 с.

TECHNICAL SCIENCES**DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR TRACKING GEOLOCATION POSITION IN REAL TIME****Shibaev D.***Master student, Department of high technologies, Irkutsk National Research Technical University***Dorofeev A.***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of high technologies, Irkutsk National Research Technical University***РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ТРЕКИНГА ГЕОЛОКАЦИОННОГО ПОЛОЖЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ****Шибяев Д.П.***Магистрант, Институт высоких технологий, Иркутский национальный исследовательский технический университет***Дорофеев А.С.***Кандидат технических наук, доцент, Институт высоких технологий, Иркутский национальный исследовательский технический университет***Abstract**

Today it is difficult to imagine life without smartphones, which are equipped with various functionalities, including location tracking. The article describes the developed mobile application for tracking geolocation position in real time. This application will allow you to track the location of certain groups of people in real time, as well as to establish communication with a specific group via chat, for example.

Аннотация

Сегодня сложно представить себе жизнь без смартфонов, которые оснащены различными функциональными возможностями, в т.ч. функцией отслеживания местоположения, геолокации. В статье приводится описание разработанного мобильного приложения для трекинга геолокационного положения в реальном времени. Данное приложение позволит отслеживать местоположение определенных групп людей в реальном времени, а также установить связь с конкретной группой, например, с помощью чата.

Keywords: location tracking, geolocation, mobile application, Java, Android, UML diagram.

Ключевые слова: геолокация, отслеживание местоположения, мобильное приложение, Java, Android, диаграмма UML.

На 80 % смартфонов установлена операционная система (ОС) Android, в связи с чем было принято решение разрабатывать приложение под данную ОС. Android («Андроид») — операционная система, изначально разработанная компанией Android Inc., впоследствии приобретенная компанией Google, предназначена для смартфонов, планшетов, электронных книг, цифровых проигрывателей, наручных часов, игровых приставок, нетбуков, очков Google, телевизоров и других устройств. В 2015 году появилась поддержка автономных мультимедийных систем и бытовых роботов [1]. ОС Android основана на ядре Linux и собственной реализации виртуальной машины Java от Google. Android позволяет разрабатывать Java-приложения, управляющие устройством через библиотеки созданные Google[2].

Сравнительный анализ аналогов приложения показал ряд их достоинств и недостатков. Основным недостатком приложения «Номера» является то, что при регистрации все пользователи сети видят местоположение пользователя. Кроме того пользователи видят местоположение по номерам автомобилей, что может привести к повышенному угону автомобилей. Приложения «Найти друзей» ,

«Simple Latitude» позволяют отслеживать местоположение пользователя, но не оснащены возможностью общения в этих приложениях. При добавлении пользователей в список отслеживаемых, на карте отображаются все добавленные пользователи, что затрудняет визуальное восприятие. Также отсутствует возможность отслеживания конкретной группы пользователей.

В качестве спутниковых систем рассматривались системы GPS и ГЛОНАСС. В современных мобильных устройствах имеется совмещенный приемник GPS/ГЛОНАСС, поэтому нет необходимости выбора конкретной системы: приложение автоматически выберет спутник для получения необходимых данных.

В качестве языка программирования выбран язык Java, который является основой практически для всех типов сетевых приложений и всеобщим стандартом для разработки и распространения встроенных и мобильных приложений, игр, веб-контента и корпоративного программного обеспечения [3].

Инструменты реализации приложения: Android SDK (включает библиотеки, документацию и инструменты, которые помогают разраба-

тивать мобильные приложения для платформы Android), Android Virtual Device (эмулятор, используемый для проектирования, отладки и тестирования приложений в реальной среде выполнения), Android Studio (среда разработки под Android, основанная на IntelliJ IDEA), Google Maps API (бесплатная служба, позволяющая включить любую карту из Google Maps на внешнем сайте, управлять этой картой через JavaScript, например, для добавления маркеров географических точек,

приближения или удаления при просмотре карт), Firebase (база данных для хранения данных в режиме реального времени с их синхронизацией сразу на всех устройствах).

На рис. 1 представлена диаграмма прецедентов разрабатываемой системы с использованием унифицированного языка моделирования (UML). Из диаграммы видны пользователи системы и ее общая функциональность.

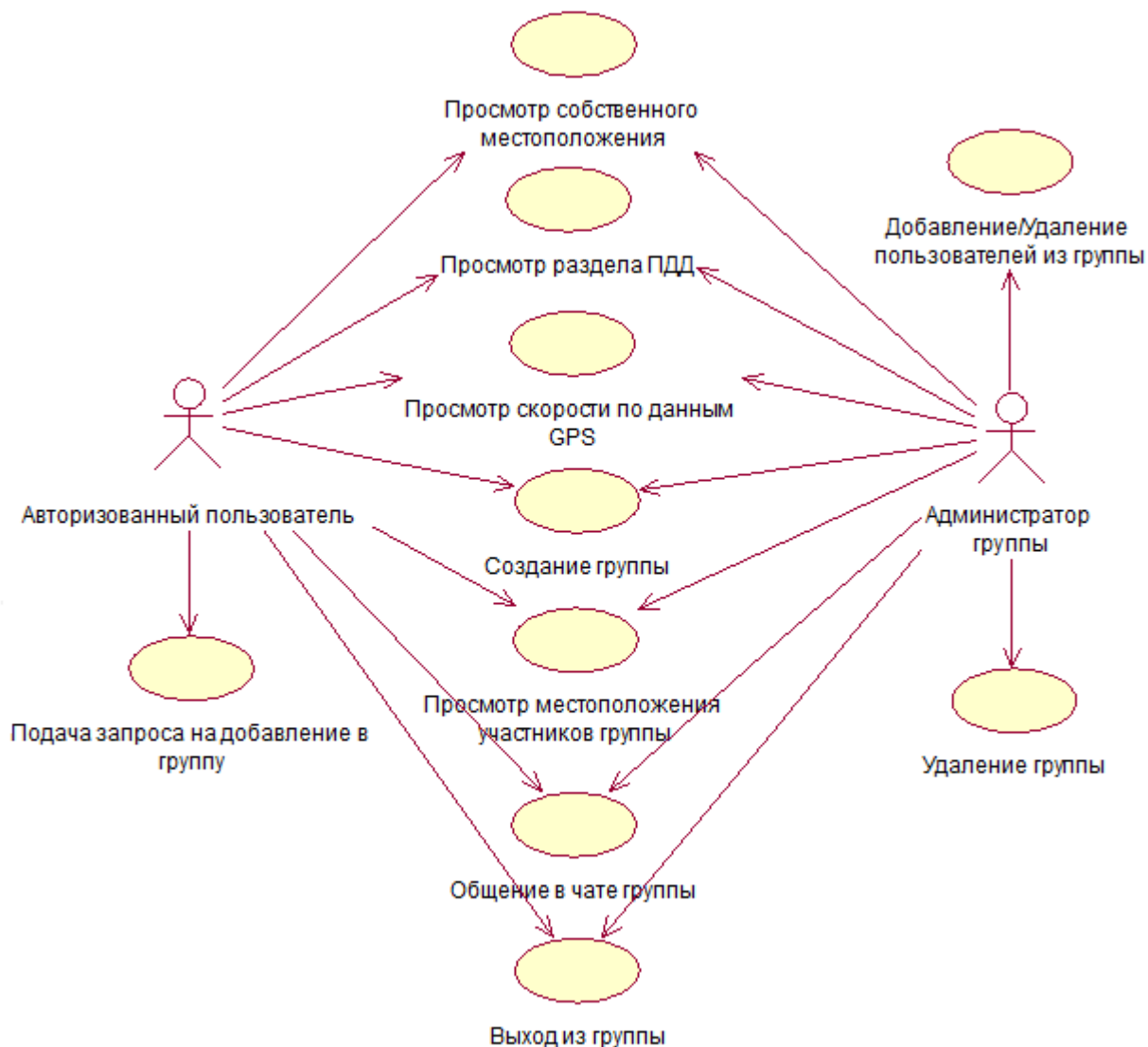


Рис. 1. Диаграмма прецедентов. Роли «Авторизованный пользователь» и «Администратор группы»
Интерфейс системы состоит из семи окон (рис. 2).

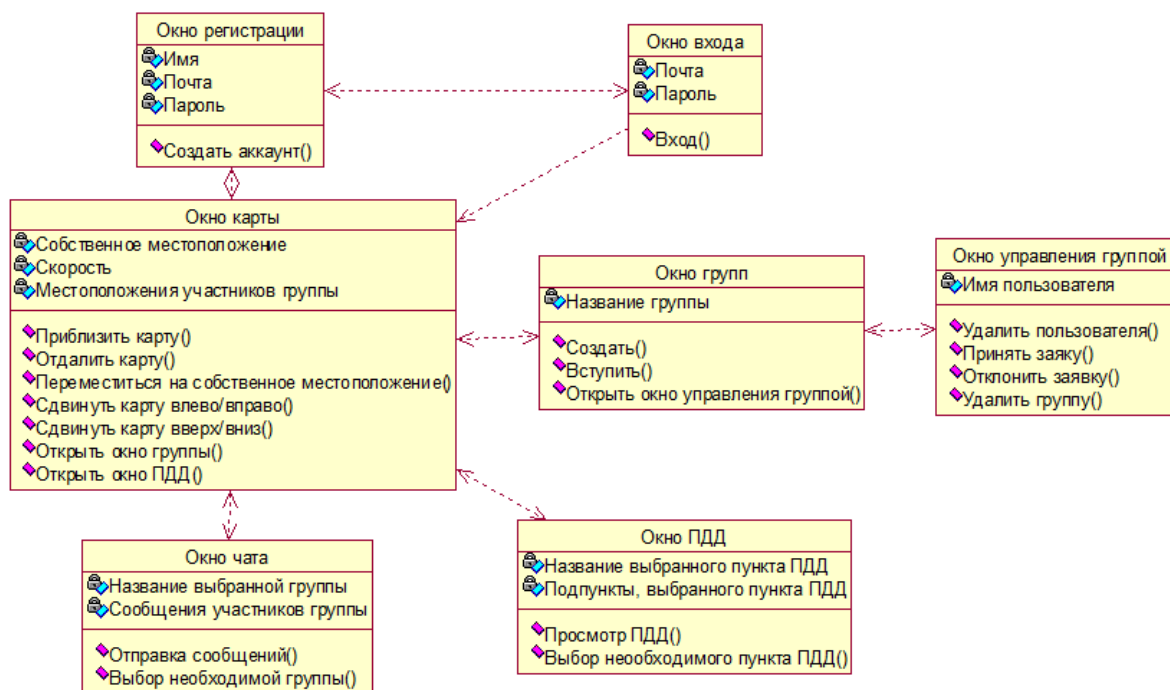


Рис. 2. Диаграмма классов. Интерфейс приложения

Весь интерфейс приложения реализован посредством расширяемого языка разметки XML. Android Studio предоставляет возможность разработки интерфейса приложения в тестовом виде XML, а также в графическом – с помощью размещения объектов на окне способом оперирования drag and drop.

1) Окно регистрации (рис.3). При запуске приложения пользователю необходимо зарегистрироваться в приложении. После регистрации, зарегистрированный пользователь автоматически попадает на окно карты.

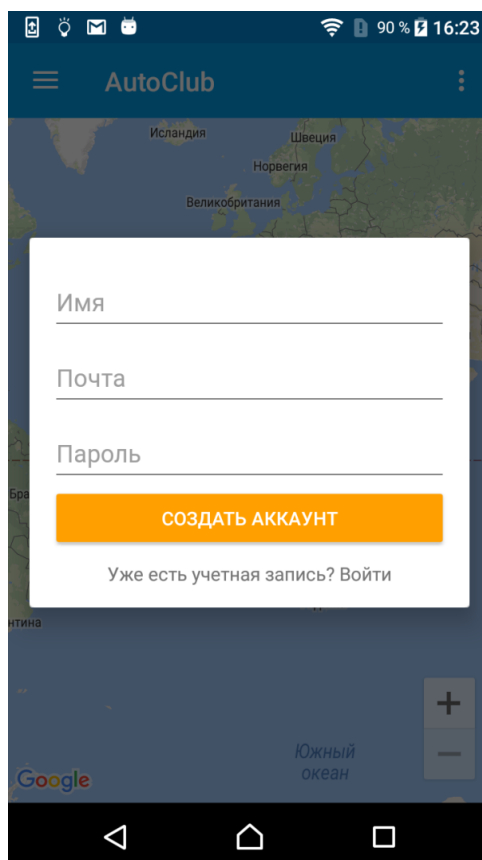


Рис. 3. Окно регистрации

2) Окно входа (рис. 4). При условии, что пользователь уже зарегистрирован, но вышел из приложения, ему необходимо войти в приложение,

для этого из окна регистрации, необходимо перейти на окно входа.

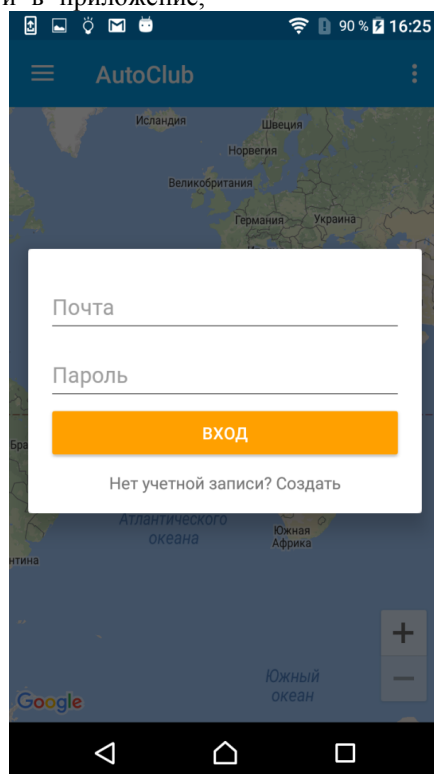


Рис. 4. Окно входа приложения

3) Окно карты (рис. 5). Окно карты предоставляет авторизованному пользователю отслеживать собственное местоположение, а так же положение участников группы, в которой он состоит, и которая выбрана. С окна карты возможен переход в окно чата, так же переход в окно групп и окно ПДД. В левом верхнем углу карты отображается скорость в км/ч.

Рис. 5. Окно карты приложения

4) Окно чата (рис. 6). В окне чата авторизованному пользователю доступна отправка сообщений, чтение сообщений других участников группы, а так же выбор конкретной группы из списка групп, в которых состоит участник.

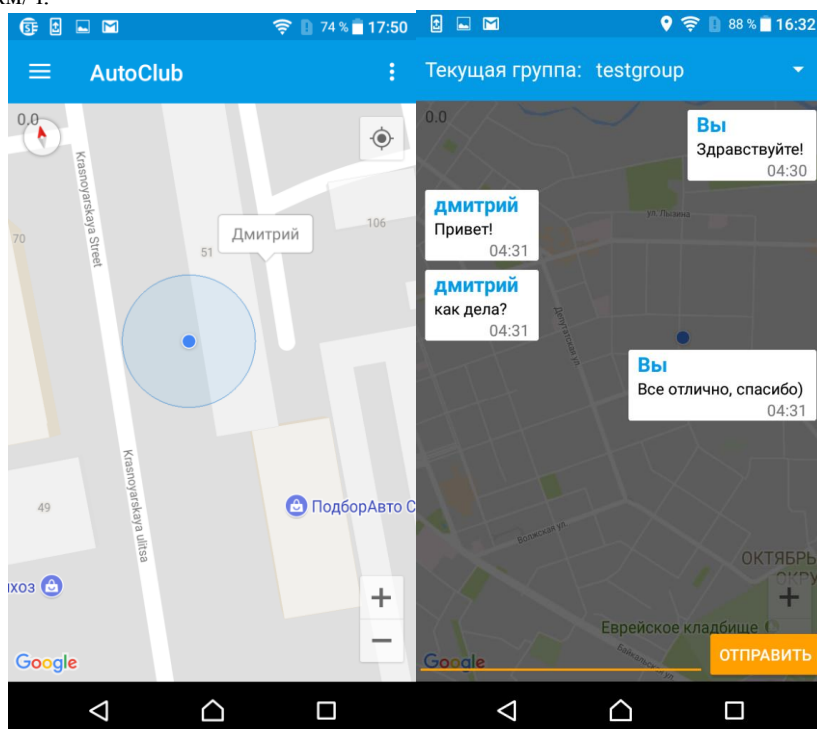


Рис. 6. Окно чата приложения

Так как используется время Firebase (рис. 7), все сообщения выстраиваются в правильном временном порядке, несмотря на то, что часы на устройствах могут быть не синхронизированы.



Рис. 7. База данных Firebase. Хранение сообщений

5) Окно групп (рис. 8). Данное окно предназначено для создания своей собственной группы, или для подачи заявки на вступление в созданную, другим зарегистрированным пользователем, групп-пу.

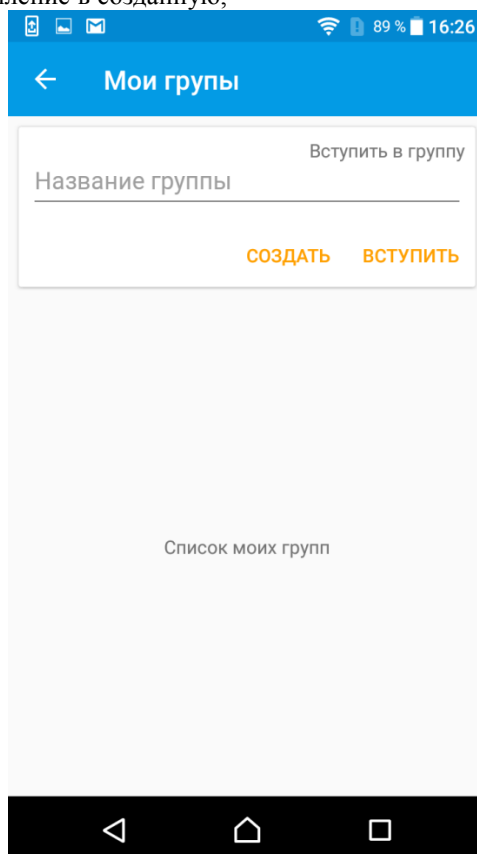


Рис. 8. Окно групп приложения

6) Окно управления группой (рис. 9). Администратору группы необходимо принимать людей в группу, так же отклонять заявки неизвестных ему зарегистрированных пользователей. Для выполнения данных функций, необходимо окно управления группой. Так же в данном окне существует возможность удаления пользователей состоящих в группе, и удаление всей группы целиком.

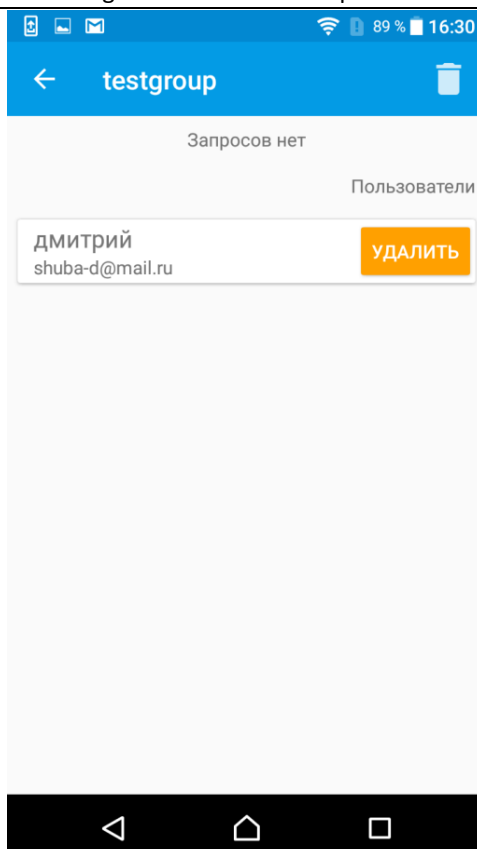


Рис. 9. Окно управления группой. 1) Заявка на вступление в группу. 2) Пользователь, состоящий в группе.

7) Окно правил дорожного движения (ПДД) (рис. 10). В окне ПДД пользователь имеет возможность выбрать необходимый пункт ПДД, а также прочитать данные, выбранного, пункта.

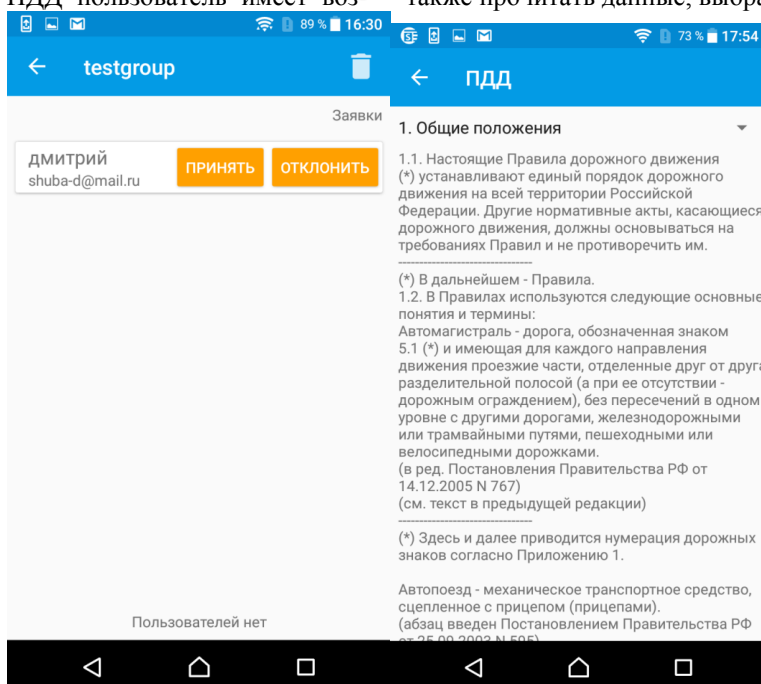




Рис. 10. Окна ПДД. 1) Пункт ПДД. 2) Выбор пункта ПДД

В настоящее время разработанное приложение позволяет пользователям определять местоположения других пользователей, объединять их в группы, общаться при помощи чата. В приложении реализован спидометр для отслеживания скорости по данным GPS. Для водителей автотранспорта встроен свод правил дорожного движения. В ближайших планах развития данного приложения – разработка его под различные операционные системы, и распространение среди пользователей мобильных устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Обзор операционной системы Android [сайт]. [2011]. URL: <http://techcave.ru/groups/3> (дата обращения: 10.09.2018).
2. Архитектура Android [сайт]. [2013]. URL: http://studbooks.net/1993712/informatika/opisanie_predmetnoy_oblasti (дата обращения 14.09.2018).
3. Объектно-ориентированное программирование Java «Чат» [сайт]. [2015]. URL: <https://knowledge.allbest.ru/programming> (дата обращения 15.09.2018).

PROTECTION FROM THE ICE OF ELECTRICAL NETWORKS BY MEANS OF A HIGH-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC WAVE

Kaganov W.

Doctor of techn. Professor, Professor of the RTS Institute, MIREA-Russian Technological Univers

Abstract

A new way to protect electrical networks from ice is discussed. Theoretical and experimental aspects of this problem are considered. Information on the establishment of an industrial plant is given

Keywords: ice, electromagnetic waves, generator.

1. The essence of the problem.

One of the serious causes of accidents in high-power electric power systems is the formation of a dense ice precipitate - icing - with the intentions of supercooled droplets of rain or fog at temperatures from 0 to -5° C on wires of high-voltage transmission lines. The thickness of the ice on transmission lines can reach 100 mm or more, substantially weighting them and leading to rupture and breakage of supports (Fig. 1). Many countries of the world suffer from ic-

ing in high-voltage transmission lines, including Russia, Norway, Canada, China, Kazakhstan, Kyrgyzstan and othe. Only in Russia, because of the ice in the power systems, there are up to 6-8 serious accidents per year. The ice, including its "icy rain" variety, causes enormous damage to the economies of many countries and a page to human casualties

Melting is the main method of combating ice. The melting consists in heating up to 100-130°C of short-circuited wires with ice with a constant or alter-

nating current of frequency 50 Hz with a power of more than 200 million volts-amperes and a current of more than 1000 A. As a result, a lot of energy is con-

sumed, consumers are disconnected for a considerable time from the power grid and often unacceptable charring of wires.



Fig.1

2. Brief description of the new method.

Consider the fundamentals of a fundamentally new method of combating ice in high-voltage air power networks. The method is protected by the RF patent No. 2356148 dated May 20, 2009 [1] The method is based on the heating of wires with the help of high-frequency electromagnetic waves, which should prevent the formation of ice on them.

Eliminate the destructive effect of icing on the power line by heating the wires to a temperature of $+10 - 15^{\circ} \text{C}$. Such heating can be carried out using high-frequency (HF) electromagnetic waves by converting their energy into heat.

To realize this idea, an RF generator is additionally connected to the wires of the power line (Fig. 1). Both waves - the industrial frequency of 50 Hz and the

electromagnetic frequency of about 100 MHz - simultaneously spread along the lines of electrical transmission, figuratively speaking, without interfering with each other. One wave (frequency 50 Hz) transmits electrical energy through wires, and the other (about 100 MHz) - heats these wires. Short circuit in the network and disconnect from it, consumers, as in the melting, produce with this method is not required.

The transformation of the radiated NF energy into the heat is carried out with the help of special antenna-heaters with a resistance of 1-2 kOhm, which with a certain step are located on the wires of the power line (Fig. 2).

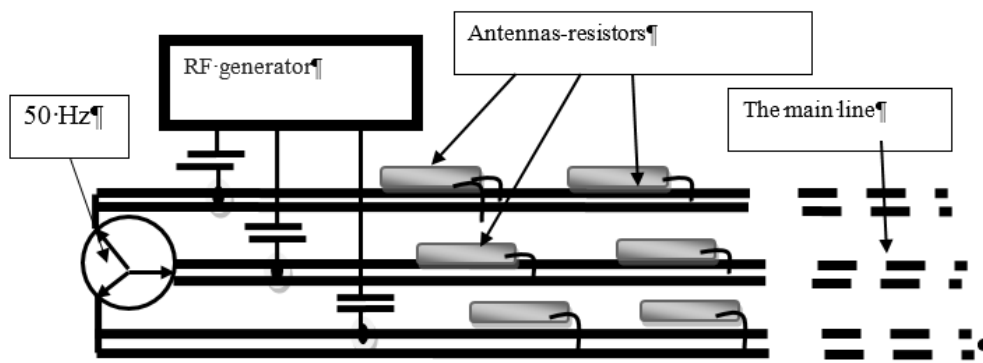


Fig.2

Such RF-heating spots, placed with on the wires, heat the latter and ice on them is not formed.

3. The theoretical substantiation of the proposed method

There are two possible ways of conversion of microwave energy into heat: with the help of running wave and standing wave. The both ways are based on the Poynting equation that determines the time variation of the electromagnetic field energy W in the volume V :

$$\frac{dW}{dt} = P_G - \int_V \gamma \mathbf{E}^2 dV - \int_S \mathbf{E} \mathbf{H} dS, \quad (1)$$

where $\mathbf{E}$ – the electric field vector; $\mathbf{H}$ – the magnetic field vector; S – a surface bounding the volume

V ; γ – the conductivity of bodies located within the volume.

The first member of sum P_G of the equation (1) is a power of third-party sources (generators), giving its energy in the volume V ; the second member of sum is a power of electromagnetic energy converted to heat because the active losses in the volume of V ; the third member is the Poynting vector, that determines as $\mathbf{P} = \mathbf{E} \times \mathbf{H}$ and characterizes the energy radiated beyond the considered volume V through the surface S .

The first option is associated with a traveling electromagnetic wave propagating along a guide structure, in this case along a two- or three-wire line. Such a wave moves along the elongated structure with active losses, and gives its energy. The second option is

related to the conversion of energy of electromagnetic oscillations into heat in the oscillatory volumetric system in resonance mode, where the standing wave mode is established in a resonant cavity.

The conversion of energy of the running wave in the heat. In this case, the power balance equation (3.1) for an electromagnetic wave propagating along an infinitely long line at a distance x from its origin (Fig. 1) takes the form:

$$P(x) = P_G - P_R(x) - P_S(x), \quad (2)$$

wherein P_G – a wave power supplied to the line from an external RF generator; P_R – a wave power, converting to heat due to of distributed long line of resistance; P_S – power of the line radiation.

As amplitude of the incident wave, that propagates along the line, decreases exponentially, the second member of sum in (2):

$$P_R(x) = P_G e^{-2\alpha x}, \quad (3)$$

where $\alpha = R_f / \rho$ (1/m) – an attenuation constant; ρ – a characteristic impedance of the line; R_f – the resistance per length unit of one of two identical cables which value in the microwave range depends on the surface area of thin layer of δ due to the skin effect,

i.e. a displacement of a current to the outer shell of conductor (see Charter 1).

With increasing frequency of the current flowing through the wire, the active resistance of the latter increases due to the so-called skin effect-extrusion of the current to the outer surface (Fig. 1). As a result, the current does not flow through the entire section of the wire, but only through a narrow outer layer (Fig. 1, whose thickness is determined by formula

$$\delta(F) = 0,5 \sqrt{\frac{\sigma}{\mu_M F}} \quad (\text{MM}), \quad (4)$$

where δ - thickness of the skin layer, μ_M - relative magnetic permeability F - frequency in MHz

The thickness of the skin layer decreases with increasing frequency to several microns, which predetermines a sharp increase, by two orders of magnitude or more, of the resistance of the wires compared to the industrial frequency of 50 Hz, and consequently, a more efficient conversion of electromagnetic energy into heat

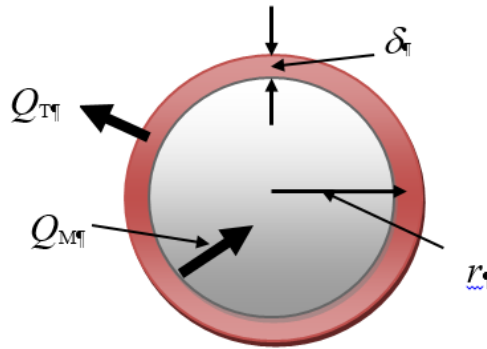


Fig.3

Skin depth δ with increasing frequency is reduced to a few millimeters. This determines the sudden increase of two orders or more of wire resistance in comparison with the power frequency of 50 Hz, and hence more efficient conversion of electromagnetic energy into heat.

Due to the skin effect, the layer is thinning for the current flow (Fig. 1), which increases the conductor's specific resistance, the value of which taking into account (1) at $(r / 2\delta) > 10$:

$$R_f = R_0 r / 2\delta(F) \quad (\text{OM/M}), \quad (5)$$

where r is the wire radius (mm), F is the frequency in MHz, R_0 (Ohm / m) is the resistivity of the same conductor to the direct current.

$$Z_{in}(z) = \frac{U_x}{I(x)} = \rho \frac{Z_n \text{ch}(\gamma \lambda x) + \rho \text{sh}(\gamma \lambda x)}{\rho \text{ch}(\gamma \lambda x) + Z_n \text{sh}(\gamma \lambda x)} = R_{in}(x) + jX_{in}(x), \quad (6)$$

where $\gamma = \alpha + j\beta$ is the propagation constant, $x = l / \lambda$ is the normalized line length, $\beta = 2\pi / \lambda$ is the phase constant, λ is the wavelength propagating in the line, α is the damping constant, equal to:

$$\alpha = R_f / \rho \quad [1/\text{M}], \quad (7)$$

where R_f (Ω / m) is the line resistance of one of the two identical wires.

An example of calculation according to (3) input resistance with the following initial data: . graphs of the active and reactive components of the $\rho = 600 \Omega$, $\lambda = 3 \text{ m}$, $Z_H = 10^6 \Omega$ are shown in Fig. 4

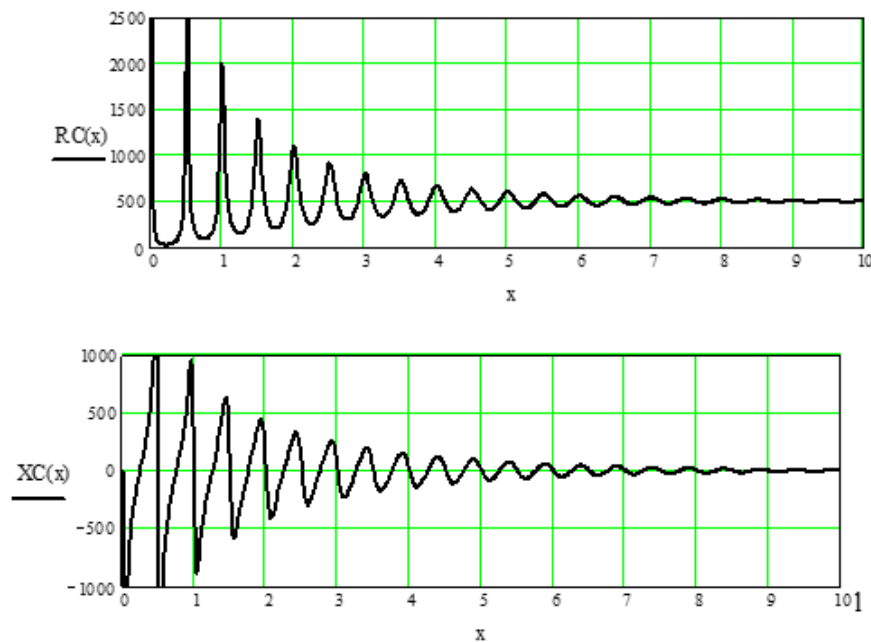


Fig.4

It follows from the graphs (Fig.2) that as the length of the line with losses increases with $\beta x \gg 1$, the active component of the input resistance R_{in} tends to the wave resistance ρ , and the reactive component X_{in} - to zero

However, as shown by experimental studies, it is not possible to substantially heat the wires only due to the skin effect, since the heat transfer of the upper heated layer of the wire to the surrounding air by convection is great. The power of the convection heat flow $Q_T \gg Q_M$ - the power of the heat flow heating the wire (Fig. 3)

A more efficient heating of the wire due to the traveling electromagnetic wave can be accomplished

by converting the radiation energy into heat .To do this, along the main power transmission line (Fig.2). along which the electromagnetic wave propagates, with a certain step it is necessary to place short lengths of wire - vertical vibrators (position 2 in Fig.5, a), the radiation power of each of which :

$$P_V = 0,5 R_\Sigma I^2 \approx 400 (l/\lambda)^2 I^2, \quad (8)$$

where λ is the wavelength, l is the length of the vibrator, R_Σ is the radiation resistance of the antenna.

The realization of such heating of the line is explained in Fig.5

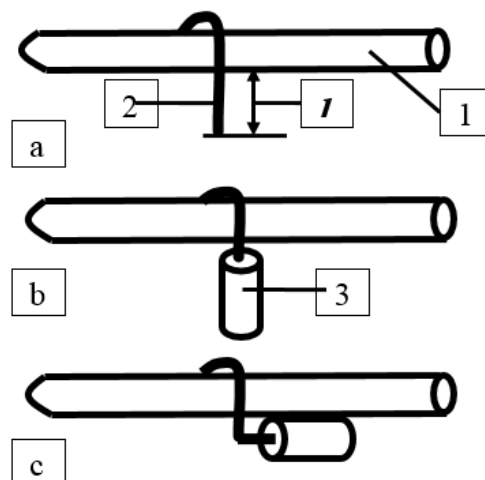


Fig.5

At fig.5 a) line 1, with a short vibrator 2 attached to it ; b) a resistor 3 of one $k\Omega$, connected to a vibrator ; c) a resistor attached to the wire .

When replacing a wire segment with a graffiti-ceramic resistor with resistance $R \gg R_\Sigma$ (position 3 in Fig.5 b), most of the signal power will not be emitted

into the surrounding space, but dissipated as heat in this resistor, whose temperature is set to T_0 . Finally, by transferring this resistor to the horizontal position and leaning it against the main transmission line (Fig. 1c), it is possible to effect an effective line heating at the expense of radiated power, the total value of which at a distance x is:

$$P_s(x) = \sum_{i=1}^N P_{is}, \quad (9)$$

where N is the total number of vibrators in the main line section

With the help of antennas - vibrators - pieces of wire length of 15-20 cm - forcibly increases the radiated RF power, which is then converted into heat by means of attached resistors to the antenna in one kOhm (Fig.5, b). The latter, in turn, are superimposed on the wire, which leads to its heating (Fig. 5c). Such

RF-heating spots, placed with a certain step on the wires, heat the latter and ice on them is not formed.

When replacing a wire segment with a graffiti-ceramic resistor with resistance $R \gg R_\Sigma$ (position 3 in Fig.5, b), most of the signal power will not be emitted into the surrounding space, but dissipated as heat in this resistor whose temperature is set to T_0 . Finally, by transferring this resistor to the horizontal position and leaning it against the main transmission line (Fig. 1c), it is possible to effect an effective line heating at the expense of radiated power, the total value of which at a distance x is:

$$P_s(x) = \sum_{i=1}^N P_{is}, \quad (10)$$

where N is the total number of vibrators in the main line section. .

A sketch of the construction of the HF antenna-heater is shown in Fig. 6

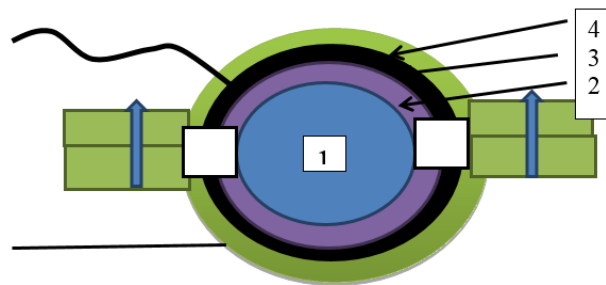


Fig.6

The following designations are accepted in Fig. 6: 1 - stranded wire AC-300 (diameter 24 mm) for power lines, 2 - insulating, heat-conducting layer, 3 - graphite layer with resistance 1 kΩ, power dissipation up to 20 W, temperature 100-120°C, 4 thermal insulator

4. Experimental verification of the method of heating the wire by means of a high-frequency electromagnetic wave.

The experimental verification of the method of heating aluminum wires was carried out on the territo-

ry of the firm "Engineering Center ORGRES" in Khotkovo, Moscow Region .

As a high-frequency generator with a frequency of 81.36 MHz (According to the "Radio Regulations, this frequency is intended for industrial applications) 1.15 kW power was used by the radio transmitter "Rime ", manufactured by MART (St. Petersburg) (Fig.7)



Fig.7



Fig.8

To match the output resistance of the RF generator $R_{gen} = 50 \text{ Ohm}$ with the input resistance of the two-wire line $R_{lin} \sim \rho = 600 \text{ Ohm}$, an HF transformer, matching device was made (Fig. 8). Along both lines -

stretched wires type AS-120 - every three meters were fixed devices for converting RF radiated energy into heat, made on the basis of resistors of the type MLT-2. Each transducer consisted of ten resistors with a total

allowable dissipation power of 20 watts. With the RF generator turned on, the heating of the resistors reached 80-10⁰ C. The graph of temperature variation along the wire is shown in Fig. 9. At the same time, the wire temperature at points 1 meter away from the

points of connection of the heaters exceeded the ambient air temperature by 10⁰C

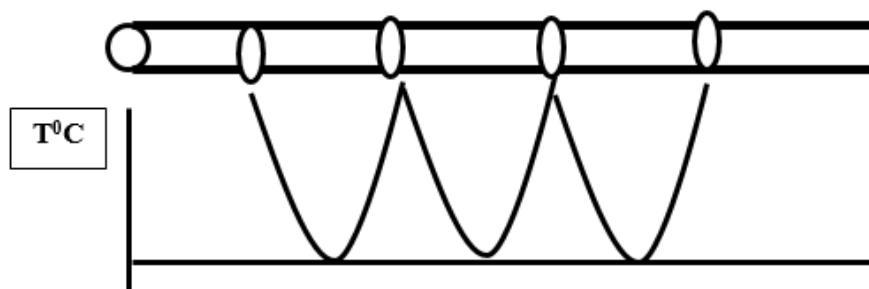


Fig.9

The main result of experimental studies:

1. To heat the AC-300 wire per 10⁰C, a specific power of 20 W / m is required.

2. We assume that the distance of 200 m between the transmission line supports is 200 m. Therefore, for heating the 400m three-phase transmission line, two RF generators with a power of 12 kW are required.

5. About creation of industrial installation

The general scheme of the installation includes (Fig. 10, 11)

- RF generators with a frequency of 81.36 MHz with a power of 12 kW (1),

- matching device for communication of the RF generator with a three-phase power line (2);

- block of automatic adjustment of the matching device (3),

- converters-heaters, attached to wires (4);

- high-voltage vacuum capacitors for connection to power lines (5) .

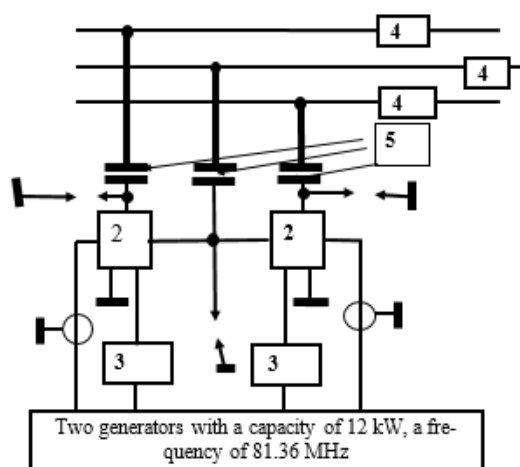


Fig.10

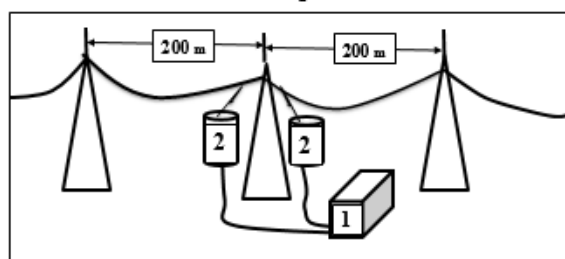


Fig.11

It is assumed remote, automatic control system "Anti-ice" using a satellite system of the type "Tura-ya" or fiber-optic telecommunication system

The conclusion.

1. Within the framework of the theory of the electromagnetic field, the principles of constructing a system for heating the wires of power lines are con-

sidered in order to prevent the formation of ice on them.

2. With the help of the new method it is proposed not to fight ice, but to prevent the formation of ice on the wires.

3. The carried out experimental studies confirm the possibility of creating a similar system, the advantage of which are

- Prevent the formation of ice on the wires,
- disconnection of disconnection from the consumer network is not performed,
- absence of burning wires during
- Saving of electric energy.
- the absence of the so-called "dance" wires,
- Exception of technological short circuit of wires

REFERENES:

1. 1. Патент № 2356148 от 15.05.2008, Способ и устройство для борьбы с гололедом на линиях электропередачи. МИРЭА и Каганов В.И.
2. Jackson, J. Classical Electrodynamics. - Moscow: Mir, 1965
3. Tamm I.E. Fundamentals of the theory of electricity. - Moscow: GITTL, 1956.19.
4. W / Kaganov, S. Tereshchenko. Microwave electromagnetic wave - promising projects. - Lambert, 2017.
5. Kaganov V.I. Radio engineering circuits and signals. 4 th edition, -M.: Fo-rum -INFRA, 2018
6. Kaganov V.I. Transistor radio transmitters. -M.: Energia, 1976.

PRINCIPLES OF DESIGNING MOBILE ROBOTS

Polishchuk M.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

Abstract

The article proposes three basic principles for the design of mobile robots: the accumulation and conversion of energy, the integration of motion drives and the use of the generator of reactive pneumatic traction. These technical solutions allow robots to navigate on surfaces of arbitrary orientation in different coordinate systems. The implementation of these principles contributes to reducing the total power of the drives and increasing the reliability of holding robots on the surface of arbitrary orientation in the technological space. The results of mathematical modelling of constructive and technological parameters of mobile robots are described.

Keywords: mobile robots, walking mechanisms, robots of vertical movement, climbing robots

Introduction

The evolution of technical systems in the field of engineering science, as a rule, led to the emergence of new means of production. In the twentieth century scientific and technical thought created sufficiently reliable means of overcoming the gravitational force in the form of flying and reactive equipment. These funds are used as a reliable transport. However, up to the present time there are no industrial samples of equipment for performing contact technological operations while simultaneously overcoming the forces of gravity.

Mobile robots of arbitrary orientation are known in publications as robots of vertical movement or in international publications – under the term Climber Robot, are a new modification of mobile robots. These robots are equipped with means of fixation on the surface of arbitrary orientation relative to the horizon of the technological space. The creation of this kind of robotics is at the initial stage and is dictated by the need to perform technological operations in such areas of industrial activity as monitoring of industrial facilities, installation and dismantling of building structures, repair and prevention of their components. In the context of the fourth industrial revolution, "Industry 4.0" [1, p. 69], with the focus on the use of robotic systems, information and communication tools, and the use of these robots becomes especially urgent in

the extreme conditions of man-made disasters that are dangerous and even unacceptable for human presence.

1. Prerequisites and means for solving the problem

The problem of creating this type of robots is the lack of a methodology for synthesizing the robot subsystems that compensate or overcome the gravitational load in order to ensure that the robot is held on an arbitrarily oriented surface during the execution of technological operations. Therefore, the purpose of this research is to develop principles for the synthesis of mobile robots and the introduction of modern computer modeling tools for the transition to the design and manufacture of prototypes of mobile robots.

Theoretical and experimental studies on the creation of robots of arbitrary orientation in the technological space began in the last decade of the twentieth century in the countries of Western Europe, Japan, the United States, Korea, China and Russia. To date, there are mainly experimental samples of such robots.

Mobile works [2, p. 24; 3, p. 28–32; 4, p. 1; 5, p. 60] are equipped with devices to fix the robot on surfaces of arbitrary orientation, and in studies [6, p. 70–78; 7, p. 22–28] hybrid drives are proposed that can improve the energy efficiency of mobile robots. Technical solutions [8, p. 4; 9, p. 6; 10, p. 348; 11, p. 54] allow the robot to move on surfaces oriented at different angles to the horizon, but only in 2D space, that is, in a plane. In the general case, the variations of the

constructions of the above-mentioned robots restrict their movement only in the Cartesian coordinate system.

Unlike the aforementioned technical solutions, the robot model [12, p. 42] allows servicing objects in the cylindrical coordinate system, in particular, objects such as trees, but with a soft porous surface for the movement of the robot, which limits the technological capabilities of mobile robots. At a time when there are objects facilities that are also close to the cylindrical coordinate system, for example, electric grid posts, columns, pipes of thermal power plants and the like. In addition, the mobile robot should also work in a system of angular coordinates, which is typical for humans. The development of systems for connecting the robot to the surface of motion is a technical solution [13, p.4], which uses adhesion technology. However, current implementations of this technology are characterized by an extremely low speed of movement of the robot due to the effect of slow adhesion. This property still prevents the industrial use of adhesion as a method of fixing the robot to a surface of arbitrary orientation. Thus, the problem of synthesizing mobile robots capable of performing technological operations in a space of arbitrary orientation is topical.

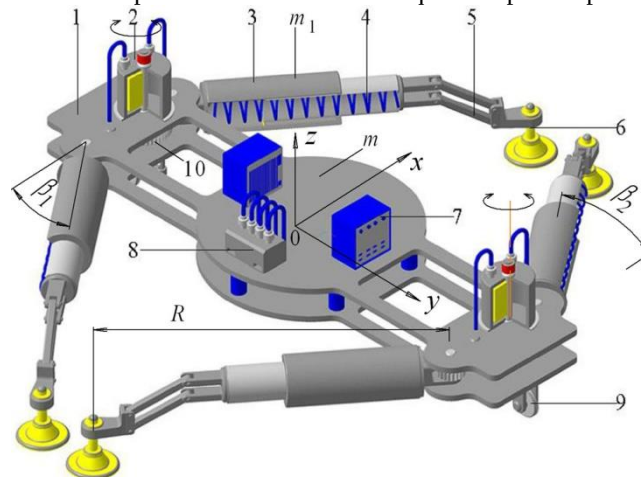


Fig. 1. The robot model of arbitrary orientation with the accumulation and transformation of energy

On the robot body 1 are mounted rotary pneumatic actuators 2 connected through a gear train 10 with running mechanisms 3. When the elastic members 4 are compressed due to the rotation of the legs of the robot, the potential energy is accumulated during the first half of the step, and in the second half of the step, these elements convert the potential compression energy in the kinetic energy of the robot's motion [15, p. 117; 16, p. 10]. To implement a plane-parallel motion along the vertical, the robot is equipped with parallelograms 5. The latter connect pedipulators with vacuum grippers 6 that hold the robot on a surface of arbitrary orientation. Also, the robot is equipped with a control unit 7 and a power supply module 8. To overcome obstacles on the moving surface, the robot is additionally equipped with rolling bearings 9.

Volumes of the potential and kinetic energy of the robot motion at different stages of displacement can be determined using Lagrangian equations of the second kind.

2. Solution of the problem under consideration

In contrast to the above, the concept of improving robots of arbitrary orientation based on three fundamental principles of the synthesis of mobile robot designs is proposed:

1) Accumulation of potential energy at each previous step of the robot's movement and subsequent conversion to kinetic energy at the next step of the movement.

2) Integration of drives of longitudinal, vertical displacement, and also drives of change of orientation of the robot according to the set route.

3) The use of traction generators (aerodynamic lift forces) as a means of counteracting the gravitational force to increase the technological load while simultaneously reducing the power of clutch drives and the movement of robots.

As technical means of implementing these principles of synthesis, consider the corresponding models of robots of arbitrary orientation. In Fig. 1 shows a mobile robot [14, p. 2] realizing the first of the above mentioned principles, namely having the ability to accumulate potential energy at each previous step and converting it into kinetic energy of motion at each subsequent step of displacement.

The kinetic energy T_1 of the robot's foot free from adhesion to the moving surface will be

$$T_1 = \frac{1}{2} \int (V_{x1}^2 + V_{y1}^2) dm, \quad (1)$$

where: V_{x1} , V_{y1} – the velocity projections on the coordinate axis $Oxyz$; m – the mass of the robot.

Pedipulator of the robot, whose grips are engaged with the surface, performs a rotary motion with angular velocity $\dot{\beta}_1$. The expression for the kinetic energy of a supporting leg of mass m_1 and radius R can be obtained from expression (1) after integrating it, substituting the velocity of the translational motion of the robot $V = 0$ and the angular velocities of the pedipulators $\dot{\beta}_2 = \dot{\beta}_1$:

$$T_2 = \frac{m_1 R^2}{6} (\dot{\beta}_1)^2. \quad (2)$$

Thus, the movement of the robot at each second half of the cycle occurs due to the energy accumulated

at each first half of the travel step. This allows 40% ... 45% to reduce energy costs for the movement of the robot and to direct the resulting energy reserve for the execution of technological operations. Pedipulators work with elastic elements (Fig.1, pos.4), which perform the function of accumulation of potential energy during the first half of the cycle of displacement.

The main characteristic of elastic elements is their rigidity j – parameter, which determines the force of compression of these elements, and hence the value of the accumulated potential energy in the first half of the step of the pedipulator.

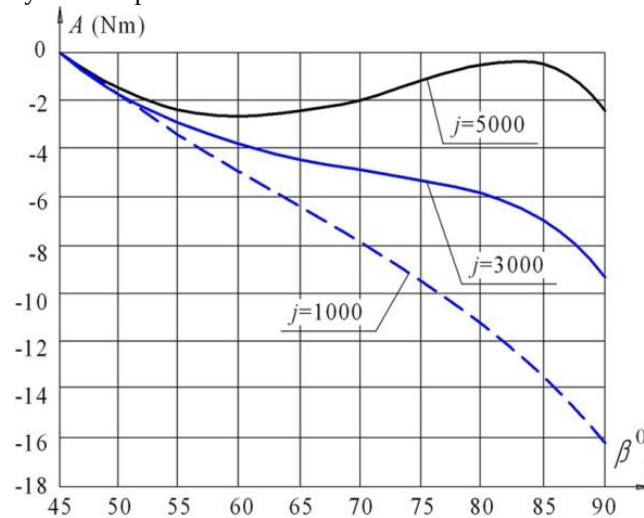


Fig. 2. The effect of the elastic element j (N/m) on the work performed in the step $\beta_1 > 45^\circ$ of the robot movement

In Fig. 2 shows the dependence of the variation of work "A" on the stiffness of the elastic element j (N/m) and the forces of weight in the second stage $\beta_1 > 45^\circ$ of displacement, that is, during the transformation of the potential energy into the kinetic energy of the robot's motion. At the second stage of displacement $45^\circ \leq \beta_{1,2} \leq 90^\circ$ drive the of pedipulator is turned off to save energy resources of the robot, and it moves only due to kinetic energy. Analysis of these graphs shows that to increase the kinetic energy of the robot movement, it is advisable to increase the rigidity, despite the fact that in this case the counteraction to the drive increases in the first half of the step, that is, the efficiency of the drive decreases. However, this negative manifestation can be compensated for by an increase in the transmission ratio (see item 10, Fig. 1) of pedipulators.

The second principle, as noted above, involves the integration of displacement drives [17, p. 6] with the aim of reducing them, and hence of reducing the mass of the robot. It is known that in the Cartesian space we have six degrees of freedom – three transla-

tional movements and three rotational, each of which according to the classical solutions corresponds to an autonomous drive. The method of Fig. 3 – technical implementation of this principle eliminates the need for drives for each of the coordinate axes. To do this, the robot is equipped with flexible running mechanisms 2 mounted on the body 1. Each pair of legs of the robot through the transmissions 3 is provided with electric drives 4. The grippers 5 keep the robot on the surface moving, and the rotary actuators 6 change the position of the grippers relative to the displacement surface. The robot platform has a power supply unit 7, a hydraulic or pneumatic valve unit 8 and a gas or liquid pressure generator and a controller 9 for controlling the robot. Due to the fact that each foot of the robot is made in the form of a compressed set of hemispherical rings inside which corrugated pipes are placed under different pressures, the robot has the ability to work in different coordinate systems: rectangular Cartesian, spherical and cylindrical without additional drives on each axis of coordinates.

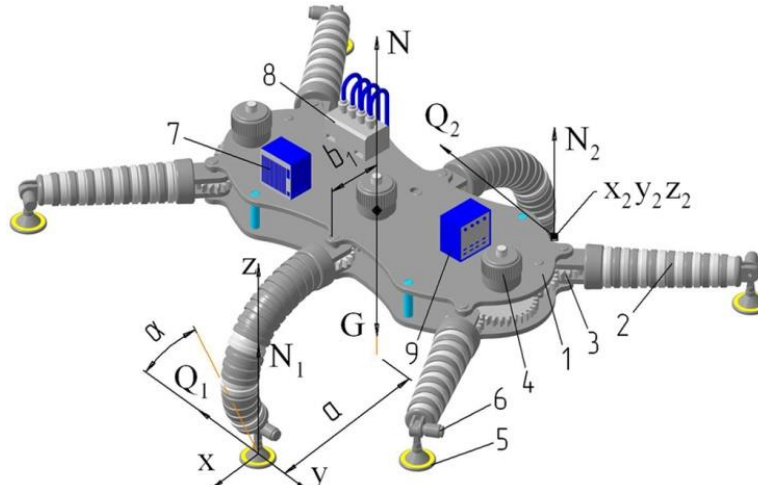


Fig. 3. Model of the robot with flexible pedipulators

In each leg of the robot there are four corrugated pipes. Two pipelines with pressure p_1 p_2 are placed in a vertical plane and two other pipelines – in a horizontal plane with pressure p_3 and p_4 . Due to the action of these pressures, forces appear that, while bending the robot's leg, orient the robot in the technological space:

$$F_1 = p_1 \frac{\pi d^2}{4}; F_2 = p_2 \frac{\pi d^2}{4}; F_3 = p_3 \frac{\pi d^2}{4}; F_4 = p_4 \frac{\pi d^2}{4}, (3)$$

where d – the internal diameter of the corrugated tubes. Since the axes of the pipelines are offset from the pedipulator axis by the eccentricity e , there are moments M_1 and M_2 that flex the robot's leg:

$$M_1 = \frac{\pi d^2}{4} (p_1 - p_2) e; M_2 = \frac{\pi d^2}{4} (p_3 - p_4) e (4)$$

where: e – eccentricity of placement of corrugated pipelines in the plane of the coordinate system.

To develop a robot, it is necessary to establish a connection between the forces of adhesion of its legs

$$\begin{aligned} a_3 &= d_1 b_2 - b_1 d_2 / \Delta; b_3 = b_2 h_1 + b_1 h_2 / \Delta; d_1 = y_c \cos \alpha - z_c \sin \alpha; \\ b_2 &= x_2 \cos(\varphi - \alpha); d_3 = d_2 a_1 - d_1 a_2 / \Delta; h_3 = h_2 a_1 + a_2 h / \Delta; \\ a_1 &= y_2 \cos(\varphi - \alpha) + z_2 \sin(\varphi - \alpha); a_2 = -x_2 \sin(\varphi - \alpha); \end{aligned}$$

$$d_2 = x_c \sin \alpha; b_1 = y_2 \sin(\varphi - \alpha) - z_2 \cos(\varphi - \alpha); h_1 = y_c \cos \psi + z_c \sin \psi; h_2 = x_c \sin \psi; \Delta = a_1 b_2 - b_1 a_2;$$

x_2, y_2, z_2 – coordinates of the contact point of the second leg of the robot with the displacement surface; x_c, y_c, z_c are the coordinates of the center of gravity of the robot; α, φ – angles of inclination to the horizon of surfaces on which the robot's legs rest; ψ is the angle of inclination of the central axis of the robot passing through its center of gravity G (see Fig.3). Then, from

$$a_4 = \cos \alpha - a_3 \cos(\varphi - \alpha) - d_3 \sin(\varphi - \alpha); h_4 = \cos \psi - b_3 \cos(\varphi - \alpha) + h_3 \sin(\varphi - \alpha);$$

$$h_5 = \sin \alpha - d_3 \cos(\varphi - \alpha) + a_3 \sin(\varphi - \alpha); h_6 = \sin \psi - h_3 \cos(\varphi - \alpha) - b_3 \sin(\varphi - \alpha).$$

For the stability of the robot, the frictional forces of each of its legs must not exceed the boundary values:

$$Q_{1y} < \mu N_1; Q_{2y} < \mu N_2; N_1 > 0; N_2 > 0, (7)$$

to the displacement surface and the permissible technological load to ensure the reliability of its industrial operation. Having formulated the system of equilibrium equations on the basis of the Herman–Euler–D'Alembert principle (here we omit the record for brevity), we find the corresponding reaction forces $N_{1,2}$ and the frictional forces $Q_{1,2}$ by the robot foot to the displacement surface and then compare them with the technological load N in depending on the angle α of the robot inclination to the horizon.

The reaction forces of N_2 and the frictional forces Q_{2y} of the robot supports with the displacement surface are determined as follows (the designation of the parameters, see Fig.3):

$$N_2 = Q_2 + a_3 G - b_3 N; Q_{2y} = d_3 G + h_3 N, (5)$$

where for the compactness of the incoming values of variables is denoted:

the same system of equilibrium equations, we find the remaining unknown reactions N_1 and the frictional forces Q_{1y} :

$$N_1 = Q_1 + G a_4 - N h_4; Q_{1y} = G h_5 + N h_6, (6)$$

where also for the compactness of writing variables is defined:

where μ – the coefficient of friction of the grip of the robot's leg with the surface along which the robot moves. Substituting in expression (7) the expressions above the found reactions of forces (5) and (6), we find limitations for the technological load of the robot taking into account the forces acting on it:

$$\begin{aligned}
 N_1 > 0 &\Rightarrow N < \frac{Q_1 + Ga_4}{h_4}; \quad N_2 > 0 \Rightarrow N < \frac{Q_2 + Ga_3}{b_3}; \\
 N < \frac{\mu Q_2 + G(\mu a_3 - d_3)}{h_3 + \mu b_3}; \quad N < \frac{\mu Q_1 + G(\mu a_4 - h_5)}{h_6 + \mu h_4}.
 \end{aligned} \quad (8)$$

Among the values of the reaction N of the technological load calculated in accordance with conditions (8), we choose the largest, which simultaneously satisfies all inequalities, which allows to determine the maximum technological load of the robot, for example, for drilling, rivets, dowels, etc. technological operations.

As a result of the simulation, the limiting values of the technological load are obtained (Fig.4): curves 1 and 2, respectively, determine the separation states from the displacement surface of the first and second

legs of the robot, and curves 3 and 4 are the beginning of slippage of the said robot legs, respectively.

The robot of arbitrary orientation can be on such surfaces as a floor, a wall or a ceiling. Accordingly, if the robot is on the floor, then in the above dependences it is necessary to substitute the value $\varphi = 0^\circ$, $\alpha = 0^\circ$; if on a vertical wall, then $\varphi = 90^\circ$, $\alpha = 90^\circ$ and if on the ceiling, then $\varphi = 180^\circ$, $\alpha = 180^\circ$ and so on.

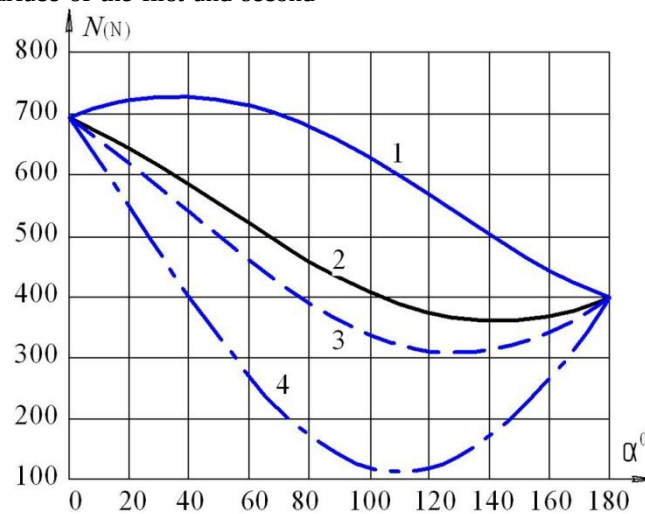


Fig. 4. Graphs of the boundary values of the technological force N of the robot as a function of the angle α of the inclination to the horizon

And, finally, the third principle – the use of traction generators as a means of counteracting the gravitational force is realized by the robot [18, p.6], shown

in Fig. 5. Like the previous one, it also has flexible pedipulators 2, grippers 3, gear 4 and electric drives 5 on the body 1.

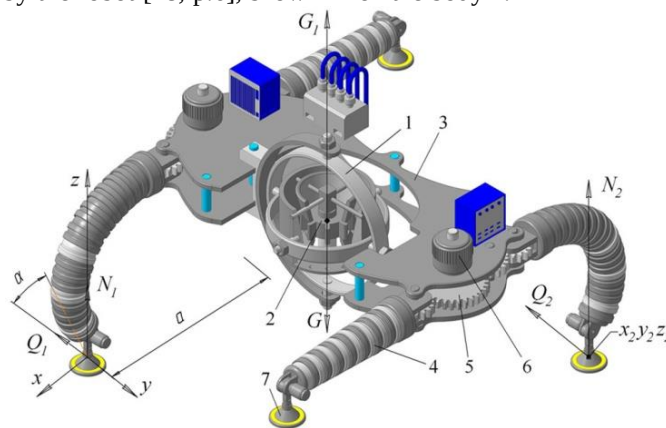


Fig. 5. Mobile robot with pneumatic generator of aerodynamic lift

The main difference of this robot is the installation in the center of its masses suspension Cardan 6 with three degrees of freedom and a pneumatic generator of traction 7. The location of the thrust generator on the Cardan suspension allows the thrust generator to maintain the coincidence of the lines of action of opposing forces: the rise of G_1 and the gravitational

force G , regardless of the position of the robot in the XYZ space. This principle allows us to differentiate the approach to regulating the lifting force of the robot, depending on its orientation in space.

Similarly to the previous case, from the system of equilibrium equations of the robot determine the forc-

es of normal reactions N_i of the legs of the robot and the corresponding frictional forces Q_i (see Fig.5):

$$N_2 = b_{12}(G - G_1), \quad (9)$$

where: G – the weight of the robot; G_1 – traction force; α – angle of inclination of the plane of movement of the robot to the horizon $b_{12} = \cos \alpha y_c - \sin \alpha z_c / 2y_2$; y_c, z_c – coordinates of the center of gravity of the robot; y_2 – coordinate of contact with the moving surface of the second part of the robot.

The frictional force Q_{1y} and the normal reaction N_1 are determined as

$$Q_{1y} = (G - G_1)(-\mu b_{12} + \frac{1}{2} \sin \alpha); N_1 = (G - G_1)(-b_{12} + \frac{1}{2} \cos \alpha).$$

As can be seen from the graphs of Fig. 6 with positive reactions N_1 and N_2 with the angle of inclination of the displacement surface $\alpha \leq 54^\circ$, the weight of the robot increases the technological load.

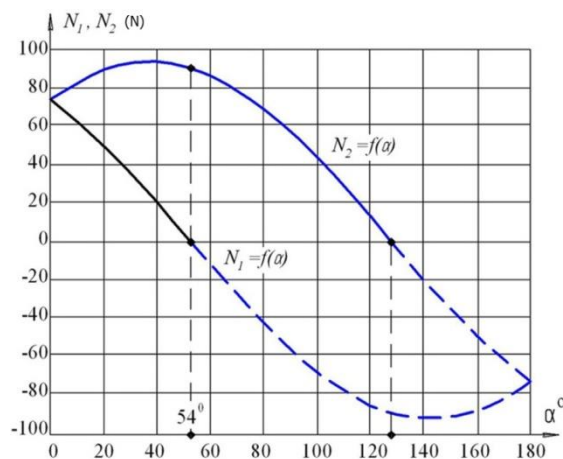


Fig. 6. Graphs of the dependence of the normal reactions N_1, N_2 of the robot on the angle α of its inclination to the horizon

This means that the inclusion of the jet engine is more suitable for the values of the angle of inclination of the robot to the horizon at $\alpha \geq 54^\circ$. Of course, the critical angle of inclination depends on the other centrifugal characteristics of the robot. However, using the generator of aerodynamic forces ensures reliable retention of the robot on surfaces of arbitrary orientation with any structural and technological parameters of the robots. To calculate the critical angle of inclination to the horizon and, accordingly, to regulate the force of the reactive thrust, that is, the aerodynamic force of the pneumatic generator, it is necessary to take into account other characteristics of the robot.

3. Results and discussion

Creation of means for accumulation of potential energy of drives with the subsequent transformation into kinetic energy of movement of the robot, and also integration of drives allows reducing considerably the general power that provides reduction of gravitational load.

The use of a pneumatic motor as a means of counteracting the gravitational force makes it possible, when adjusting the traction force, depending on the angle of the robot's inclination to the horizon, to increase the reliability of holding the robot on the surface of an arbitrary orientation.

A fundamentally new realization of the legs of mobile robots in the form of a set of hemispherical rings and corrugated pipelines at different gas or liquid pressures makes it possible to achieve an arbitrary orientation of the mobile robot in different working spaces: a rectangular Cartesian, spherical and cylindrical coordinate system. This effect ensures the expan-

sion of technological capabilities of mobile robots of arbitrary orientation in the technological space.

4. Conclusion

The concept of the synthesis of mobile robots is based on three principles of constructing their designs. These principles can be used autonomously and in combination, depending on the technological purpose of the robot and its profitability, which, in turn, is determined by the area of industrial operation. The proposed approach to the synthesis of mobile robots can reduce the weight of structures by reducing the total number of drives. This increases the energy resource for improving the efficiency of both transport and technological operations performed by the robot in various areas of industry. The next stage of the research is the experimental approbation of this concept of the synthesis of mobile robots.

REFERENCES:

1. Kuznetsov Yu.N. Challenges of the fourth industrial revolution "Industry 4.0" in front of scientists of Ukraine. Vestnik KhNTU, Kherson. 2 (61), 2017, p. 67-75.
2. Raju D.D., Jaju S.B. Developments in wall climbing robots: a review. International journal of engineering research and general science. 2 (3), 2014, 37p.
3. Gradetskii V.G., Veshnikov V.B., Kalinichenko S.V. Controlled movement of mobile robots over arbitrarily oriented surfaces in space. M: Nauka, 2001, 360p.
4. Chernous'ko F.L. Mobile robots: research, development, prospects. <http://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=f5c75bcf->

2fa5-40e6-b067-4492c5ab22&print=1. (Chernous'ko F.L. Bolotnik N.N. and Gradetskii V.G.)

5. Polishchuk M.N. Modernization of the vacuum gripper of the mobile walking robot. *Mechanics and Advanced Technologies*, vol. 2 (80), 2017, p. 59–64.

6. Kuznjecov Ju.M., Shybecjkyj V.Ju. Robotic systems complexes of pharmaceutical and biotechnological productions. Kiev, GhNOZIS, 2012, 335 p.

7. Pavlenko I.I. Industrial work: calculation basics and design. KNTU. Kirovograd, 2007, 420p.

8. Sinev A.V., Gradetskii V.G., Kravchuk L.N. The vehicle for moving along the surfaces arbitrarily oriented in space. *State Register of Patents of Russia*, Pat. № 2262461, 2005, 6p.

9. Baranov V. E. Vehicle for moving on inclined and vertical surfaces. *State Register of Patents of Russia* Pat. № 2267434, 2006, 8p. (Baranov V. E., Vagin S.G., Zatsepin V. A., Kokorin A. G.)

10. Chashchukhin V.G. Investigation of the movement parameters of a robot with a sliding seal. – *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo*, vol 4 (2), 2011, pp. 347–349.

11. Shamim Hasan. Smartphone Controlled Spy Robot with Video Transmission and Object Collector, *International Journal of Engineering and Manufacturing (IJEM)*, Vol.7, No.6, 2017, p.50-58. (Shamim Hasan, Khalid Hossain Jewel, Niaz Mostakim, Nabil Hossain Bhuiyan, M.K. Rahman, Sheikh Dobir Hossain and Khalid Hossain).

12. Tin Lun Lam., Yangsheng Xu *Tree Climbing Robot: Design, Kinematics and Motion Planning*. New York: Springer Heidelberg. 2012, p. 37–46.

13. Yehya M., Wasim A., Jahanzaib M., Abdalla H. A. Unipolar Electrode Adhesion Pad Technology for Adhesion Mechanism of Wall Climbing Robot. *International Journal of Robotics and Mechatronics*, vol. 2 (1), 2014, p. 1–10.

14. Yampolskiy L.S. Method and device for movement of pedipulators of walking robot. *State Register of Patents of Ukraine*, Pat. 111021, 2016, 11p. (Yampolskiy L.S., Polishchuk M.N., Persikov V. K.).

15. Polishchuk M., Oliinyk V. Mobile climbing robot with elastic energy accumulators. *Mechanics and Advanced Technologies*, vol. 1 (82), 2018, p. 116 – 122.

16. Kuznetsov Yu.M., Polishchuk M.M. Walking mobile robot Kuznetsova – Polishchuka. *Ukrainian Institute of Intellectual Property, Ukraine*, application for a patent № a2018079762018, 16p.

17. Polishchuk M., Opashnianskyi M., Suyazov N. Walking Mobile Robot of Arbitrary Orientation, *International Journal of Engineering and Manufacturing (IJEM)*, vol.8, No.3, 2018, pp.1–11.

18. Polishchuk M.N. Antigravity mobile robot Polishchuk. *Ukrainian Institute of Intellectual Property*, application for a patent № a201805661, 2018, p. 8–10.

MATHEMATICAL MODELS IDENTIFICATION IN CHARACTERISTIC SITUATIONS OF CONDUCT OF THE BREWERY TECHNOLOGICAL COMPLEX

Romanov N.

PhD, National University of Food Technologies, Kiev

Svitoch I.

PhD student, Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kiev

Macebula D.

PhD student National University of Food Technologies, Kiev

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ХАРАКТЕРНЫХ СИТУАЦИЯХ ПОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСА ПИВЗАВОДА

Романов Н.

Кандидат технических наук, старший преподаватель, Национальный университет пищевых технологий, г. Киев

Свиточ И.

Аспирант, Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского, г. Киев

Мацебула Д.

Аспирант, Национальный университет пищевых технологий, г. Киев

Abstract

Goal. The purpose is to create mathematical models that allow to describe such basic qualitative characteristics of brewing process as quality of production at all stages of the production process, productivity and losses.

Method. To pass the passive experiment in the production conditions of the brewery according to the results of which (data of measurements of technological parameters and data of laboratory analyzes) to carry out the identification of mathematical models. In the Matlab, using the least squares method, evaluate the competitive models of certain structures and the parameters of these models based on the criteria: determination, Akaike information criterion, Hawking and Fisher statistics.

Results. The use of the above criteria of adequacy allowed us to select the optimal model structures for each situational-significant area in terms of their accuracy and complexity.

Scientific novelty. On the basis of the conducted research, models were developed describing the dependencies of the output process variables, which were the main qualitative indicators that can be quickly measured by objective methods and definitely characterize the quality of semi-finished products and finished products (malt extraction, concentration of hopped wort, stage of fermentation), equipment productivity, specific losses of resources at each stage of production depending on the regime parameters and input products. Models were determined with fuzzy values of input variables.

Practical significance. The created models can be used to create new or to improve the existing systems of automation of brewing processes.

Аннотация

Цель. Цель работы заключается в создании математических моделей, позволяющих описать следующие основные качественные характеристики процесса пивоварения как качество продукции на всех стадиях производственного процесса, производительность и потери.

Методика. Провести пассивный эксперимент в производственных условиях пивзавода по результатам которого (данные измерений технологических параметров и данные лабораторных анализов) осуществить идентификацию математических моделей. В среде Matlab методом наименьших квадратов, оценить модели-конкуренты определенных структур и параметры этих моделей на основе критериев: детерминации, информационного критерия Акаике, статистик Хокинга и Фишера.

Результаты. Использование приведенных критериев адекватности позволило осуществить выбор оптимальных структур моделей для каждой ситуационно-значимой зоны с точки зрения их точности и сложности.

Научная новизна. На основании проведенных исследований созданы модели, описывающие зависимости выходных переменных процесса, которыми были основные качественные показатели, которые могут оперативно измеряться объективными методами и изначально характеризовать качество полуфабрикатов и готовой продукции (экстрактивность солода, концентрация охмеленного сусла, степень сбраживания), производительность оборудования, удельные потери ресурсов на каждой стадии производства в зависимости от режимных параметров и входной продукции. Модели определялись при нечетких значениях входных переменных.

Практическая значимость. Созданные модели могут быть использованы для создания новых или совершенствования существующих систем автоматизации технологических процессов пивоварения.

Keywords: brewing, fuzzy values of variables, identification of mathematical models, situational-significant zones.

Ключевые слова: пивоварение, нечеткие значения переменных, идентификация математических моделей, ситуационно-значимые зоны.

Пивоваренная промышленность является одной из ведущих отраслей пищевой промышленности Украины. Основными направлениями повышения эффективности пивоваренного производства являются: улучшение качества продукции, повышение производительности технологического оборудования и рациональное использование энергетических и материальных ресурсов. Технологические процессы в пивоварении характеризуются, как правило, большой сложностью и разнообразием. Общей характерной чертой всех существующих технологических процессов является то, что для преобразований исходного сырья, материала или полуфабриката в определенный конечный продукт, необходимо большое количество функционально отличных степеней переработки.

Для целенаправленного течения этих процессов на отдельных ступенях или на их конкретных стадиях необходимы различные виды энергии, вспомогательных веществ и информации. Условия и режимы реализации отдельных стадий технологических процессов могут также значительно отличаться (щелочные, кислотные, маслянистые и другие среды; высокие температуры или низкие, высокое давление и вакуум; статическая нагрузка или вибрация; мощные электромагнитные поля и т.д.) [1].

Несмотря на большое качественное и количественное разнообразие отдельных технологических процессов, их различные масштабы, режимы и условия реализации, все они имеют общие свойства: они структурно сложны, состоят из отдельных частей или элементов; перерабатывают вещество, энергию или информацию; связаны с другими технологическими или сопутствующими процессами.

Анализ работ по технологии и автоматизации пивоваренных производств показал, что созданы необходимые технологические условия для обеспечения эффективного автоматизированного управления производственными процессами пивоварения. Среди таких работ можно выделить работы ученых В. Кунце, Л. Нарцисса, В.А. Домарецкого. В области автоматизации производственных процессов неоценимым вкладом являются работы ученых: П. Телиса, Л.Третьяк, Е. Егорова. Сетевый подход в области управления развит в работах С.А. Юдицкого, Ю.С. Затуливетра, С.А. Куджа [2,3]. Использование сценарного подхода при управлении сложными объектами обосновано в работах В.В. Кульбы, С.А. Косяченко, Д.А.Кононова [4]. Обобщая, можно отметить, что отсутствует комплексный подход к проблемам автоматизированного управления технологическим комплексом пивзавода в целом. На основе

анализа принципов управления сложными технологическими комплексами и достижений современной теории и практики автоматизированного управления определены актуальные проблемы систем управления пивзаводом.

Необходимость планирования на предприятии в условиях высокой изменчивости окружающей среды связана с неопределенностью, риском, а значит и с появлением проблемных ситуаций на предприятии. Причиной появления проблемных или кризисных ситуаций может быть не только объект, но и субъект управления.

Возникновение различных ситуаций, опасных для производства и в целом для предприятия, объективно характеризуется большим количеством взаимосвязанных факторов, повышающих сложность управления. Практика показывает, что проблемные ситуации возникают и протекают по-разному. Ни одна производственная система не функционирует в вакууме, ее окружает очень разнородная среда. Все, что находится вне предприятия, в той или иной степени постоянно влияет на него. Это влияние протекает во времени неравномерно или периодически с разной силой и проявляется неодинаково. Предприятие должно хорошо знать не только среду, в которой находится, но и уметь адекватно реагировать на каждое из внешних воздействий.

Для получения математических моделей для оценки критериев оптимальности в ситуационно-значимых зонах в производственных условиях пивзавода ПАО «Оболонь» был проведен пассивный эксперимент, в ходе которого осуществлялась, с интервалом обеспечивающим статистическую независимость измерений, фиксация контролируемых переменных, характеризующих технологические процессы приготовления пива (общее количество переменных 31).

По результатам эксперимента (данные измерений технологических параметров и данные лабораторных анализов) осуществлялась идентификация математических моделей методом наименьших квадратов в среде Matlab, где оценивались модели-конкуренты определенных структур и параметры этих моделей на основе критериев: детерминации, информационного критерия Акаике, статистик Хокинга и Фишера. Использование приведенных критериев адекватности позволило осуществить выбор оптимальных структур моделей для каждой ситуационно-значимой зоны с точки зрения их точности и сложности.

Модели описывали зависимости выходных переменных процесса, коими были основные качественные показатели, которые могут оперативно измеряться объективными методами и изначально характеризовать качество полуфабрикатов и готовой продукции (экстрактивность солода E , концентрация охмеленного сусла $C_{охм}$, степень сбраживания $S_{збр}$), производительность оборудования, удельные потери ресурсов на каждой стадии производства от режимных параметров и входной

продукции. Модели определялись при нечетких значениях входных переменных.

Обработка экспериментальных данных осуществлялась методом наименьших квадратов, который позволяет по экспериментальным данным подобрать такую аналитическую функцию, которая подходит настолько близко к экспериментальным точкам, насколько это возможно [5].

Идея метода наименьших квадратов заключается в том, что функцию:

$$Y = f(x, a_0, a_1, \dots, a_k) \quad (1)$$

необходимо подобрать таким образом, чтобы сумма квадратов отклонений измеренных значений y_i от расчетных Y_i была наименьшей:

$$S = \sum_{i=1}^n [y_i - f(x_i, a_0, a_1, \dots, a_k)]^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

Задача сводится к определению коэффициентов a_i из условия (2). Для ее решения необходимо составить систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial a_0} &= 0, \\ \frac{\partial S}{\partial a_1} &= 0, \\ &\dots \\ \frac{\partial S}{\partial a_k} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Дальнейший расчет выполняется на основе алгоритма вычисления среднеквадратичного отклонения, а также других критериев.

При постановке задачи предполагается, что структура математической модели известна, по теоретическим основам и основным гипотезам о механизмах явлений, которые происходят в технологических процессах пивоваренной промышленности [6,7].

Метод наименьших квадратов реализован с помощью программного средства Matlab Optimization Toolbox. В зависимости от того как параметры входят в аналитическую зависимость (4), мы получаем или линейную, или нелинейную функцию.

Полином имеет следующий вид:

$$Y = AX_1^2 + BX_2^2 + CX_1X_2 + DX_1 + EX_2 + F \quad (4)$$

де A, B, C, D, E, F – искомые коэффициенты полинома.

В качестве примера, рассмотрим построение модели для некоторых основных контролируемых переменных процессов пивоварения.

Модель качественного показателя процесса получения товарного солода.

Данная модель соответствует области изменения параметра нечеткого понятия "Экстрактивность" "высокая". При этом, число Кольбаха "высокое", содержание редуцирующих сахаров "норма", время осахаривания "норма" влагосодержание солода "норма", содержание азотистых веществ "норма", температура сушения "высокая". Получили полином следующего вида:

$$\begin{aligned}
E(K, C_{ред}, \tau_{оц}, t_{суш}, W_{сол}) = & 0,629K + 0,040083C_{ред} + 0,2004417\tau_{оц} + 0,675639t_{суш} + \\
& + 0,040861W_{сол} - 0,01366K^2 - 0,00174KC_{ред} - 0,0087K\tau_{оц} - 0,00055C_{ред}\tau_{оц} - \\
& - 0,00138\tau_{оц}^2 - 0,0000556C_{ред}^2 + 0,4249Kt_{суш} + 0,0257KW_{сол} + 0,02708C_{ред}t_{суш} + \\
& + 0,00163C_{ред}W_{сол} + 0,1354t_{суш}W_{сол} + 0,00819\tau_{оц}W_{сол} - 0,00156t_{суш}^2 - 0,0000057W_{сол}^2 - \\
& - 0,00019t_{суш}W_{сол} - 5,383
\end{aligned} \quad (5)$$

где E - экстрактивность, %; K - число Кольбаха, %; $C_{ред}$ - содержание редуцирующих сахаров, г/100г сухого вещества; $\tau_{оц}$ - время осахаривания, мин.; $t_{суш}$ - температура сушения, °C; $W_{сол}$ - влагосодержание солода, %;

Решение уравнения регрессии приведены на рис. 1, из которого видно, что при росте температуры сушения и числа Кольбаха экстрактивность увеличивается и соответственно выход экстракта из солода увеличится, что приводит к повышению производительности участка.

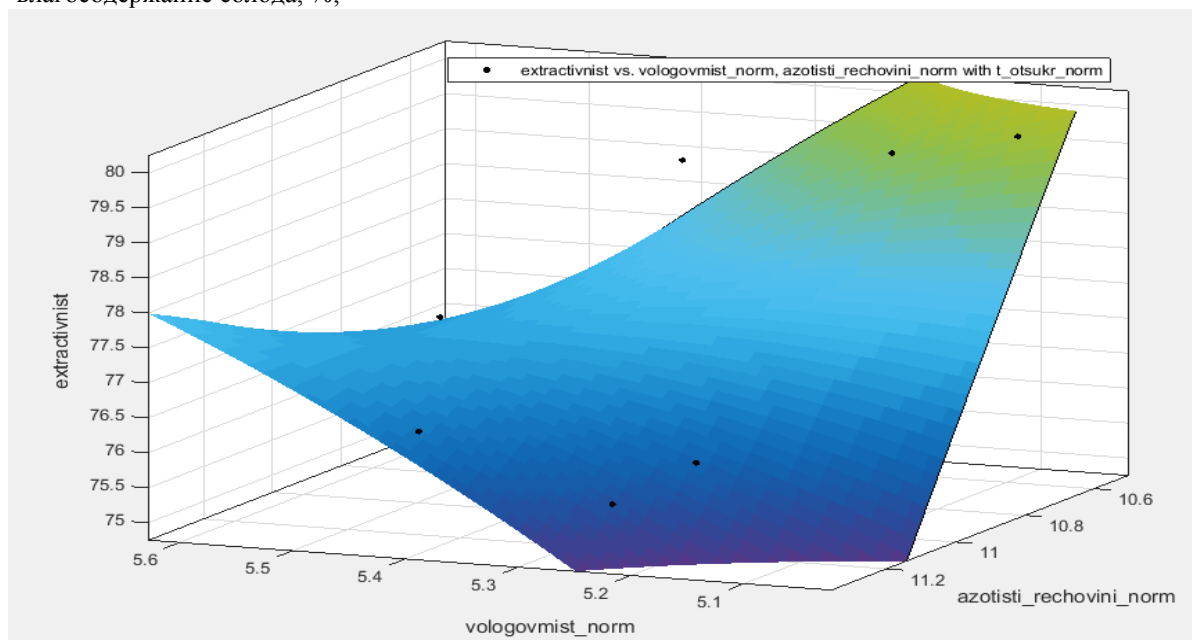


Рис. 1. Изменение экстрактивности товарного солода при нечетких значениях переменных число Кольбаха "высокое", содержание редуцирующих сахаров "норма", время осахаривания "норма" влагосодержание солода "норма", содержание азотистых веществ "норма", температура сушения "высокая".

Модель производительности процесса **получения товарного солода.**

Изменение параметра нечеткого понятия выход экстракта "высокий" при содержании экстрак-

$$\begin{aligned}
Вих_{экстр}(Вм_{экстр}, t_{суш}, K_{заг}, C_{ред}) = & 0,355638Вм_{экстр} + 1,942362t_{суш} - 0,12312K_{заг} - \\
& - 4,75976C_{ред} - 0,01066Вм_{экстр}^2 - 0,05824t_{суш}^2 - 0,01803Вм_{экстр}t_{суш} + \\
& + 0,000508Вм_{экстр}K_{заг} + 0,019646Вм_{экстр}C_{ред} + 0,002776t_{суш}K_{заг} + 0,1073t_{суш}C_{ред} - \\
& - 0,00099K_{заг}^2 - 0,03825C_{ред}^2 - 0,00193K_{заг}C_{ред} + 63,24
\end{aligned} \quad (6)$$

где $Вих_{экстр}$ - выход экстракта, %; $Вм_{экстр}$ - содержание экстракта, %; $t_{суш}$ - температура сушения, °C; $K_{заг}$ - общая кислотность, см³ раствора NaOH конц. 1 моль/дм³ в 100см³ сусле; $C_{ред}$ - содержание редуцирующих сахаров, г/100г сухого вещества;

та "меньше нормы", температура сушения "норма", общая кислотность "выше нормы", содержание редуцирующих сахаров "выше нормы" происходит по модели вида:

Решение данного полинома показано на рис.2, из которого очевидно, что при содержанию экстракта "меньше нормы", и значениях температуры сушения "норма", общей кислотности "выше нормы", содержания редуцирующих сахаров "выше нормы", мы сможем получить выход экстракта в пределах нормы.

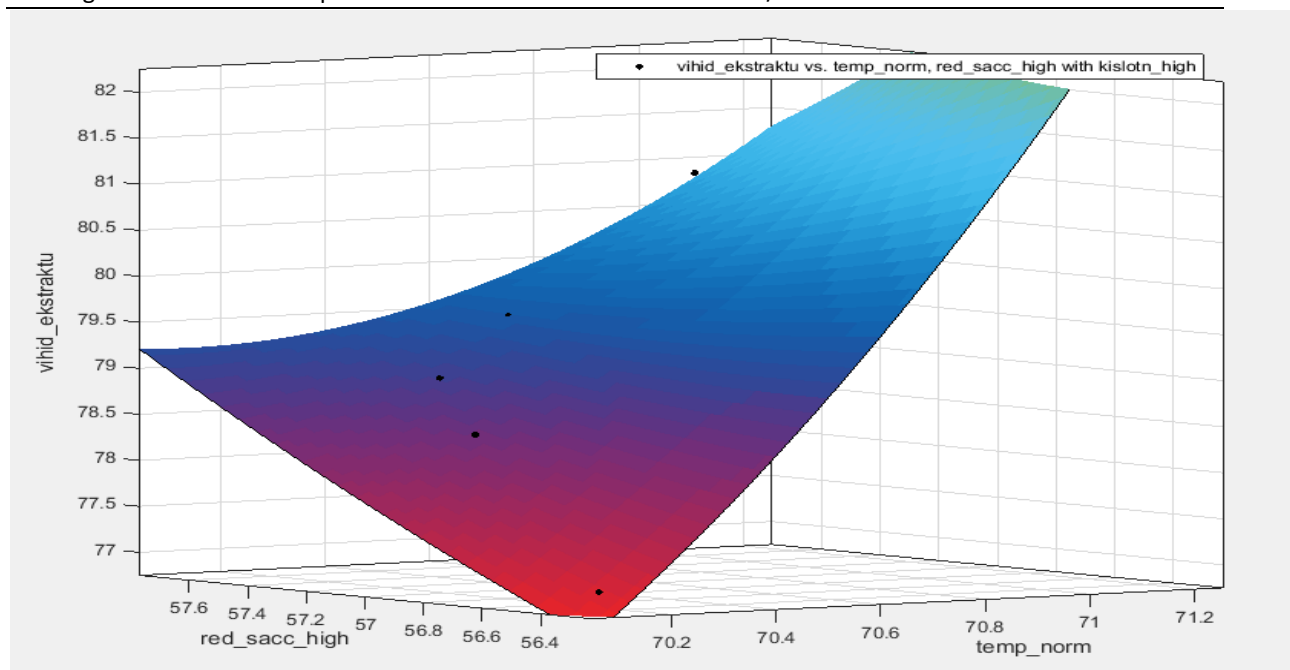


Рис. 2. Изменение выхода экстракта при значениях нечетких переменных содержание экстракта "меньше нормы", температура сушения "норма", общая кислотность "выше нормы", содержание редуцирующих сахаров "выше нормы"

Модель потерь процесса **получения товарного солода**.

Для ситуационно-значимой зоны, в которой потери редуцирующих сахаров "низкие", температура сушки "низкая", число Кольбаха "высокое"

получена модель, которая соответствует области изменения параметра нечеткого понятия "Потери экстрактивных веществ при производстве солода" "низкие" вида:

$$\begin{aligned} Bmp_{e.p.}(Bmp_{ред}, t_{суш}, K) = & 4,304 Bmp_{ред} + 0,6902 t_{суш} + 0,389 K - 2,89 Bmp_{ред}^2 + \\ & + 0,127096 Bmp_{ред} t_{суш} + 0,0716 Bmp_{ред} K - 0,0175 t_{суш} - 0,0098 K - 0,0056 t_{суш}^2 - \\ & - 0,0128 K^2 - 21,33 \end{aligned} \quad (7)$$

$Bmp_{e.p.}$ - потери экстрактивных веществ при производстве солода, %; $Bmp_{ред}$ - потери редуци-

рующих сахаров, %; $t_{суш}$ - температура сушения, °C; K - число Кольбаха, %.

Решение данного полинома приведено на рис.3.

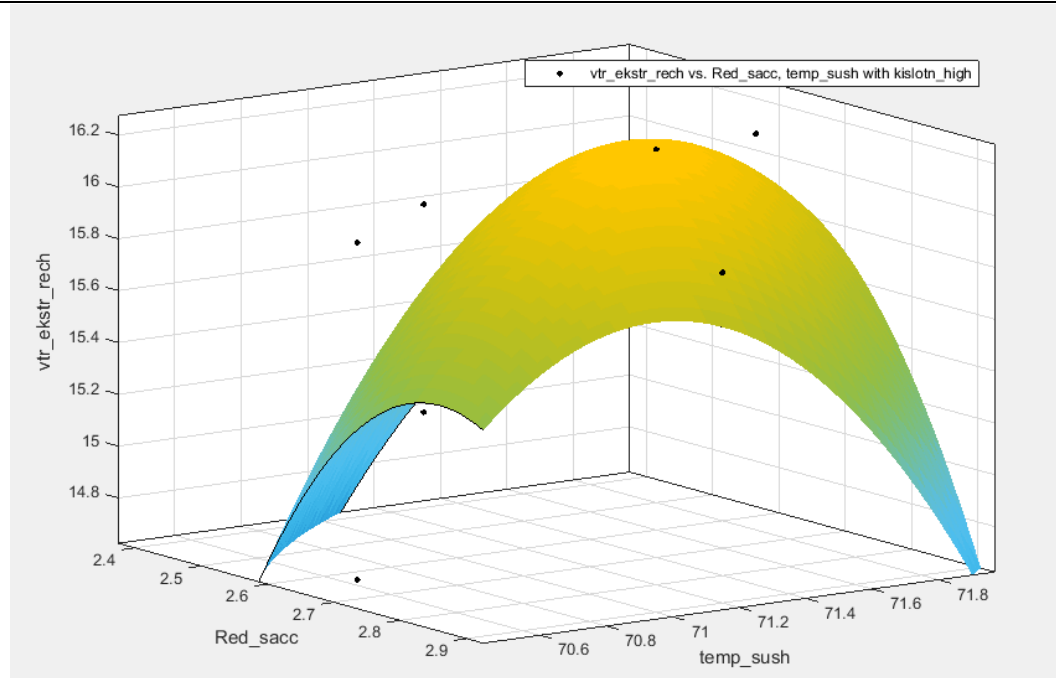


Рис. 3. Изменение потерь экстрактивных веществ при производстве солода при нечетких значениях входных факторов потери редуцирующих сахаров "низкие", температура сушения "низкая", число Кольбаха "высокое".

Разработанные математические модели для различных ситуационно-значимых зон основных технологических процессов пивоварения (затираание, варка сусла с хмелем, брожение и дображивание).

При построении математической модели, которая адекватно описывает технологический процесс, очень важен анализ правильности ее спецификации.

Негативно на свойствах модели обозначается как отсутствие значимой переменной, так и чрезмерное присутствие незначимой.

В случае, когда в модель не включена существенная переменная, наблюдаются следующие последствия:

1. Исчезает возможность правильной оценки и интерпретации уравнений.
2. Оставшиеся коэффициенты при переменных становятся смещенными.
3. Стандартные ошибки коэффициентов и t-статистики некорректны и не могут быть использованы для оценки качества созданной модели.

Например, если модель имеет вид $Y_i = \alpha + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \varepsilon_i$ и из нее изъять переменную X_2 , то в новой спецификации фактически будем рассматривать модель $Y_i = \alpha + \beta X_{1i} + u_i$, где $u_i = \beta_2 X_{2i} + \varepsilon_i$. Если переменные X_1 и X_2 коррелированы, то нарушается предпосылка теоремы Гаусса-Маркова о некоррелированности случайного члена и регрессоров, так как в этом случае между X_1 и u существует ненулевая корреляция. Оценки, полученные по методу наименьших квадратов для данной модели, уже не эффективны среди линейных оценок. Оценки являются даже смещенными, поскольку для метода наименьших

квадратов оценка коэффициента β_1 примет вид

$$\beta_1 = \beta_1 + \beta_2 \frac{\text{Cov}(X_1, X_2)}{\text{Var}(X_1)}, \quad \text{где присутствует}$$

$$\text{смещение } \beta_2 \frac{\text{Cov}(X_1, X_2)}{\text{Var}(X_1)}.$$

При включении несущественной переменной в модель смещение оценок коэффициентов не происходит, но появляется другой недостаток - растут стандартные ошибки коэффициентов. Оценки становятся статистически незначимыми. Если точная спецификация модели неизвестна (что практически всегда и бывает), то используют критерии, позволяющие выбрать из некоторого множества моделей лучшую.

Наиболее распространенными критериями являются критерий Шварца (Schwarz) и критерий Акаике (Akaike), которые позволяют выбрать лучшую модель из множества различных спецификаций. Критерии численно построены так, чтобы учесть влияние на качество подгонки модели двух противоположных тенденций. При увеличении числа переменных в модели адекватность модели в общем случае увеличивается. Причем, число регрессоров должно быть разумным, чтобы не вызвать "искусственной подгонки" зависимой переменной поясняющими. С другой стороны, недостаточное включение переменных в модель дает большую стандартную ошибку, и качество подгонки снижается.

Формулы для расчета критериев Akaike и Schwarz записываются:

$$AIC = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{2s}{n} \quad (8)$$

$$SC = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{s \ln n}{n} \quad (9)$$

где $\hat{\sigma}^2$ - выборочная дисперсия; s - число ограничений степеней свободы, n - длина выборки данных.

Значение s в данном случае равно числу независимых переменных в уравнении, включая свободный член. Первое слагаемое в обеих формулах - штраф за большую дисперсию, второй - штраф за использование дополнительных переменных. Критерии рассчитываются для каждой спецификации, которая рассматривается, и предпочтение отдается той модели, где значения критериев меньше.

Кроме названных выше критериев структурной идентификации (структурной адекватности) регрессионных моделей используют также [8]:

1. Коэффициент детерминации свидетельствует о плотности взаимодействия между факторами и результирующей переменной и определяется:

$$R^2 = 1 - \frac{RSS}{SST} \quad (10)$$

где

$$RSS = \sum_{i=1}^n (y - \hat{y}_i)^2$$

$$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2$$

y_i - данные измерений; $\hat{y}_i$ - данные, полученные в результате прогнозирования с помощью модели; $\bar{y}_i$ - усредненное значение данных.

2. Скорректированный коэффициент детерминации:

$$R_k^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n}{n - s} \quad (11)$$

3. Критерий «предсказания» квадратичной погрешности:

$$PSE(s) = \frac{1}{n} RSS + \frac{2}{n} \hat{\sigma}^2 \quad (13)$$

4. Статистика Хокинга:

$$S_s = \frac{RSS}{(n - s)(n - s + 1)} \quad (14)$$

5. AEF критерий средней оцененной дисперсии:

$$I_s = \frac{RSS}{n - \sqrt{s(\ln(\frac{n}{s}) + 1) \ln 3}} \quad (15)$$

где 3 - «уровень доверия», который показывает с вероятностью 1-3 значения I_s дает оценку среднего риска.

6. Статистика Фишера указывает на силу взаимосвязи между зависимой переменной и независимыми:

$$F(S) = \frac{n}{n - s} \frac{RSS}{\|y - \hat{y}\|^2} \quad (16)$$

Была проведена оценка разработанных моделей-конкурентов определенных структур и параметров этих моделей на основе критериев: детерминации, информационного критерия Акаике, статистик Хокинга и Фишера (табл.2.6).

Таблица 1

Критерии адекватности математических моделей.

Созданная модель	Критерии			
	R^2	AIC	S_s	$F(s)$
Модель (1)	0,31	5,43	0,27	4,48
Модель (2)	0,29	4,36	0,24	4,26
Модель (3)	0,35	5,32	0,31	4,52

Относительная приведенная погрешность прогноза по разработанным моделям не превышала 5,5%.

Выводы

Проведен пассивный эксперимент на всех стадиях приготовления пива и осуществлена идентификация сетевых математических моделей в ситуационно-значимых зонах.

Полученные результаты могут быть использованы в процессе проектирования, разработки и внедрения новых и модернизации существующих систем автоматизации технологических объектов в пищевой промышленности, а также при проектировании систем диагностирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Романова З. М. Дослідження впливу постійного магнітного поля на інтенсифікацію процесу приготування пивного суслу / З. М. Рома-

нова, В. С. Зубченко, М. В. Карпугіна, М. С. Романов // Харчова і переробна промисловість. – 2005. – № 11. – С. 21-22.

2. Юдицкий С.А. Временной анализ систем с сетевым управлением на основе непрерывно-дискретной модели / Юдицкий С.А., Точ Д.С. // Управление большими системами. – 2010. – С. 67-78.

3. Затуливетер Ю. С. Графодинамические системы с сетевым управлением в математически однородном поле компьютерной информации / Затуливетер Ю. С., Фищенко Е. А. // Управление большими системами. – 2010. – 30.1 – С. 567-604.

4. Кульба В. В. Сценарное исследование сложных систем: анализ методов группового управления / Кульба В. В., Кононов Д. А., Чернов И. В., Рошин П. Е., Шулигина О. А // Управление большими системами. – 2010. – 30.1 – С. 154-186.

5. Кулинич А. А. Методология когнитивного

моделирования сложных плохо определенных ситуаций / А. А. Кулинич // Избранные труды второй международной конференции по проблемам управления, 17-19 июня 2003 г. – М. : ИПУ РАН, 2003 г. – С. 219-226.

6. Алтуни А. Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: Монография / А. Е. Алтуни, М. В. Семухин. – Тюмень : Издательство Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.

7. Томашевский В. М. Моделирование систем / В. М. Томашевский. – К. : Видавнична група BNV, 2007. – 352 с.: іл.

8. Дилигенский Н. В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология: Монография / Н. В. Дилигенский, Л. Г. Дымова, П. В. Севастьянов. – М. : Машиностроение-1, 2004. – 336 с.

MODELING OF THE PROCESS OF ELECTROMAGNETIC WAVE TRANSFER INTO THE COAXIAL WAVE CABLE THROUGH THE HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTING ELEMENT FROM THE WAVEGUIDE

Рук А.

Candidate of engineering sciences, associate professor, National Academy National Guardia of Ukraine

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ИЗ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ВОЛНОВОДА В КОАКСИАЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ ЧЕРЕЗ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СВЕРХПРОВОДЯЩИЙ ЭЛЕМЕНТ

Рук А.И.

*кандидат технических наук, доцент, доцент Национальной Академии Национальной гвардии Украины
г. Харьков, Украина*

Abstract

The paper presents the results of the simulation of the penetration process into a coaxial cable of an electromagnetic wave through a high-temperature superconductor, which is located in the center of a wide wall of a rectangular waveguide.

Аннотация

В статье представлены результаты моделирования процесса проникновения в коаксиальный кабель электромагнитной волны через высокотемпературный сверхпроводник, который расположен в центре широкой стенки прямоугольного волновода.

Keywords: high temperature superconductor (HTS); waveguide.

Ключевые слова: высокотемпературный сверхпроводник (ВТСП); волновод.

Постановка проблемы.

В современных радиотехнических систем (РТС) все чаще стали использовать сверхчувствительные полупроводниковые и сверхпроводящие элементы (антенны, элементы памяти), которые изготавливаются с использованием методов интегральной технологии, что позволяет существенно уменьшить габариты, вес и стоимость радиоэлементов устройств [1,2]. А использование сверхпроводящих материалов для СВЧ-систем (волноводы, резонаторы, антенны и т.д.) позволило: уменьшить потери энергии, передаваемой (за счет уменьшения на три-четыре порядка сопротивления по сравнению с другими материалами), увеличить добротность резонансных элементов, получить возможности управления в скоростных системах перенастройки (фазовращатели, коммутаторы, электромагнитные защитные устройства и прочее.). Поэтому значительный интерес к разработке математических моделей таких сверхпроводящих элементов по настоящее время не утихает [3]. Для изучения распространения электромагнитной волны в волновом с учетом включения высокотемпературного сверхпровод-

ника необходимо разработать математический аппарат расчета ее компонент, используя теорию электромагнитного поля и теорию сверхпроводимости[4]

Обзор последних исследований и публикаций.

В настоящее время разработано множество математических моделей (в том числе программ (CSC, MW Office и другие), описывающих с разной степенью точности электромагнитные поля в различных волноводных системах [5]. Однако, они не позволяют учитывать использование микрополосковых элементов (МПЭ) произвольной структуры из высокотемпературного сверхпроводящего материала, потому что, все электромагнитные теории высокотемпературных сверхпроводников является эмпирическими. Эти теории высокотемпературной сверхпроводимости используются при известных ограничениях (тип сверхпроводника (Монокристаллы или пленка разной толщины), параметры электромагнитной волны, передаваемой (частота, мощность), наличие системы охлаждения и прочее.

Поэтому для постановки задачи моделирования процесса передачи электромагнитной волны с прямоугольного волновода к коаксиального кабеля через высокотемпературную сверхпроводниковую пленку нанесенную на цилиндрический стержень необходимо разработать математический аппарат расчета ее электромагнитных компонент (электрические и магнитные поля), используя в совокупности теорию электромагнитного поля и теорию сверхпроводимости. В статье поясняется переход от уравнений Максвелла к эквивалентным уравнениям поля приведенных в статье [5]. Кроме того, автором ранее [4] было обоснован выбор эмпирических моделей сверхпроводимости и это будет учтено без доказательств при моделировании процесса передачи электромагнитной волны из волновода в коаксиальный кабель.

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{rot} \bar{E} &= -\mu \frac{\partial \bar{H}}{\partial t} \\ \operatorname{rot} \bar{H} &= \varepsilon \frac{\partial \bar{E}}{\partial t} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Решение (1) для волновода в прямоугольной системе координат при условии его заполнения диэлектриком представляет собой систему из шести скалярных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial E_z}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial z} &= -\mu \frac{\partial H_y}{\partial t}, \quad \frac{\partial H_z}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial z} = \varepsilon \frac{\partial E_y}{\partial t} \\ \frac{\partial E_y}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial y} &= -\mu \frac{\partial H_x}{\partial t}, \quad \frac{\partial H_y}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial y} = \varepsilon \frac{\partial E_x}{\partial t} \\ \frac{\partial E_x}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial x} &= -\mu \frac{\partial H_z}{\partial t}, \quad \frac{\partial H_x}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial x} = \varepsilon \frac{\partial E_z}{\partial t} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Пример структуры волны $H(E_z = 0, H_z \neq 0)$ приведен рис. 1.

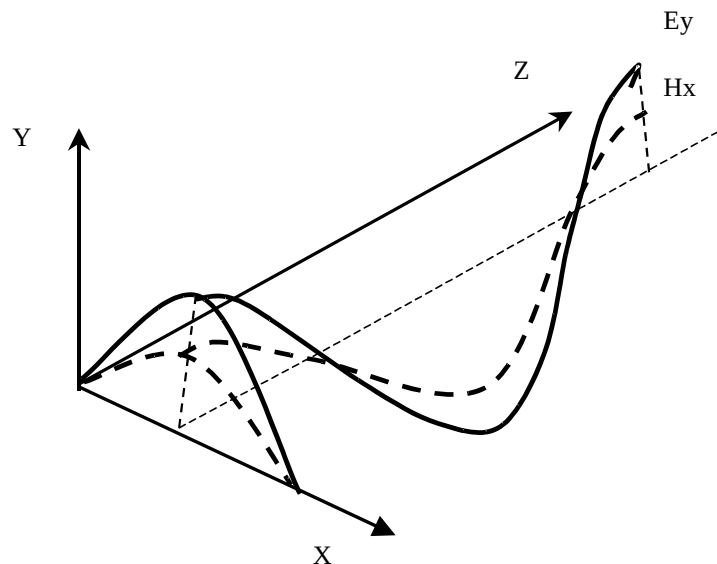


Рис. 1 – Структура волны типа H в волноводе

Предположим, что электромагнитная гармоническая волна распространяется вдоль оси Z. Тогда решение (2) можно рассматривать в виде:

$$\left. \begin{aligned} \dot{E}(x, y, z, t) &= \bar{E}'(x, y) e^{j\alpha x - \gamma z} \\ \dot{H}(x, y, z, t) &= \bar{H}'(x, y) e^{j\alpha x - \gamma z} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

При этом в выражении (3) множитель $e^{j\omega t}$ описывает гармоническое изменение поля во времени с частотой ω , а γ – коэффициент распространения ЭМВ. Тогда уравнение (2), учитывая, что поле однородно вдоль оси Y, можно записать в виде:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \dot{E}_z}{\partial x} + \gamma \dot{E}_x &= -j\omega\mu \dot{H}_y \\ -\gamma \dot{E}_y &= -j\omega\mu \dot{H}_x \\ -\frac{\partial \dot{E}_y}{\partial x} &= -j\omega\mu \dot{H}_z \\ \frac{\partial \dot{H}_z}{\partial x} + \gamma \dot{H}_x &= j\omega\epsilon \dot{E}_y \\ -\gamma \dot{H}_y &= j\omega\epsilon \dot{E}_x \\ -\frac{\partial \dot{H}_y}{\partial x} &= j\omega\epsilon \dot{E}_z \end{aligned} \right\}. \quad (4)$$

Подставив выражения для E_y и H_y в уравнения (4), получим следующую систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} -\kappa^2 \dot{H}_x &= \gamma \frac{\partial \dot{H}_z}{\partial x} \\ \dot{E}_y &= -\frac{j\omega\mu}{\kappa^2} \frac{\partial \dot{H}_z}{\partial x} \\ -\kappa^2 \dot{E}_x &= \gamma \frac{\partial \dot{E}_z}{\partial x} \\ \dot{H}_y &= -\frac{j\omega\epsilon}{\gamma} \dot{E}_x = -\frac{j\omega\epsilon}{\kappa^2} \frac{\partial \dot{E}_z}{\partial x} \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

где $\kappa^2 = \omega^2\epsilon\mu + \gamma^2$ – волновое число.

Учитывая, что в прямоугольном волноводе основным типом волны является H волна ($E_z = 0, H_z \neq 0$), перепишем выражение (5) в виде [7,9]:

$$\left. \begin{aligned} \dot{H}_x &= -\frac{\gamma}{\kappa^2} \frac{\partial \dot{H}_z}{\partial x} \\ \dot{E}_y &= -\frac{j\omega\mu}{\kappa^2} \frac{\partial \dot{H}_z}{\partial x} \end{aligned} \right\}. \quad (6)$$

Решение системы уравнений (6) можно записать следующим образом [5,7]:

$$\left. \begin{aligned} \dot{E}_y &= \sum_v \dot{e}_v(z) \bar{F}_v(x, y) e^{j\omega t} \\ \dot{H}_x &= \sum_v \dot{h}_v(z) \bar{G}_v(x, y) e^{j\omega t} \\ \dot{H}_z &= \sum_v \dot{q}_v(z) \bar{g}_v(x, y) e^{j\omega t} \end{aligned} \right\}, \quad (7)$$

где $\dot{e}_v(z), \dot{h}_v(z), \dot{q}_v(z)$ – функции распределения по координате z , которые именуют скалярными комплексными амплитудами, $\bar{F}_v(x, y); \bar{G}_v(x, y); \bar{g}_v(x, y)$ – собственные функции, характеризующие распределение составляющих поля по координатам поперечного сечения для волн H -типа, V – порядковый номер волны, распространяющейся в волноводе ($v=1 \Rightarrow H_{10}$) [5,7]. При включении в волноводный тракт ВТСП-элемента, состоящего из диэлектрической подложки цилиндрической формы и нанесенной на её поверхность сверхпроводящей плёнки (ВТСП-стержень) (рис 2) [5].

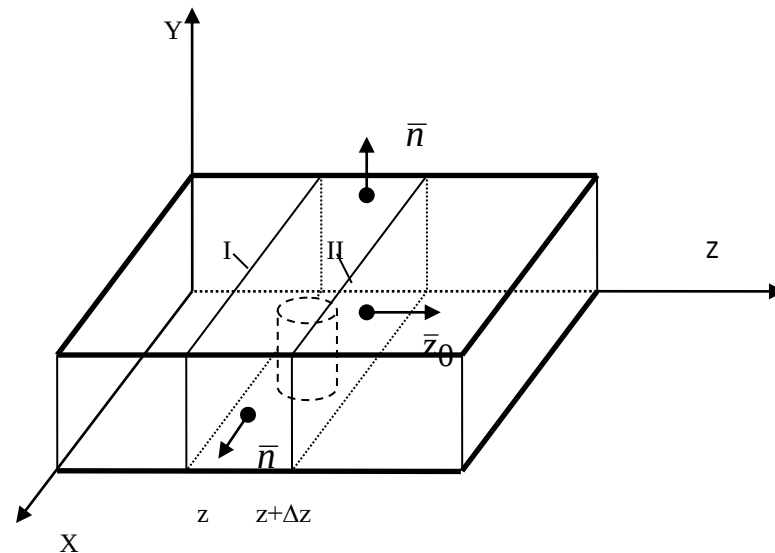


Рис. 2.–Схематическое отображение области с высокотемпературным-стержнем

Предполагая, что $\vec{E}, \vec{H}$ – это поля, наводящиеся на сверхпроводящем элементе, а $\vec{E}_1, \vec{H}_1$ – векторы независимого электромагнитного поля при отсутствии ВТСП-стержня, перепишем выражение (4) для обеих волн в виде [7]:

$$\left. \begin{aligned} \text{rot} \vec{E} &= -j\omega\mu\vec{H} \\ \text{rot} \vec{H} &= j\omega\varepsilon\vec{E} + \vec{J} \\ \text{rot} \vec{E}_1 &= -j\omega\mu\vec{H}_1 \\ \text{rot} \vec{H}_1 &= j\omega\varepsilon\vec{E}_1 + \vec{J}_1 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Умножая векторно слева третье уравнение (8) на $\vec{H}$, второе на $\vec{E}_1$, первое на $\vec{H}_1$, четвертое на $\vec{E}$ соответственно и просуммировав почленно полученные равенства, получим:

$$\vec{H} \text{rot} \vec{E}_1 - \vec{E}_1 \text{rot} \vec{H} - \vec{H}_1 \text{rot} \vec{E} + \vec{E} \text{rot} \vec{H}_1 = \vec{J}_1 \vec{E} - \vec{J} \vec{E}_1. \quad (9)$$

Проинтегрировав выражение (9) по объёму и используя теорему Гаусса-Остроградского, с учётом, что $\text{div}[\vec{a}\vec{b}] = \vec{b} \text{rot} \vec{a} - \vec{a} \text{rot} \vec{b}$, получим [5]:

$$\oint_S [\vec{E}_1 \times \vec{H}] - [\vec{E} \times \vec{H}_1] dS = \int_V (\vec{J}_1 \vec{E} - \vec{J} \vec{E}_1) dV \quad (10)$$

Анализируя распределения электромагнитного поля в волноводе в окрестности вокруг сверхпроводящего стержня $(z, z + \Delta z)$, поверхностный интеграл в (10) представим как сумму трёх поверхностных интегралов: интегралов по поперечным сечениям I и II и интеграла по боковой поверхности слоя вокруг стержня:

$$\oint_S \vec{A} d\vec{S} = \int_I \vec{A} d\vec{S} + \int_{II} \vec{A} d\vec{S} + \int_{S_{\text{бок}}} \vec{A} d\vec{S}, \quad (11)$$

$$\text{где } \vec{A} = [\vec{E}_1 \times \vec{H}] - [\vec{E} \times \vec{H}_1].$$

Поскольку в рассматриваемых интегралах векторы $d\vec{S}$ ориентированы по внешним нормальям, то, вводя единичные векторы – продольный $\vec{z}^0$ и орт внутренней нормали $\vec{n}$, выражение (11) запишем в виде [5]:

$$\oint_S \vec{A} d\vec{S} = - \int_I \vec{A} \vec{z}^0 dS + \int_{II} \vec{A} \vec{z}^0 dS - \int_{S_{\text{бок}}} \vec{A} \vec{n} dS \quad (12)$$

Интеграл от произведения $(\vec{A} \vec{n})$ по боковой поверхности можно преобразовать к виду [5]:

$$\int_{S_{\text{бок}}} \dot{\bar{A}} \bar{n} dS = \int_{S_{\text{бок}}} \left(\left[\dot{\bar{E}}_1 \times \dot{\bar{H}} \right] - \left[\dot{\bar{E}} \times \dot{\bar{H}}_1 \right] \right) \bar{n} dS = \int \left(\left[\dot{\bar{n}} \times \dot{\bar{E}}_1 \right] \dot{\bar{H}} - \left[\dot{\bar{n}} \times \dot{\bar{E}} \right] \dot{\bar{H}}_1 \right) dS. \quad (13)$$

Для $\dot{\bar{E}}_1$, представляющего собой поле в волноводе без источника (стержня), справедливо граничное условие $\left[\dot{\bar{n}} \times \dot{\bar{E}}_1 \right] = 0$. Тогда выражение (13) можно записать следующим образом:

$$\int_{S_{\text{бок}}} \dot{\bar{A}} \bar{n} dS = - \int_{S_{\text{бок}}} \left[\dot{\bar{n}} \times \dot{\bar{E}} \right] \dot{\bar{H}}_1 dS. \quad (14)$$

Обозначая интеграл от $\dot{\bar{A}} \bar{n}$ по поперечному сечению z как:

$$Q(z) = \int_{S_{\Pi}} \dot{\bar{A}} \bar{z}^0 dS = \int_{S_{\Pi}} \left(\left[\dot{\bar{E}}_1 \times \dot{\bar{H}} \right] - \left[\dot{\bar{E}} \times \dot{\bar{H}}_1 \right] \right) \bar{z}^0 dS, \quad (15)$$

где S_{Π} - площадь поперечного сечения волновода, запишем соотношение (10) в виде [5]:

$$Q(z + \Delta z) - Q(z) = - \int_V \dot{\bar{J}} \dot{\bar{E}}_1 dV + \int_{S_{\text{бок}}} \left[\dot{\bar{n}} \times \dot{\bar{E}} \right] \dot{\bar{H}}_1 dS. \quad (16)$$

Соотношение (16) показывает, что различия между интегралами по поперечным сечениям $Q(z + \Delta z)$ и $Q(z)$ определяются эквивалентным источником (ВТСП-стержнем). В дальнейшем для расчётов предполагаем, что в прямоугольном волноводе распространяется волна H_{10} . Поэтому напряжённости в области стержня и вне его согласно [9] можно записать соответственно:

$$\left. \begin{aligned} \dot{\bar{E}} &= \dot{\bar{E}}_y, \dot{\bar{H}} = \dot{\bar{H}}_x + \dot{\bar{H}}_z \\ \dot{\bar{E}}_1 &= \dot{\bar{E}}_{1y}, \dot{\bar{H}}_1 = \dot{\bar{H}}_{1x} + \dot{\bar{H}}_{1z} \end{aligned} \right\}. \quad (17)$$

Учитывая выражение (7), можно записать:

$$\left. \begin{aligned} \dot{\bar{E}} &= \dot{e}(z) \bar{F}(x, y) \\ \dot{\bar{H}} &= \dot{h}(z) \bar{G}(x, y) + \dot{q}(z) \bar{g}(x, y) \\ \dot{\bar{E}}_1 &= \dot{e}_{v1}(z) \bar{F}_v(x, y) \\ \dot{\bar{H}}_1 &= \dot{h}_{v1}(z) \bar{G}_v(x, y) + \frac{1}{\rho} \dot{e}_{v1}(z) \bar{g}_v(x, y) \end{aligned} \right\}. \quad (18)$$

Подставляя выражение (18) в уравнение (15), получим, что слагаемые с продольными векторами дадут ноль (т.к. в смешанное произведение входит продольный орт $\bar{z}^0$). Меняя порядок интегрирования и суммирования, запишем (15) в виде:

$$Q(z) = \int_{S_{\Pi}} \left(\left[\dot{\bar{E}}_1 \times \dot{\bar{H}} \right] - \left[\dot{\bar{E}} \times \dot{\bar{H}}_1 \right] \right) \bar{z}^0 dS = \dot{e}_{v1} \dot{h} \int_{S_{\Pi}} \bar{F}_v \bar{G}_v \bar{z}^0 dS - \dot{e} \dot{h}_{v1} \int_{S_{\Pi}} \bar{F} \bar{G}_v \bar{z}^0 dS. \quad (19)$$

Учитывая, что $\left[\bar{F}_v \times \bar{G} \right] \bar{z}^0 = \bar{F}_v \left[\bar{G} \times \bar{z}^0 \right] = \bar{F}_v \bar{F}$, и $\left[\bar{F} \times \bar{G}_v \right] = \bar{F} \bar{F}_v$, выражения (19), следует записать в виде:

$$Q(z) = \dot{e}_{v1} \dot{h} - \dot{e} \dot{h}_{v1} \int_{S_{\Pi}} \bar{F}_v \bar{F} dS. \quad (20)$$

Из условий нормировки, рассмотренных в работе [5,7,8], получим $v = 1$, т.е. возможно только распространение Н-волны через рассматриваемую область $(z, z + \Delta z)$ [5]. Тогда выражение (20) можно записать в виде:

$$Q(z) = \dot{e}_1(z) \dot{h}(z) - \dot{e}_1(z) \dot{h}_1(z), \quad (21)$$

где $\dot{e}_1(z) = \dot{e}_{v1}(z)$.

Разделив обе части равенства (16) на Δz и переходя к пределу при $\Delta z \rightarrow 0$, записываем:

$$\frac{dQ}{dz} = - \int_{S_{\Pi}} \dot{\vec{J}} \vec{E}_1 dS + \oint_C [\vec{n} \times \dot{\vec{E}}] \dot{\vec{H}}_1 dl \quad (22)$$

Учитывая выражение (18) и (21), перепишем выражение (22) в виде:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dz} [\dot{e}_1(z) \dot{h}(z) - \dot{e}(z) \dot{h}_1(z)] = \dot{e}_1(z) \left(- \int \dot{\vec{J}} \vec{F} dS + \frac{1}{\rho} \oint_C [\vec{n} \times \dot{\vec{E}}] \vec{g} dl \right) - \\ - \dot{h}_1(z) \left(\rho \int_{S_{\Pi}} \dot{\vec{J}} \vec{f} dS - \oint_C [\vec{n} \times \dot{\vec{E}}] \vec{G} dl \right), \end{aligned} \quad (23)$$

где C – рассматриваемый замкнутый контур $(z, z + \Delta z)$

Для упрощения (23) введём вспомогательные функции:

$$\left. \begin{aligned} \eta(z) &= - \int_{S_{\Pi}} \dot{\vec{J}} \vec{F} dS + \frac{1}{\rho} \oint_C [\vec{n} \times \dot{\vec{E}}] \vec{g} dl \\ \dot{e}(z) &= \rho \int_{S_{\Pi}} \dot{\vec{J}} \vec{f} dS - \oint_C [\vec{n} \times \dot{\vec{E}}] \vec{G} dl \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

Тогда выражение (23) можно переписать в виде:

$$\frac{d}{dz} \dot{e}_1(z) \dot{h}(z) - \dot{e}(z) \dot{h}_1(z) = \dot{e}_1(z) \dot{\eta}(z) - \dot{h}_1(z) \dot{e}(z) \quad (25)$$

Предположим, что $\dot{e}_1(z) = e^{-\gamma z}$, $\dot{h}_1(z) = e^{-\gamma z} \rho^{-1}$ соответствует прямой волне, а $\dot{e}_1(z) = e^{\gamma z}$ и $\dot{h}_1(z) = -e^{\gamma z} \rho^{-1}$ соответствует обратной волне. Тогда, подставив в выражение (25) и взяв полусумму, получим[5]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\dot{h}}{dz} &= -Y_0 \dot{e} + \dot{\eta}(z) \\ \frac{d\dot{e}}{dz} &= -Z_0 \dot{h} + \dot{e}(z) \end{aligned} \right\}, \quad (26)$$

где $Y_0 = \frac{\gamma}{\rho}$, $Z_0 = \gamma \rho$.

Волновод с источниками тока и напряжения можно представить в виде эквивалентной длинной линии. Тогда, учитывая (26), уравнение волны перепишем в виде:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\dot{I}}{dz} &= -Y_0 \dot{U} + \dot{\eta}(z) \\ \frac{d\dot{U}}{dz} &= -Z_0 \dot{I} + \dot{e}(z) \end{aligned} \right\}. \quad (27)$$

Для волновода со сверхпроводящим стержнем систему уравнений (27) можно записать в виде:

$$\frac{d\dot{I}}{dz} = -Y_0 \dot{U} + \dot{\eta}(z). \quad (28)$$

Тогда анализ волноводного тракта со сверхпроводником можно проводить по схеме, представленной рис. 3.

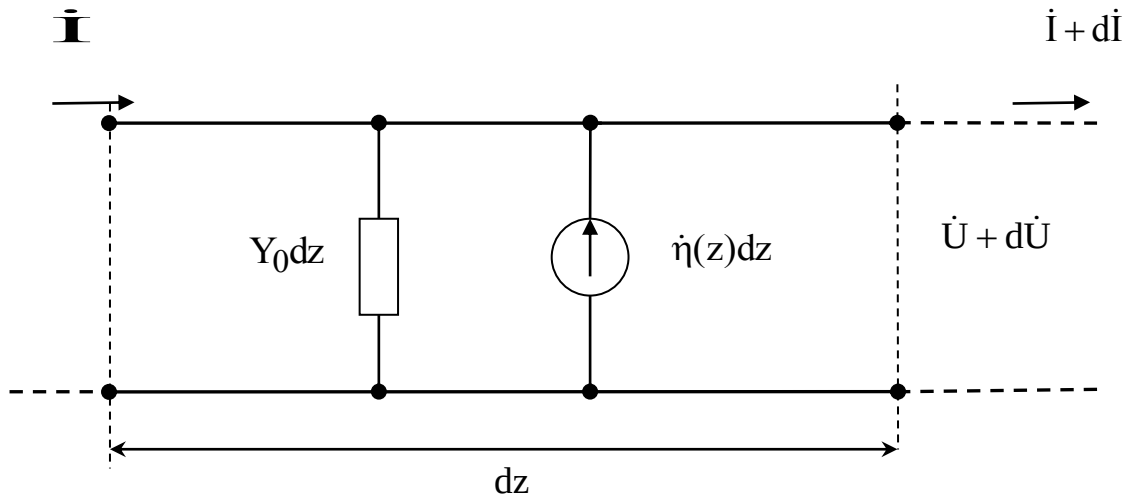


Рис. 3. Эквивалентная схема волновода с ВТСП-элементом

Из уравнения (26) можно определить $\dot{e}(z)$ и $\dot{h}(z)$, а из (18) определить поперечные составляющие поля. Из выражения (4) можно определить выражение для продольной составляющей поля H_z . Но выражение (26) фактически есть описание волноводного тракта как длинной линии, и поэтому необходимо в приведенных терминах определить продольную составляющую поля (H_z). Дифференцируя второе уравнение в системе (26) и подставляя в него первое уравнение с учётом (24), получим:

$$\frac{d^2 \dot{e}}{dz^2} = -Z_0(-Y_0 \dot{e} + \dot{\eta}(z)) + \frac{d}{dz} \left(\rho \int_{S_{\Pi}} \dot{j} \bar{f} dS \right) + \frac{d}{dz} \left(\oint_C [\bar{n} \times \bar{E}] \bar{G} dl \right), \quad (29)$$

где $\dot{e} = \dot{e}(z)$.

В данном уравнении дифференцирование интегралов даёт ноль, что позволяет переписать (29) в виде:

$$\frac{d^2 \dot{e}}{dz^2} - \gamma^2 \dot{e} = -\gamma \oint_{S_{\Pi}} [\bar{n} \times \dot{\bar{E}}] \bar{g} dl. \quad (30)$$

В работе [10] доказано, что:

$$\dot{q}(z) = \frac{1}{\rho} \left(\dot{e}(z) - \frac{\gamma}{\kappa^2} \oint_{S_{\Pi}} [\bar{n} \times \dot{\bar{E}}] \bar{g} dl \right), \quad (31)$$

тогда

$$\dot{e}(z) = \rho \dot{q} + \frac{\gamma}{\kappa^2} \oint_{S_{\Pi}} [\bar{n} \times \dot{\bar{E}}] \bar{g} dl. \quad (32)$$

Подставив $\dot{e}(z)$ в уравнение (30) и учитывая (32), получим:

$$\rho \frac{d^2 \dot{q}}{dz^2} + \frac{\gamma}{\kappa^2} \frac{d}{dz^2} \left(\oint_{S_{\Pi}} [\bar{n} \times \dot{\bar{E}}] \bar{g} dl \right) - \gamma^2 \rho \dot{q} - \frac{\gamma^2 \gamma}{\kappa^2} \oint_{S_{\Pi}} [\bar{n} \times \dot{\bar{E}}] \bar{g} dl = -\gamma \oint_{S_{\Pi}} [\bar{n} \times \dot{\bar{E}}] \bar{g} dl. \quad (33)$$

или:

$$\frac{d^2 \dot{q}}{dz^2} - \gamma^2 \dot{q} = -\frac{\gamma}{\rho \kappa^2} \left(-\gamma^2 + \kappa^2 + \frac{d^2}{dz^2} \right) \oint_{S_{\Pi}} [\bar{n} \times \dot{\bar{E}}] \bar{g} dl. \quad (34)$$

Обозначая $\alpha_0^2 = \kappa^2 - \gamma^2$, перепишем (34) в виде:

$$\frac{d^2 \dot{\bar{H}}_z}{dz^2} - \gamma^2 \dot{\bar{H}}_z = -\frac{\gamma}{\rho_3} \left(\alpha_0^2 + \frac{d^2}{dz^2} \right) \bar{g} \dot{U}(z), \quad (35)$$

где $\oint_{S_\Pi} [\bar{n} \times \dot{\bar{E}}] \bar{g} dl = \bar{g} \int \bar{n} \dot{\bar{E}} dl = \bar{g} U(z), \rho_3^{-1} = \rho^{-1} \frac{d^2(x_0, y_0)}{\kappa^2}, \dot{\bar{H}}_z = \dot{q}(z) \bar{g}(x, y),$

x_0, y_0 - координаты проводящего стержня, $\alpha_0^2 = \omega^2 \varepsilon \mu, U(z) (7,8)$

Таким образом, систему для определения поля из (18), (26) и (35) преобразуем к виду [5]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d \dot{\bar{H}}_x}{dz} &= \bar{G}(x, y) (-Y_0 \dot{e} + \dot{\eta}(z)) \\ \frac{d \dot{\bar{E}}_y}{dz} &= \bar{F}(x, y) (-Z_0 \dot{h} + \dot{\varepsilon}(z)) \\ \frac{d^2 \dot{\bar{H}}_z}{dz^2} - \gamma^2 \dot{\bar{H}}_z &= -\frac{\gamma}{\rho_3} \left(\alpha_0^2 + \frac{d^2}{dz^2} \right) \bar{g} U(z) \end{aligned} \right\}. \quad (36)$$

Приведенное распределение верно, если ВТСП-стержень находится в сверхпроводящем состоянии. Определив приведенным методом эквивалентных длинных линий токи и напряжения (27), из (36) можно получить электромагнитное поле в исследуемой области.

Очевидно, что передача энергии поля из волновода в коаксиальный кабель производится по сверхпроводящему стержню. Тогда магнитное поле, которое наводится в нем, можно определить из уравнений Лондона [4]:

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{J} &= \mathbf{J}_n + \mathbf{J}_s \\ \mathbf{J}_n &= \sigma_n \mathbf{E} \\ \text{rot} \mathbf{J} &= -\frac{1}{\mu_0 \lambda_L^2} \mathbf{B} \\ \mathbf{J}_s &= \frac{1}{\mu_0 \lambda_L^2} \mathbf{E} \end{aligned} \right\}, \quad (37)$$

где $\mathbf{J}_n, \mathbf{J}_s$ - плотность тока нормальных и сверхпроводящих носителей заряда, μ_0 - магнитная проницаемость вакуума, λ_L - лондоновская глубина проникновения магнитного поля в сверхпроводник.

2. Результаты моделирования процесса распространения электромагнитной волны из волновода в коаксиальный кабель.

Выражение для векторов поля бегущей волны типа H_{10} в прямоугольном волноводе без потерь согласно (36) имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} E_s &= A_1 F(x, y) e^{j(\omega t - \alpha z)} \\ H_s &= A_1 G(x, y) e^{j(\omega t - \alpha z)} \\ H_z &= A_1 g(x, y) e^{j(\omega t - \alpha z)} \end{aligned} \right\}, \quad (38)$$

где $e^{j(\omega t - \alpha z)}$ - волновой множитель, который описывает закон распределения поля вдоль координаты z для различных моментов времени; A_1 – постоянный множитель, определяющий интенсивность поля, $C = \text{const}$ [7-9].

Известно, что перенос энергии через поперечное сечение волновода производится каждым типом волны независимо от другого типа, а этот факт позволяет применить здесь понятие ортогональности [7].

$$\int F^2 ds = \int_{x=0}^a \int_{y=0}^b C^2 \sin^2 \frac{\pi}{a} x dx dy = 1 \quad (39)$$

Из выражения (39) определяем константу C :

$$C = \sqrt{\frac{2}{ab}} \quad (40)$$

Теперь учтем наличие ВТСП-стержня и запишем выражение для напряженности электрического поля (36):

$$\dot{E}_s = \dot{e}(z) F(x, y) e^{j\omega t} \quad (41)$$

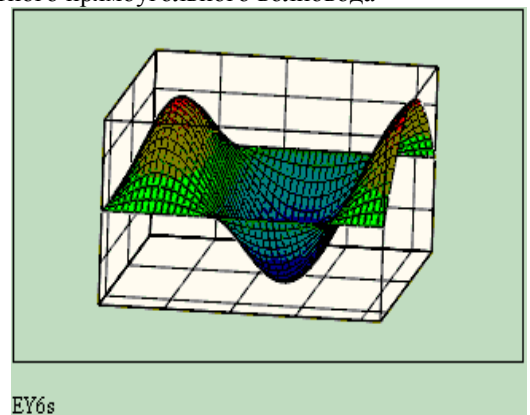
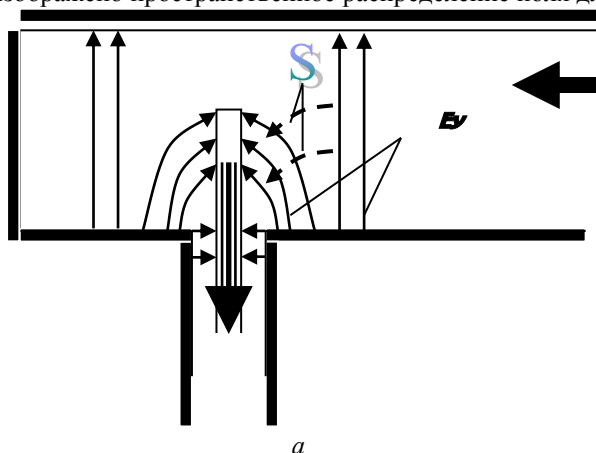
где $\dot{e}(z)$ - функция, характеризующая распределение составляющей поля E_s по координате z .

Из формул (38 - 41) можно получить выражение для напряженности электрического поля [5]:

$$E_y = -I_0 \frac{2}{ab} h_d \rho_0 \sin \frac{\pi}{a} x_1 \sin \frac{\pi}{a} x (\sin^2 \alpha l_1 - j \frac{1}{2} \sin 2\alpha l_1) e^{j(\omega t - \alpha z)} \quad (42)$$

где I_0 – ток в стержне, $X_1 = \frac{a}{2}$ - расстояние между узкой стенкой и стержнем, l_1 – расстояние от

стержня до закороченной стенки волновода, $\alpha = \frac{2\pi}{\lambda_B}$ - коэффициент фазы. Схематично на рис 4а,б показан процесс переноса энергии (изменение направления вектора Умова-Пойтинга) из волновода в коаксиальный кабель. На данном рисунке также отображена динамика наведения тока в стержне. На рис. 4 в,г изображено пространственное распределение поля для стандартного прямоугольного волновода



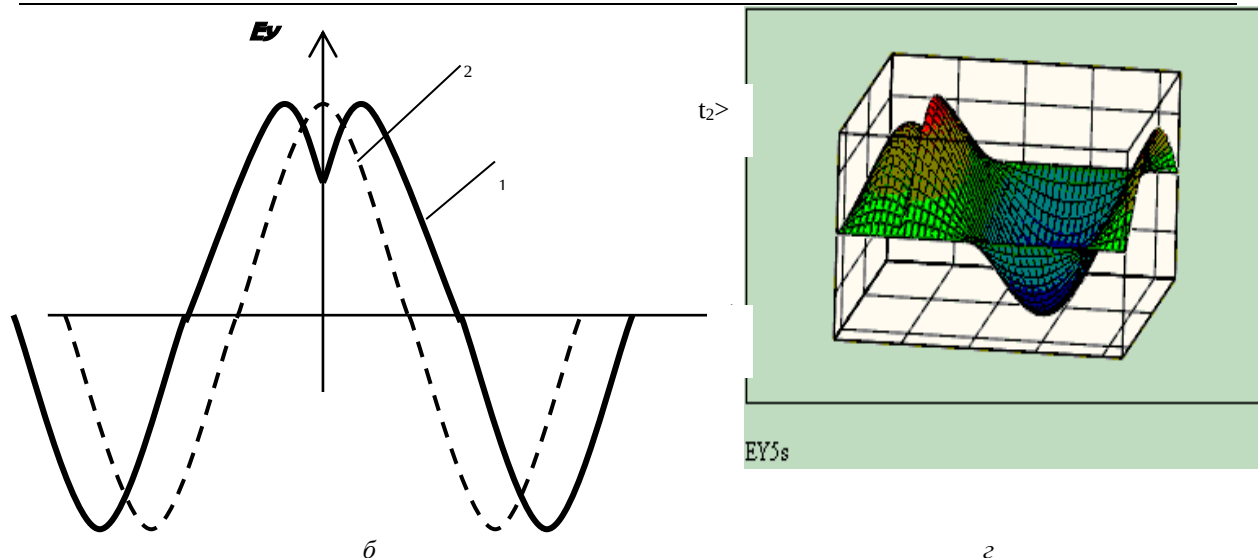


Рис.4-Результаты моделирования процесса наведения токов напряжённостью поля электромагнитной волной в волноводе:

а,б- Процесса передачи энергии из волновода в коаксиальный кабель
в,г-Напряжённость поля (E_x) на сверхпроводящем элементе на моменты времени t_1, t_2 ;
Определение напряжённости магнитного поля производится согласно выражению :

$$H_x = \frac{1}{\rho_0} E_y \quad (43)$$

При выводе формул (3.16 – 3.21) предполагалось, что стенки волновода являются идеальными проводниками. Однако реально они обладают не бесконечно большой, а конечной проводимостью ($T=77K$). Поэтому некоторая доля энергии, передаваемой по волноводу, затрачивается на нагревание стенок, по которым протекают высокочастотные токи. Поскольку для различных типов волн распределение и значение токов разные, то и потери в стенках волновода будут зависеть от типа волны, которая распространяется в волновод. Величина потерь для волны H_{mn} характеризуется коэффициентом затухания [50]:

$$\beta_{m,n} = \frac{1}{\sqrt{120\sigma\lambda(1-\xi_1^2)}} \left[(1-\xi_1^2) \frac{a\epsilon_m n^2 + b\epsilon_n m^2}{a^2 n^2 + b^2 m^2} + \xi_1^2 \frac{a\epsilon_n + b\epsilon_m}{ab} \right], \quad (44)$$

$$\text{где } \xi_1 = \frac{\lambda}{2} \sqrt{\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2}}; \sigma - \text{удельная проводимость стенок (медь } \sigma=5,8 \cdot 10^7 (\text{Ом} \cdot \text{м})^{-1},$$

$$\epsilon_n, \epsilon_m = \begin{cases} 1 - \tau, n = 0 \\ 2 - n, m \neq 0 \end{cases} \quad (45)$$

Из формул (44) и (45) можем получить величину затухания для волны H_{10} :

$$\beta_{10} = \frac{1}{\sqrt{120\sigma\lambda(4a^2 - \lambda^2)}} \left(\frac{2a}{b} - \frac{\lambda^2}{a^2 b} \right) \quad (46)$$

В выражение (42) и (43) добавляется множитель $e^{-\beta z}$ и учитываются таким образом потери в стенках волновода..

Передаваемая мощность из волновода в коаксиальный кабель рассчитывается следующим образом [7]:

$$P = \frac{1}{2} \operatorname{Re}(\dot{I}_3^2 \dot{Z}_3) \quad (47)$$

Подставляя выражения для $\dot{I}_3$ и $\dot{Z}_3$ [5], получим выражение для расчета мощности, передаваемой на волне типа H_{10} .

$$P = \rho_0 \frac{(I_{0m} h_d)^2}{ab} \sin^2\left(\frac{\pi}{a} x_1\right) \sin^2(\alpha l_1) \quad (48)$$

Максимальная длина волны $\lambda_{\max}$, при которой может распространяться волна H_{10} в прямоугольном волноводе, равна: $\lambda_{\max} \leq \lambda_{\text{пр. } H_{10}} = 2a$. Минимальная длина волны $\lambda_{\min}$ определяется из условия $\lambda_{\min} \leq \lambda_{H_{20}} = a$. Определим частотный диапазон КВП:

$$\left. \begin{aligned} f_{\max} &\leq f_{\text{кр}H_{20}} = \frac{c}{\lambda_{\text{кр}H_{20}}} = \frac{c}{a} \\ f_{\min} &\geq f_{\text{кр}H_{10}} = \frac{c}{\lambda_{\text{кр}H_{10}}} = \frac{c}{2a} \end{aligned} \right\} \quad (49)$$

Вывод

В результате электродинамического моделирования процесса передачи электромагнитной волны из пространства волновода в коаксиальный кабель через высокотемпературный сверхпроводящий стержень получены аналитические выражения для определения магнитной, электрической составляющей поля в переходе волновод-сверхпроводник-коаксиал с учетом использования эмпирических моделей сверхпроводимости. Предложенный математический аппарат расчета с использованием теории электромагнитного поля и эмпирических моделей сверхпроводимости позволяет описать электродинамические процессы в СВЧ-системах где стандартные программы электродинамического расчета (AWR, CST STUDIO, Proteus и т.д.) использовать затруднительно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Щербаков В.И. Эффективность плоских антенных решеток для систем непосредственного спутникового телевизионного вещания. XXVI НТК «Теория и техника антенн». АО «Радиофизика». -М., 1994, С.158-161.
2. Huang, "Microstrip reflectarray antenna for the SCANSAT radar application", JPL Publication No. 90 - 45, November 15, 1990.
3. Кучер Д. Б. Мощные электромагнитные излучения и сверхпроводящие защитные устройства. - Монография / Севастополь: Ахтиар, 1997. - 188 с.
4. Fyk A.I. Model of process of influence of the electromagnetic field on high temperature superconducting microstrip antenna Magyar Tudományos Journal (Budapest, Hungary) VOL 1, No 9 (1) (2017) – P.34-44

5. Гупта К., Гардж Р., Чадха Р. Машинное проектирование СВЧ устройств. /Пер. с англ. -М.: Радио и связь. 1987. - 432с.

6. Фык, А.И. Моделирование электромагнитного поля в прямоугольном волноводе с сверхпроводящим стержнем // Международный Научный Институт "Educatio" Ежемесячный научный журнал, / –Новосибирск: 2015. – Вып № 6 (13). Ч.2– С. 17–21

7. Ширман Я.Д. Радиоволноводы и объемные резонаторы М.: Сов. радио, 1959.-370с.

8. Фык А.И Experimental research of microstrip aerial as protective device of receiver from electromagnetic defeat / D.B. Kucher, R.O. Gonchar // EUREKA: Physics and Engineering" (Tallin, Estonia), No 5 (2017) – P.54-53

9. Гольдштейн Л.Д. Электромагнитные поля и волны, изд.2.,-М.: Сов. радио. 1971.201с.

10. Ковалёв И.С. Основы теории и расчёта устройств СВЧ.-Минск:Наука и техника,-1972.-200с

11. Кучер Д.Б, Використання тонких плівок високотемпературних надпровідників для захисту елементів радіоелектронної апаратури від електроерозійного руйнування при впливі потужних електромагнітних випромінювань / Фик О.І. В.О.Колпаков В.Д.Калугін //Системи обробки інформації Збірник наукових праць -2002- Вип.5(21)-Харків: ХВУ, – С. 36-41

12. London, H, Proc.Roy. Soc.A, 1940, 176, no. 964, pp.522-533

13. Гинзбург В.Л. Замечания о высокотемпературной сверхпроводимости // ВТСП, 1990. №1. 0.7-26.

VETERINARY SCIENCES**SABILITY OF BIOCHEMICAL PARAMETERS OF FECES DURING STORAGE****Zhukov M.**

Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher, Department of Experimental Therapy, State Scientific Institution All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Russian Federation, Voronezh

Bosenko T.

Graduate student, State Scientific Institution All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Russian Federation, Voronezh

Morgunova V.

Candidate of veterinary sciences, leading researcher of the laboratory of biochemistry of blood, State Scientific Institution All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Russian Federation, Voronezh

Kashirina L.

Junior Researcher of the Laboratory of Biochemistry of Blood, State Scientific Institution All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Russian Federation, Voronezh

Tyurina E.

Junior Researcher of the Laboratory of Biochemistry of Blood, State Scientific Institution All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Russian Federation, Voronezh

СТАБИЛЬНОСТЬ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЛА ВО ВРЕМЯ ЕГО ХРАНЕНИЯ**Жуков М.С.**

Кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник отдела экспериментальной терапии, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии, Российская Федерация, г. Воронеж

Босенко Т.Д.

Аспирант, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии, Российская Федерация, г. Воронеж

Моргунова В.И.

Кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимии крови, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии, Российская Федерация, г. Воронеж

Каширина Л.Н.

Младший научный сотрудник лаборатории биохимии крови, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии, Российская Федерация, г. Воронеж

Тюрина Е.В.

Кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимии крови, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии, Российская Федерация, г. Воронеж

Abstract

The comparatively high risk of an analytic error associated with changes in the composition of stool during storage limits the ability to perform its analysis. Studies have been carried out to study the variability of the feces of cattle and pigs in the different term of storage. The absence of veracious interspecific differences in the stability of feces during storage is shown. It was revealed that during the storage of stool specimens at a temperature of -18 °C, changes in its composition occur, which must be taken into account when carrying out coprological studies. The features of changes in feces of content glucose, albumins, total lipids and triglycerides were studied. Maximum storage stability was noted in albumins, but minimal in triglycerides. In order to reduce the risk of an analytical error, it is recommended to conduct feces analysis in the first hours after the selection, but if necessary, it is allowed to freeze for a term to 24 hours.

Аннотация

Сравнительно высокий риск аналитической ошибки, связанный с изменением состава кала во время хранения, ограничивает возможности выполнения его анализа. Проведены исследования по изучению вариабельности показателей кала крупного рогатого скота и свиней при разном сроке его хранения. Показано отсутствие достоверных межвидовых различий в стабильности показателей кала при хранении.

Выявлено, что в процессе хранения проб кала при температуре -18°C , происходят изменения его состава, что необходимо учитывать при проведении копрологических исследований. Изучены особенности изменения в кале содержания глюкозы, альбуминов, общих липидов и триглицеридов. Максимальная устойчивость при хранении отмечена у альбуминов, но минимальная у триглицеридов. С целью снижения риска аналитической ошибки рекомендуется проводить исследования кала в первые часы после отбора, но при необходимости допускается его заморозка на срок до 24 часов.

Keywords: cattle, pigs, feces, stability of indices during storage, pre-analysis stage of study, permissible error limits

Ключевые слова: крупный рогатый скот, свиньи, кал, стабильность показателей при хранении, преданалитический этап исследования, допустимые пределы погрешности.

Введение. Заболевания желудочно-кишечного тракта у животных входят в число наиболее актуальных в плане распространённости и экономической значимости. Они могут быть как самостоятельной патологией незаразной природы, так и компонентом симптомокомплекса инфекций [4]. Постоянный контакт пищеварительного тракта с внешней средой, тесная физиологическая связь с другими органами и системами организма, обуславливают сложную этиологическую структуру желудочно-кишечных болезней со сравнительно высоким риском их развития, а многогранный патогенез затрудняет их диагностику и терапию. Поэтому, несмотря на достижения науки и практики, количество не решённых и спорных проблем в современной гастроэнтерологии постоянно увеличивается [10]. На большинстве животноводческих предприятиях регистрируются массовые желудочно-кишечные болезни телят [7] и поросят [1], диагностика которых проводится комплексно с использованием клинических и лабораторных методов. Из числа лабораторных тестов преимущество используются микробиологические исследования тканей органов и крови, так же часто проводятся биохимический анализ крови, но относительно реже анализируется кал, что обусловлено особенностями данного материала. Так, сложный состав кала, включающий большое количество микроорганизмов, свободных метаболитов и биологически активных соединений (ферменты, гормоны и др.) повышают риск вариабельности показателей и в первую очередь аналитических погрешностей, связанных с процессами отбора, транспортировки и преданалитической подготовки. В одних нормативных документах допускается хранение кала при температуре от 0 до 4°C не более суток [6], в других до 12 часов при температуре $3-5^{\circ}\text{C}$ [5] при этом все авторы не рекомендуют замораживать пробы. Однако в реальных условиях животноводства и организации лабораторных исследований выполнить эти требования невозможно, необходимы более приемлемые требования. Поэтому были проведены исследования по изучению вариабельности показателей кала при разном сроке его хранения.

Материалы и методы исследования. В условиях предприятия специализирующегося на откорме молодняка крупного рогатого скота на основании результатов клинического обследования были выбраны 7 телят в возрасте 6 месяцев больные энтероколитом. На промышленном свиноводческом комплексе с аналогичным диагнозом выделили 7 поросят в возрасте 45 суток. У всех, задействованных в опыте животных утром за 1,5-2 часа до кормления из прямой кишки отобрали пробы кала. Материал в количестве 50 г/гол в специализированном термостабильном контейнере, оснащённом хладореагентами, доставили в лабораторию в течение 1,5 часа. В условиях лаборатории кал от каждого животного гомогенизировали, а затем делили на 4 образца по 10 г: №1, №2, №3 и №4. К каждому из которых добавили 20 г дистиллированной воды. Полученную смесь тщательно перемешивали стеклянной палочкой в течении 1 минуты после чего она была оставлена в тёмном месте на 30 минут при комнатной температуре. Далее полученную взвесь центрифугировали 15 мин при 3000 об/мин и отбирали супернатант.

Исследование супернатанта образца №1 было проведено через 4-6 часов после отбора, а остальные образцы были заморожены в холодильной камере при температуре « $-18,0^{\circ}\text{C}$ ». Образец №2 анализировали через 24 часа после отбора, №3 и №4 соответственно через 48 и 144 часов. При этом определяли уровень глюкозы, альбуминов, общих липидов и триглицеридов по общепринятым методикам с помощью коммерческих наборов реактивов.

Математико-статистическую обработку полученных данных проводили с помощью прикладных программ Statistica v6.1 и Microsoft Excel. Рассчитывали среднюю арифметическую и её ошибку, а так же достоверность разницы (p) по критерию Стьюдента.

Результаты исследований и обсуждения. Данные анализа кала представлены в таблице 1, из которой видно, что у телят и поросят количество глюкозы в сравнении с исходным уровнем уменьшилось в течение 24, 48 и 144 часов соответственно на 1,5 и 2,0 %; 17,0 и 16,5 %, 34,5 и 33,8 %.

Изменение биохимических показателей проб кала телят и поросят во время их хранения

Показатели	Продолжительность хранения проб (час)			
	4-6	24	48	144
Глюкоза, ммоль/л	2,32±0,130	2,28±0,132	1,93±0,110*	1,52±0,101***
	4,50±0,370	4,41±0,119	3,76±0,204*	2,98±0,133***
Альбумин, г/л	11,5±0,58	11,3±0,71	10,8±0,49	9,5±0,60*
	7,90±0,301	7,79±0,251	7,44±0,270	6,58±0,301**
Общие липиды, г/л	3,20±0,091	3,12±0,100	2,72±0,091***	1,98±0,10***
	4,60±0,240	4,51±0,182	3,89±0,220*	2,72±0,089***
Триглицериды, ммоль/л	1,10±0,057	1,03±0,050	0,85±0,032***	0,62±0,027***
	2,80±0,095	2,64±0,088	2,16±0,042***	1,60±0,073***

Примечание: в верхнем сроке показатели телят, в нижней – поросят; * - $p \leq 0,05$; ** - $p \leq 0,01$ и *** - $p \leq 0,001$ в сравнении с данными предыдущего периода хранения.

Выбор глюкозы для оценки вариабельности состава кала был обусловлен тем, что это наиболее востребованный метаболит в процессах полостного и симбионтного пищеварения в кишечнике [2], поэтому, уменьшение её количества отражает степень активности свободных (полостных) ферментов и жизнедеятельности микрофлоры. Полученные нами результаты показали, что замораживание снижает, но не останавливает потребление глюкозы в исследуемом материале.

Липидограмма кала имеет высокую диагностическую ценность, позволяя оценивать функции поджелудочной железы и кишечника. У здоровых животных в кишечнике всасывается до 95-98 % жира, поступающего с кормом, поэтому его содержание в кале минимально, но при патологии оно увеличивается [3, 9]. При этом потери липидов во время хранения могут нивелировать диагностическое значение липидограммы. Так же следует отметить, что нейтральные жиры (триглицериды) легко плавятся и они легче воды. При этом, высок риск их потерь на фоне происходящих структурных метаморфоз во время замораживания и размораживания, что так же увеличивает риск аналитической ошибки. Во время хранения образцов от телят содержание общих липидов и триглицеридов в сравнении с исходным уровнем сократилось в течение 24 часов на 2,5 и 6,0 %, 48 часов – на 15,0 и 23,0 % и 144 часов – на 41,0 и 43,5 %. У поросят так же отмечено уменьшение указанных показателей соответственно на 2,0 и 5,8%, 15,4 и 22,7%, 40,8 и 43,0%. Представленные данные подтвердили прогнозируемый риск потерь липидов в кале во время его хранения. Так, в сравнении с первыми 24 часами хранения во время вторых суток интенсивность потерь общих липидов возрастает у телят и поросят соответственно в 6,2 и 7,7 раза, а триглицеридов в 3,8 и 3,9 раза.

Содержание альбумина в течение 24, 48 и 144 часов хранения кала телят и поросят снизилось соответственно на 1,6 и 1,4 %, 6,0 и 5,8 %, 17,0 и 16,7 %. Известно, что увеличение содержания альбумина в кале указывает на наличие воспалительного процесса, что определяет важное его диагно-

стическое значение [3, 9]. Однако кал обладает сравнительно высокой протеолитической активностью, и в случае сохранения её значимого уровня белки будут разрушаться, поэтому динамика альбумина отражает степень торможения функций ферментов во время хранения. Результаты наших исследований показали, что замораживание оказывает на белки более выраженный стабилизирующий эффект чем на углеводы и жиры.

Таким образом, в процессе хранения происходят изменения состава кала, выраженность которых не имеет существенного межвидового различия. Для оценки аналитической значимости выявленных изменений мы использовали два подхода. Во-первых, была рассчитана достоверность различия по критерию t Стьюдента. В медико-биологических исследованиях достоверными являются различия при $t=2$, что соответствует $P = 95\%$ [8]. Из данных таблицы 1 видно, что достоверные изменения произошли в содержании глюкозы через 48 часов, альбуминов – 144 ч, общих липидов – 48 ч и триглицеридов – на через 48 ч.

Однако, помимо статистической достоверности различий, имеется допустимый предел погрешности значений, определяемый вариабельностью метода исследования и метаболического профиля организма. Поэтому вторым вариантом оценки значимости выявленного нами изменения показателей кала во время хранения, была оценка соответствия наших результатов, допустимым пределам аналитической вариации, принятым референтной группой экспертов по научной разработке и унификации методов и средств клинической лабораторной диагностики [5]. В соответствии с решением этой группы допускаются пределы вариации показателей альбуминов – 3%, триглицеридов – 7%, глюкозы и общих липидов – 5%. Полученные нами данные показали, что в течение 24 часов хранения изменения всех изучаемых показателей не превышает допустимые пределы вариации, но при увеличении этого срока уровень аналитической вариабельности становится не приемлемым (диаграмма 1).

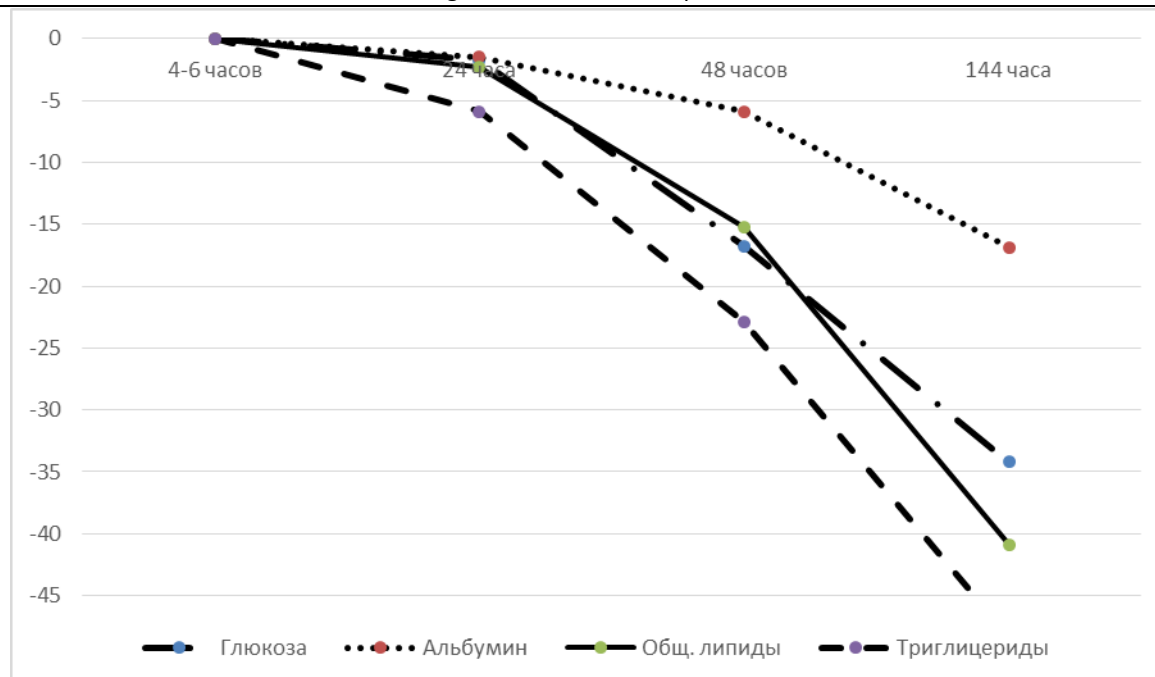


Диаграмма – 1. Динамика биохимических показателей проб кала крупного рогатого скота и свиней в процессе их хранения в замороженном состоянии (среднее процентное отклонение от исходного уровня)

Заключение. Копрологические исследования существенно расширяют методологические возможности ветеринарной гастроэнтерологии, повышая объективность диагноза и обоснованность назначаемой терапии. Однако высокий риск аналитической ошибки связанный с изменением состава кала во время хранения ограничивают возможности проведения его анализа. Полученные нами данные показали отсутствие достоверных межвидовых различий в стабильности показателей кала при хранении. Выявлено, что в процессе хранения проб кала при температуре -18°C , происходят изменения его состава, что необходимо учитывать при проведении копрологических исследований. Изучены особенности изменений в кале содержания глюкозы, альбуминов, общих липидов и триглицеридов. Максимальная устойчивость при хранении отмечена у альбуминов, но минимальная у триглицеридов. С целью снижения риска аналитической ошибки рекомендуется проводить исследования кала в первые часы после отбора, но при необходимости допускается его заморозка на срок до 24 часов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алтухов Н. Пути профилактики желудочно-кишечных болезней поросят в период отъёма / Н. Алтухов, Ю. Бригадиров, А. Шамардина // Свиноводство. – 2005. – №6. – С. 21-22.

2. Бергнер Х. Научные основы питания сельскохозяйственных животных / Х. Бергнер, Х-А. Кетц. – М.: Колос, 1973. – 597 с.

3. Битти А.Д. Диагностические тесты в гастроэнтерологии // А.Д. Битти. Пер. с англ. – М.: Медицина, 1995. – 224 с.

4. Калужный И.И. Клиническая гастроэнтерология животных / под ред. И.И. Калужного. – СПб.: Изд-во Лань, 2015. – 448 с.

5. Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник // В.В. Меньшиков, Л.Н. Делекторская, Р.П. Золотницкая и др. – М.: Медицина, 1987. – 368 с.

6. Лабораторная диагностика гельминтозов и протозоозов: Методические указания. 2-е изд. – М.: ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора, 2014. – 118 с.

7. Николаева О.Н. Этиология и профилактика желудочно-кишечных болезней телят / О.Н. Николаева // Практик. – 2010. – №1. – С. 26 – 31.

8. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных // О.Ю. Реброва. – МедиаСфера, 2002. – 312 с.

9. Шевченко И.А. Лабораторные методы исследования при заболеваниях органов пищеварения // И.А. Шевченко. – Л.: Медицина, 1982. – 200 с.

10. Циммерман Я.С. Нерешенные и спорные проблемы современной гастроэнтерологии / Я.С. Циммерман. – М.: МЕДпрессинформ, 2013. – 224 с.

№22/2018

Norwegian Journal of development of the International Science

ISSN 3453-9875

VOL.1

It was established in November 2016 with support from the Norwegian Academy of Science.

DESCRIPTION

The Scientific journal “Norwegian Journal of development of the International Science” is issued 12 times a year and is a scientific publication on topical problems of science.

Editor in chief – Karin Kristiansen (University of Oslo, Norway)

The assistant of the editor in chief – Olof Hansen

- James Smith (University of Birmingham, UK)
- Kristian Nilsen (University Centre in Svalbard, Norway)
- Arne Jensen (Norwegian University of Science and Technology, Norway)
- Sander Svein (University of Tromsø, Norway)
- Lena Meyer (University of Gothenburg, Sweden)
- Hans Rasmussen (University of Southern Denmark, Denmark)
- Chantal Girard (ESC Rennes School of Business, France)
- Ann Claes (University of Groningen, Netherlands)
- Ingrid Karlsen (University of Oslo, Norway)
- Terje Gruterson (Norwegian Institute of Public Health, Norway)
- Sander Langfjord (University Hospital, Norway)
- Fredrik Mardosas (Oslo and Akershus University College, Norway)
- Emil Berger (Ministry of Agriculture and Food, Norway)
- Sofie Olsen (BioFokus, Norway)
- Rolf Ulrich Becker (University of Duisburg-Essen, Germany)
- Lutz Jäncke (University of Zürich, Switzerland)
- Elizabeth Davies (University of Glasgow, UK)
- Chan Jiang (Peking University, China)

and other independent experts

1000 copies

Norwegian Journal of development of the International Science

Iduns gate 4A, 0178, Oslo, Norway

email: publish@njd-iscience.com

site: <http://www.njd-iscience.com>

—