

Министерство образования Республики Беларусь  
Министерство природных ресурсов  
и охраны окружающей среды Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Международный государственный экологический  
институт имени А. Д. Сахарова»  
Белорусского государственного университета



# **САХАРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ 2017 ГОДА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ XXI ВЕКА**

## **SAKHAROV READINGS 2017: ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE XXI CENTURY**

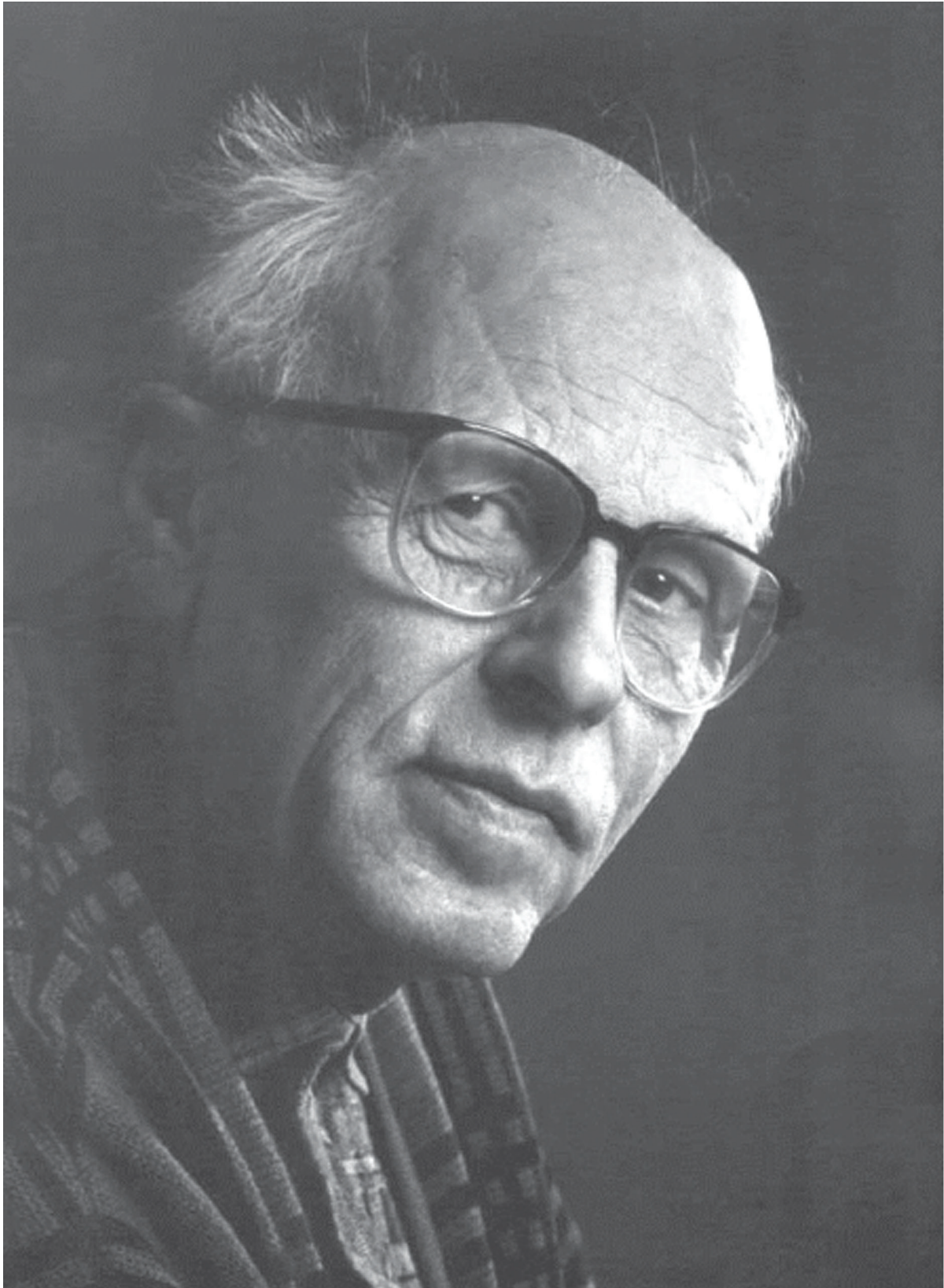
**Материалы 17-й международной научной конференции**

18–19 мая 2017 г.  
г. Минск, Республика Беларусь

В двух частях  
Часть 2

Минск  
«ИВЦ Минфина»  
2017





**АНДРЕЙ ДМИТРИЕВИЧ САХАРОВ**  
(21 мая 1921–14 декабря 1989)





**БИОЭКОЛОГИЯ, АГРОЭКОЛОГИЯ,  
БИОИНДИКАЦИЯ И БИОРЕМЕДИАЦИЯ**



# FERMENTATION AND STORAGE OF CAPER FRUITS (*Capparis ovata* Desf. var. *canescens* (Coss.): CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES

**Büşra Belviranlı<sup>1</sup>, Fahad Al Juhaimi<sup>2</sup>, Mehmet Musa Özcan<sup>3\*</sup>**

<sup>1</sup>Republic of Turkey Ministry of Food, Agriculture and Livestock,  
Food Control Laboratory, Konya, Turkey

<sup>2</sup>Department of Food Science & Nutrition, College of Food and Agricultural Sciences,  
King Saud University, Riyadh-Saudi Arabia

<sup>3</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Agriculture, Selçuk University, Konya, Turkey  
mozcan@selcuk.edu.tr

Studied the fermented product which occurs by processing in controlled conditions according to harvest period, type of brine (%) and time so to define desired compositional and sensory properties of the product. Increasing salt concentration of brine causes decrease of acidity. Fermentation period of 30 days is suitable with respect to acidity progress and processing. Total bacteria number of brine increased in third and fourth day of fermentation compared to 1st day, and the highest level took in 21st day. The highest lactic acid bacteria number was seen in brines of 5 % during fermentation. Fermented fruits of July were approved for smell, appearance and hardness. Both of the fruits (July and August) were preferred with respect to color and flavor. Sensory properties may be improved by use of some additives such as citric acid in brines of 5 % and/or addition of some spice formulations to end product.

Изучали ферментированный продукт, который происходит путем обработки в контролируемых условиях в соответствии с периодом сбора, типом рассола (%) и временем, чтобы определить желаемые композиционные и сенсорные свойства продукта. Увеличение концентрации соли в рассоле вызывает снижение кислотности. Ферментационный период в 30 дней подходит для прогресса и обработки кислотности. Общее количество бактерий рассола увеличилось на третий и четвертый день ферментации по сравнению с 1-ым днем, а самый высокий уровень – на 21-й день. Наибольшее количество молочнокислых бактерий наблюдалось в рассолах 5 % во время ферментации. Ферментированные фрукты июля были одобрены за запах, внешний вид и твердость. Оба плода (июль и август) были предпочтительными по отношению к цвету и аромату. Сенсорные свойства могут быть улучшены за счет использования некоторых добавок, таких как лимонная кислота в рассолах 5 % и / или добавления некоторых специй в готовый продукт.

**Keywords:** caperberry, fermentation, ph, acidity, Lactic acid bacteria, total bacteria, storage.

**Ключевые слова:** клюква, ферментация, pH, кислотность, молочнокислые бактерии, тотальные бактерии, хранение.

The aim of this study to observe the fermented product which occurs by processing in controlled conditions according to harvest period, type of brine (%) and time so to define desired compositional and sensory properties of the product. *Capparis ovata* var. *canescens* fruits harvested in two different periods (July and August) were fermented in three different brines of 5 %, 10 % and 15 % for a month, and stored for nine month. Chemical and microbiological characteristics of the brines were determined during fermentation and storage. The highest pH was found in 3rd day of fermentation. pH values of brines of July were found higher than those belong to brines of August. In the beginning of the fermentation (1st day), acidity of brines of July period was higher that of August ( $p < 0.05$ ). Acidity of all the brines gradually decreased in 30th day, took the same value in 1st storage, but increased in 2nd storage. In the end of the storage (3rd storage), the highest acidity was found in 5 % brine (about 0.70 %). Salt ratios of all the brines decreased in 3rd day of fermentation. Total bacteria number of brine increased in third and fourth day of fermentation compared to 1st day, and the highest level took in 21st day. Low mould-yeast number was found in all of three brines in 1st and 3rd day. The lowest and highest mould-yeast growth were in brines of 15 % and 5 % in the end of fermentation respectively. Lactic acid bacteria growth wasn't seen in brines of 15 % during fermentation and storage. The highest lactic acid bacteria number was seen in brines of 5 % during fermentation. No growth was seen in storage.

pH values of all the brines rapidly decreased in 3rd day of fermentation and slightly increased until 21st day (except slight decrease in brines of 5 %). It's suitable to prefer brines of 5 % of August with respect to acidity values. Increasing salt concentration of brine causes decrease of acidity. In addition, fermentation period of 30 days is suitable with respect to acidity progress and processing. Salt ratio of all the brines rapidly decreased in first three days of fermentation. However, brines of 15 % of July are more safety with respect to growth of some unwanted microorganisms such as mould-yeast. Pasteurization of brines before processing may be applied to prevent unwanted growth, so obligation of use of high salt concentration may partially be disappeared. Fermented fruits of July were approved for smell, appearance and hardness. Both of the fruits (July and August) were preferred with respect to color and flavor. Fermented fruits of 15 % were approved for most of sensory properties. However, it's seen that fruits of 5 % are advantageous with respect to many com-

positional properties. Sensory properties may be improved by use of some additives such as citric acid in brines of 5 % and/or addition of some spice formulations to end product.

**ВЛИЯНИЕ КЛАССИЧЕСКОЙ МУЗЫКИ НА ВСХОЖЕСТЬ,  
РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОБИЛИЕ БУТОНОВ ЦВЕТОЧНЫХ РАСТЕНИЙ**  
**THE INFLUENCE OF CLASSICAL MUSIC ON THE GERMINATION, PROCESSES  
OF THE GROWTH AND THE ABUNDANCE OF BLOSSOMING OF FLOWER PLANTS**

***E. Bondarovich, I. Karnatsevich***  
***E. H. Бондарович, И. В. Карнацевич***

*Государственное учреждение образования «Гимназия № 9 г. Минска»,  
г. Минск, Республика Беларусь  
karnazira@gmail.com*

*State educational establishment «Gymnasium № 9 of Minsk», Minsk, Republic of Belarus*

Рассматривается влияние классической музыки на ростовые процессы и обилие бутонов цветочных растений. Установлено, что музыка Моцарта оказывает благоприятное воздействие на всхожесть, рост и обилие бутонов ромашки и астры.

The work examines the influence of classical music on growth processes and the abundance of buds of flowering plants. We managed to establish that Mozart's music has a favorable effect on the germination, growth and abundance of chamomile buds and asters.

*Ключевые слова:* классическая музыка, контрольная группа, тестовая группа, различные условия, первые ростки, обилие бутонов, ромашка, астра.

*Keywords:* classical music, control group, test group, different conditions, first leaves, the abundance of blossoming, asters, chamomiles.

The topic of our scientific research is “The influence of classical music on the germination, processes of the growth and the abundance of blossoming of flower plants.” Our aim is to watch the speed of growing of two types of flowers—asters and chamomiles, in different circumstances: with the help of classical music and without any music.

We have defined for ourselves the following tasks: 1) to check out if the influence of classical music is favourable for the growth of plants; 2) to compare how quickly first leaves (stems) show up; 3) to observe the difference between common conditions and special conditions under classical music. The control group was grown without music and test group was grown with classical music during four hours a day. Mozart music was chosen for our research. We took for each group –control and tests ones-50 seeds and planted them in special soil for flowers. Control and test group were grown in different rooms with enough light. We switched on Mozart music in the test room four hours a day. Control group was grown in the same temperature and light conditions but without music. Our observation was held during one month. According to the fact that 38 seeds among 50 in the test group were germinated two days earlier than in the control group, we can make a conclusion that classical music is favorable for the growth and the germination of flowers. At the next stage we are going to measure the height of stems and to observe the quantity of buds and the speed of blooming.

# ВЛИЯНИЕ КАЛИЙНОГО ОБРАБОТКИ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ БОБОВ, ПОДВЕРГНУТЫХ СТРЕССУ ЗАСУХИ

## EFFECTS OF POTASSIUM TREATMENTS ON THE PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF BEAN EXPOSED TO DROUGHT STRESS

*M. Hamurcu<sup>1</sup>, N. Mudrykh<sup>2</sup>, H. Ölçer Footitt<sup>3</sup>, E. E. Hakki<sup>1</sup>, S. Gezgin<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Selcuk University, Konya/Turkey,  
mhamurcu@selcuk.edu.tr*

<sup>2</sup>*Perm State Agricultural Academy, Perm/Russia,  
nata020880@hotmail.com*

<sup>3</sup>*Dumlupınar University, Kütahya/Turkey,  
holcer\_2000@yahoo.com*

In this study, we determined the recovery effects of potassium applications on stress tolerance of bean plants exposed to drought conditions by measuring the basic growth parameters and photosynthetic activity values. Photosynthetic rates of plants under drought stress were found to be lower than the control group. However, this decrease in photosynthesis was optimized to control levels with high K application (K 100 ppm). This suggests that suitable application of K has stress-relieving effects on drought-stressed plants.

В этом исследовании мы определили эффекты восстановления калийных приложений на устойчивость к стрессу у бобовых растений, подвергнутых воздействию засухи, путем измерения основных параметров роста и значений фотосинтетической активности. Установлено, что темпы фотосинтеза растений при стрессе засухи ниже, чем в контрольной группе. Однако это уменьшение фотосинтеза было оптимизировано для контроля уровней с высоким применением К (100 ppm). Это говорит о том, что подходящее применение К оказывает ослабляющее стресс воздействие на засухоустойчивые растения.

*Keywords:* drought, potassium, bean, photosynthesis.

*Ключевые слова:* засуха, калий, бобовые, фотосинтез.

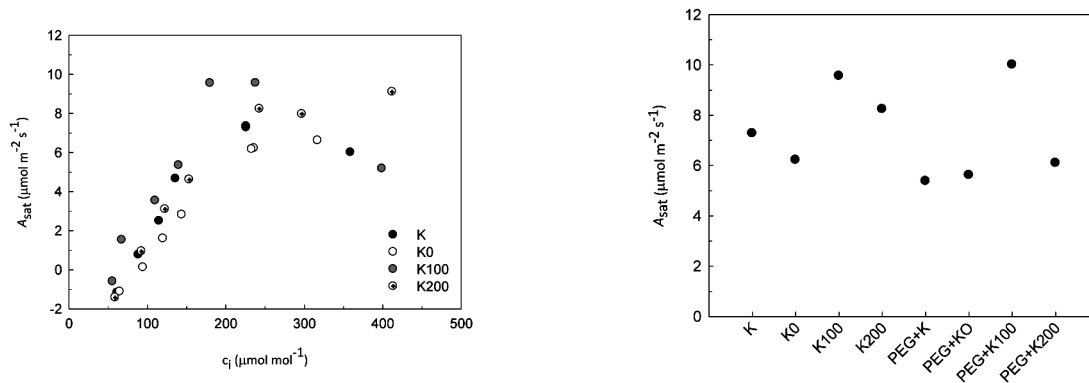
Drought is one of the most crucial environmental factors affecting the agricultural production [2, 4–6]. Drought stress being one of the most relevant stress factors present on the earth, holds the largest share of 26 % among abiotic stress conditions. In this situation, drought stress is one of the most common environmental stresses affecting crop growth and yield [3]. It has been reported that climate changes due to phenomenon called global warming will lead to a dry and warmer climate by 2030 in Southern Europe including Turkey. Drought is a danger to all the living things on earth, causing a decrease in the efficiency of natural resources in the world in fulfilling the nutritional requirements of huge populations causing death of millions of people due to hunger. Thus, identification of the plant species resistant to drought stress, understanding their tolerance mechanisms, determination of factors increasing crop durability will play a role in preventing drought that is increasing as a result of global warming especially caused by humans. As compared to other species, legumes are one of the most vulnerable plant groups, and amongst that, beans are the most sensitive species towards drought [1].

In this study, drought tolerance levels of bean plants had been determined. Moreover, effect of potassium application on stimulation of plant germination and growth, behavior of growth hormones, increment in water use efficiency and photosynthetic activity of the bean plants exposed to drought stress conditions has been determined.

Experimental Phaseolus genotypes were grown in hydroponic system under controlled conditions. In the study, osmotic and ionic stress tolerance of bean plants grown as a control group (containing 39 ppm K in Hoagland Solution) and a treated group exposed to drought conditions caused by PEG 6000 developing  $-0,42$  MPa osmotic pressure has been estimated. Moreover, effects of different potassium concentrations (control, K 100 ppm and K 200 ppm) on photosynthetic activity of these two groups were assessed using a Li-CoR 6400 XTQ instrument.

A decrease in the photosynthetic activity of plants on decreased K supply and consequently, less K concentration in leaves were observed. Potassium affects the photosynthetic activity of plants by opening and closing of stomata. There is an increase in the permeability, photosynthesis and rubisco carboxylase activity of stomata along with an increase in the K concentration of leaves. In fact, in this study, it was found that the photosynthetic rate of plants treated with  $K_{100}$  and  $K_{200}$  was higher than that of the plants treated with K and  $K_0$ . Plants under drought stress showed a decrease in photosynthetic rates as compared to control plants. However, the decrease in photosynthesis reached to the control levels with high level K application ( $K_{100}$ ). This suggests that K applied at a certain level has stress-relieving effects on drought-stressed plants.





## REFERENCES

1. Ashraf, J. Differences in Returns to Education: *An Analysis by Race* / J. Ashraf // American Journal of Economics and Sociology. – 1994. – V. 53 (3). – P. 281–290.
2. Boyer, J. S. Plant Productivity an Environment / J. S. Boyer // Science. – 1982. – № 218. – P. 443–448.
3. Hongbo, S. Changes of anti-oxidative enzymes and MDA content under soil water deficits among 10 wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes at maturation stage / S. Hongbo, L. ZongSuo, S. MingAn // Colloid. Surface. B. – 2005. – № 45. – P. 7–13.
4. Kalefetoğlu, T. The effects of drought on plants and tolerance mechanisms / T. Kalefetoğlu, Y. Ekmekçi // Gazi University Journal of Science. – 2010. – № 18 (4). – P. 723–740.
5. Kuşvuran, Ş. Changes occur in lipid peroxidation, chlorophyll and ion contents of some salt tolerant and sensitive Cucumis sp. genotypes grown under salinity stress / Ş. Kuşvuran, F. Yaşar, K. Abak, Ş. Ellialtıoğlu // Yüzüncü Yıl University, Journal of Science. – 2008. – № 18 (1). – P. 11–18.
6. Lawlor, D. W. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants / D. W. Lawlor, G. Cornic // Plant Cell and Environ. – 2002. – № 25 (2). – P. 275–294.

## ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПОПУЛЯЦИИ ДИКОРАСТУЩЕГО НУТА, СВЯЗАННОЙ С НЕПРЕРЫВНЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ GENETIC DIVERSITY ASSESSMENT OF A COLLECTION OF WILD CHICKPEA POPULATIONS AIMING TOWARDS CONTINUOUSLY CHANGING ENVIRONMENT

**Abdullah Kahraman<sup>1\*</sup>, Anamika Pandey<sup>2</sup>, Mohd. Kamran Khan<sup>2</sup>,  
Ahmet Cakmak<sup>1</sup>, Bilal Aydin<sup>1</sup>, Jens Berger<sup>3</sup>, Mahmut Gayberli<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Sanliurfa, Turkey

<sup>2</sup>Selcuk University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Turkey

<sup>3</sup>CSIRO Plant Industry, Wembley, WA 6913, Australia

<sup>4</sup>GAP Agriculture Research Institute (GAPTAEM), Turkey  
kahraman@harran.edu.tr

Climate change is one of the most challenging issues that has motivated the scientific community to utilize wild genetic resources. Wild species provide a rich source of potential traits to breed into cultivated varieties, including biotic and abiotic stress tolerance. Hence, we collected the morpho-genetic variation data of newly collected approximately 502 wild chickpea accessions belonging to 31 distinct populations. Here, we present the variation in days to flowering, days to maturity and seed weight per plant of the collected wild germplasm grown in plastic house conditions. Statistical analysis revealed significant variation among the collected wild populations. Variability in the studied traits suggests the potential exploitation of these wild germplasm resources in future breeding programs for the genetic improvement of cultivated varieties.

Изменение климата является одной из наиболее сложных проблем, которые побуждают научное сообщество использовать дикие генетические ресурсы. Дикие виды обеспечивают богатый источник потенциальных признаков для разведения в культивируемые сорта, включая биотическую и абиотическую устойчивость к стрессам. Таким образом, мы собрали данные морфо-генетических вариаций вновь собранных примерно 502 проб дикорастущего нута, при-надлежащих 31 различным популяциям. Здесь мы приводим вариацию в днях к цветению, дням к зрелости и весу семян на растение собранной дикой зародышевой

плазмы, выращенной в пластиковых домашних условиях. Статистический анализ показал значительные различия среди собранных диких популяций. Изменчивость в изученных чертах свидетельствует о возможной эксплуатации этих диких ресурсов гермоплазмы в будущих селекционных программах для генетического улучшения культивируемых сортов.

**Keywords:** crop improvement, domestication, crop yield loss, food security, sustainable agriculture.

**Ключевые слова:** улучшение сельскохозяйственных культур, приручение, снижение урожайности культур, продовольственная безопасность, устойчивое сельское хозяйство.

Climate change is one of the serious problems that world has to face in the coming decades. It has a negative impact on agricultural yields all over the world. Moreover, strong reduction in genetic diversity of crops caused by several bottlenecks (Abbo et al., 2003) poses a threat to their adaptation towards these environmental changes. In such scenario, utilization of wild genetic resources can be an effective approach to facilitate the crop improvement programs towards climate changes and may warrant global food security.

Chickpea is the third most significant legume crop produced in the world, with Turkey as one of the major producers and providing ample amount of proteins and vital amino acids to human body (Jukanti et al. 2012; Verma et al., 2015; FAO STAT 2015). It is considered to have been domesticated from its wild progenitor, *Cicer reticulatum* around 11,000 years ago in central Fertile Crescent that presently belongs to South Eastern part of Turkey and Syria (Zohary and Hopf, 2000).

In this experiment, during the year 2013 and 2014, we have newly collected approximately 502 wild chickpea accessions belonging to 31 distinct populations and planted them under plastic house conditions. These accessions were assessed for different agro-morphological traits. In this study, we provide the disparity obtained in different morphological characters including days to flowering, days to maturity and seed weight per plant of each collected germplasm.

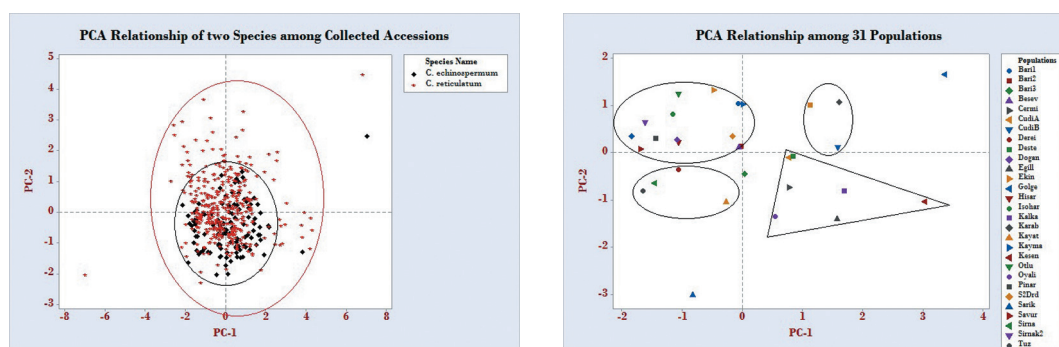


Figure 1 – PCA Scatterplot showing Relationship among different Species and Populations

Analyzed results showed significant variation among the collected populations and species (Figure 1). In principal component analysis, first two components explained 96 % of the morphological variation. Phylogenetic analysis based on three traits revealed two main groups and four sub-groups amongst 31 populations. Coefficient of variation for days to flowering, days to maturity and seed weight per plant was in the range of 1,1–7,7, 0,9–29,3 and 13,8–60,2, respectively. Variations obtained in the studied characters emphasize on the effective deployment of experimental wild germplasm resources in different breeding programs aiming climate changes in the environment. Association of these traits with molecular markers can be of much significance for further genetic studies.

## BIBLIOGRAPHY

1. Abbo, S., et al., 2003. The chickpea, summer cropping, and a new model for pulse domestication in the ancient near east. Q. Rev. Biol. 78, 435e448.
2. Zohary, D., Hopf, M., 2000. Domestication of plants in the old world, third ed. Clarendon Press, Oxford, UK.
3. Verma, M., Kumar, V., Patel, R. K., Garg, R. and Jain, M. (2015). CTDB: An Integrated Chickpea Transcriptome Database for Functional and Applied Genomics. PLoS ONE, 10 (8): e0136880. doi:10.1371/journal.pone.0136880.
4. FAO (2015) Food and Agricultural Organization of the United Nation, FAO Statistical Database. (<http://faostat3.fao.org/home/E>).

# ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИВЫ КАК ФАКТОР ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ВИДА

## PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WILLOW AS A FACTOR OF ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL POTENTIAL SPECIES

*Borivoj Krstić<sup>1</sup>, Rodoljub Oljača<sup>2</sup>, Aleh Rodzkin<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Serbia  
*borivoj.krstic@dbe.uns.ac.rs*

<sup>2</sup>University of Banja Luka, Bosnia and Herzegovina  
*rodoljub.oljaca@sf.unibl.org*

<sup>3</sup>Belarus national technical University, Minsk, Republic of Belarus  
*orodzkin@bntu.by*

Cultivation of willows is not limited to obtaining biomass on short-rotation plantations. These crops also have the potential environmental benefits to protect water and land resources and restore polluted ecosystems and habitats. Willow may be successfully used in environmental projects for remediating and reclaiming ecosystems after basic types of degradation: soil erosion; mine tailings; industrial, sludge and sewage waste; ore smelting; petroleum spilling; landfills; radionuclide and chemical pollution; eutrophication and salting of waters. The tolerance of willow to negative environmental factors is closely correlated with some physiology characteristics, such as photosynthesis process, chlorophyll contents, water regime and others. Our experiments showed that productivity of willow clones also depends of transpiration, photosynthesis and chlorophyll contents. Investigations results support that it is possible to use physiology characteristics as an indicator for potential species productivity and resistance to the environmental factors.

Интерес к культивированию ивы не ограничивается получением биомассы с короткоцикловых плантаций. Эта культура имеет значительный природоохраный потенциал, который реализуется в защите водных и почвенных ресурсов, восстановлении нарушенных экосистем и поддержании биоразнообразия. Посадки ивы могут быть использованы для защиты почв от эрозии, рекультивации полигонов отходов и солеотвалов, предотвращения эвтрофикации. Устойчивость растений ивы к негативным факторам среды (загрязнение или засоление почв) во многом определяется физиологическими характеристиками культуры. Наши эксперименты, проведенные в поле и в условиях защищенного грунта, свидетельствуют, что продуктивность ивы тесно связана с такими характеристиками как фотосинтез, содержание хлорофиллов, водный режим растений. Эти показатели могут быть использованы в качестве индикаторов для оценки потенциальной продуктивности культуры и ее устойчивости к негативному воздействию.

*Keywords:* physiology, willow, environmental factors, resistance.

*Ключевые слова:* физиология, ива, экологические факторы, устойчивость.

Plant physiology is a key biological science that extends theoretical knowledge into practical silvicultural applications. Investigations of physiological processes has shown that despite overall generalizations for plants there are a number of specific metabolic processes inherent to individual plant species and their habitats. It is important factor for t plant species, which characterize their metabolic processes and may help to assess of potential for practical. Thus, it is necessary to focus on contemporary research that stimulates the development of new solutions specific for sites in anthropogenically disturbed areas based on sustainable multi-functional and biological systems. The area of commercial plantations willow in Europe, mostly in Sweden is more than 20,000 ha [1]. For the last years, interest to willow production increased in the countries of Central and East Europe. The willow plantations established in Poland, Ukraine, Serbia, Estonia, Latvia, Lithuania, Belarus [2–3]. There are some investigations that support correlation between physiology characteristics and willow and poplar resistant to negative environmental factors.

*Poplar euphraticu Olive* and the hybrids (*P. tulassica Kom X (P. euphratica + Salix alba L)*) seedlings were subjected to low (50mM NaCl) and high salt (200mM NaCl) treatments to determine their photosynthetic responses to salt stress [4]. The photosynthetic pattern indicated that *P. euphratica* is a C3 plant with a high CO<sub>2</sub> compensation point and saturation point, but has some characteristics of C4 plants with a high light saturation point CO<sub>2</sub> compensation and saturation points increased with high salt treatment for both the hybrid and *P. euphraticu* while light saturation point decrease with salt treatment.

In the experiments in China the potential of willow cultivation on salty soils was mentioned was connected with enzyme contents [5]. Quinone reductase (QR) is an oxidative-related gene and few studies have focused on its roles concerning salt stress tolerance in plants. In this study, were cloned and analyzed the QR gene from *Salix matsudana*, a willow with tolerance of moderate salinity.

In our experiments the assessment of physiology characteristics of clones of *Salix alba* (Bachka, Volmianka, Drina) that were selected at Institute of Lowland Forestry and Environment of Novi Sad and clone Jorr (*Salix viminalis*) Swedish selection. The experiments were guide in greenhouse in Mitscerlich pots and in the field conditions in International park “Volma” (Republic of Belarus). In greenhouse conditions the best intensity of photosynthesis and high contents of chlorophyll were identified for clone Bachka. Investigations in the field conditions supported the high potential of this clone (table).

Table – Morphology characteristics of willow clones in the field condition

Clone	Year	Parameter		
		Height of plants, cm	Diameter, mm	Number of sprouts
Jorr	2013	401	25,2	–
Bačka	2013	428	28,5	–
Volmianka	2013	417	26,9	–
Drina	2013	387	27,3	–
LSD <sub>05</sub>	2013	14,6	1,12	0,28

Our results showed that it is possible to use physiology characteristics as an indicator for potential species productivity and resistance to environmental factors.

#### REFERENCE

1. Volk, T. A, Luzadis, V. A. (2009) Willow biomass production for bioenergy, biofuels, and bioproducts in New York, chapter 11. Solomon and Luzadis (eds). In: Renewable energy from forest resources in the United States. Routledge: London, pp. 238–260.
2. Józef Mosiej, Agnieszka Karczmarczyk, Katarzyna Wyporska, Aleh Rodzkin / Biomass Production in Energy Forests, p. 196–202 // Ecosystem Health and Sustainable Agriculture 3. Editors: Lars Rydén and Ingrid Karlsson. The Baltic University Programme, Uppsala University, 2012 ISBN 978-91-86189-11-2, 325 pages. Ill.
3. Review about investigations of salix spp. in Europe. Irēna Pučka, Dagnija Lazdiņa // Research for Rural Development. Issue 19/2013, vol. 2. (2013), p. 13–19.
4. Overexpression of quinone reductase from *Salix matsudana* Koidz enhances salt tolerance in transgenic *Arabidopsis thaliana* / Xixi Song, Jie Fang, Xiaojiao Hana, Xuelian ,Mingying Liu, Jianjun Hua, Renying Zhuo // Gene 576 (2016) 520–527.
5. Expression profile of miRNAs in *Populus cathayana* L. and *Salix matsudana* Koidz under salt stress / Jing Zhou, Mingying Liu, Jing Jiang // Mol Biol Rep (2012) 39:8645–8654.

## ОЦЕНКА ОТДЕЛЬНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПЕЧЕНИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ УТОК

### ASSESSMENT OF SELECTED MINERAL AND HEAVY METALS IN SEVERAL WILD DUCK LIVERS

**Naydun N.1, Mehmet Musa Özcan<sup>2\*</sup>, V. Lemiasheuskī<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Selçuk University, Konya, Turkey

<sup>3</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus  
mozcan@selcuk.edu.tr

It is study the mineral and metal and non-metal contents of several duck livers. Liver can be used as the supplement for the good personal health. The Ca, K, Mg, and P contents of livers were found in the highest levels in all liver samples. There were significant differences in mineral contents of liver types ( $p < 0.05$ ). The high metal content found in the liver samples may be caused by the pollution and the environment itself, more probably by the secondary contamination caused by agricultural practices and live stock feed, as well. The accumulation of heavy metals varies significantly from one tissue to another within an animal and varies also between one animal and another. The same variation was observed for our results. In comparison with literature, it may be different values for almost all the element parameters.

Это исследование минерального и металлического и неметаллического содержимого утиной печени. Печень может использоваться как дополнение к хорошему личному здоровью. Содержание Ca, K, Mg и P

печени было найдено на самых высоких уровнях во всех образцах печени. Имели место существенные различия в содержании минералов в печени ( $p < 0,05$ ). Высокое содержание металлов, обнаруженное в образцах печени, может быть вызвано загрязнением и самой окружающей средой, скорее всего вторичным загрязнением, вызванным сельскохозяйственной практикой и кормом для животных. Накопление тяжелых металлов значительно варьирует от одной ткани к другой внутри животного и изменяется также между одним животным и другим. Для наших результатов наблюдалась такая же вариация. По сравнению с литературой, это могут быть разные значения для почти всех параметров элемента.

*Keywords:* Wild duck, livers, minerals, heavy metals, ICP-AES.

*Ключевые слова:* дикая утка, печень, минералы, тяжелые металлы, ИСП-АЭС.

In his study, livers of five different ducks were analysed for macro and micro elements. The aim of current study is to determine mineral and metal and non-metal contents of several duck livers. The mineral contents of several duck livers were determined by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES). P contents of duck livers ranged from 8172,87 mg/Kg (Civil) to 9699,64 mg/Kg (K11). K contents of liver samples were found between 7848,39 mg/Kg (Kaşıkçı) and 8900,19 mg/Kg (K11). While Fe contents of livers range from 669,12 mg/Kg (Civil) to 3808,90 mg/Kg (K11), Na contents were found between 3142,2 mg/Kg (Yeşil) to 4756,8 mg/Kg (K11). Zn contents of samples varied between 52,40 mg/Kg (Kaşıkçı) and 104,20 mg/Kg (Civil). Cu contents of livers were established between 16,48 mg/Kg (K11) and 72,73 mg/Kg (Civil). There were significant differences in mineral contents of liver types ( $p < 0,05$ ). Liver can be used as supplement for good personal health.

The high metal content found in the liver samples may be caused by pollution and the environment it self, more probably by secondary contamination caused by agricultural practices and live stock feed, as well. Contamination is transferred to animals through direct sewage water and industrial effluent. In addition, contamination of liver can also be caused by vehicle emission and from dirty slaughter places.

The accumulation of heavy metals varies significantly from one tissue to another within an animal and varies also between one animal and another. This study is carried out to determine the levels of heavy metals in livers of different ducks. The same variation was observed for our results. In comparison with literature, it may be different values for almost all element parameters. Differences among the values of liver element contents can be probably due to feeding, environmental conditions, ingredients used in animal feed and analytical conditions. The Ca, K, Mg, and P contents of livers were found in the highest levels in all liver samples. Liver can be used as supplement for good personal health.

## **THE RECREATIONAL RESOURCES OF UNKNOWN CORNERS OF BELARUSIAN LAKE DISTRICT**

## **РЕКРЕАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ МАЛОИЗВЕСТНЫХ УГОЛКОВ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ**

***O. B. Sadova, M. A. Markova***

***O. Sadova, M. Markova***

*State educational establishment «Gymnasium №9 of Minsk», Minsk, Republic of Belarus  
gymn9@minsk.edu.by*

*Государственное учреждение образования «Гимназия № 9 г. Минска, г. Минск, Республика Беларусь*

The recreational possibilities of little-known corners of the Byelorussian Poozerie, which can be used for the development of ecotourism in Belarus, are considered in the work.

Рассматриваются рекреационные возможности малоизвестных уголков Белорусского Поозерья, которые могут быть использованы в целях развития экотуризма в Республике Беларусь.

*Keywords:* Recreational resources, ecotourism, Poozerie.

*Ключевые слова:* рекреационные ресурсы, экотуризм, Поозерье.

The aim of this work is the development of ecological tourism in Belarus.

The task was to give a full description of the recreational resources of unknown corners of Belarusian Lake District.

From June 19 to June 24 the pupils of our gymnasium went on expedition in order to study the recreational resources of the corners of Belarusian Lake District. The route of the expedition was developed during the preparation: the Station Zybki ( railway line Krulayshina – Polotsk) – lake Dolgoe – lake Beloe – lake Karavayna – lake Dolgoe – station Zybki.



There were laid four grounds on which we made the recreational researchers of water objects and forest vegetation: Ground 1 – lake Dolgoe, Ground 2 – lake Beloe, Ground 3 – lake Karavayna ( north-east), Ground 4 – lake Karavayna (south-east)

The methods of our research:

1. Description of the relief.
2. Approach to water, the quality of the beach, the description of the bottom, underwater vegetation.
3. The water quality, limpidity, color, quantity of organic, PH.
4. Fishing, fish species, fish baits, the methods of catching fish.
5. Ecological status.
6. Aesthetic value.
7. Comfortable conditions.
- 8 Approach to the place.

According to the results of the expedition the rating table that reflects all the recreational values of the objects was made with the purpose to develop the ecological tourism in the Republic of Belarus.

Conclusions. Based on the rating table of the recreational resources of the objects we can find out that the highest recreational point has lake Karavayna (platform № 4) – 57 points. The lowest has Lake Beloe (platform 2) – 43 points. But water quality, landscape, aesthetic value, ecological condition practically high on all grounds. According to the rating table of the recreational values of the forest vegetation of the examined objects, you can see that the highest score has lake Beloe – 39 points. The lowest has lake Karavayna – 21 points.

A good approach to water, the gradual accumulation of depth, clear water and comfortable glade – it gives you lake Karavayna (South-Eastern shore). Mushrooms, berries, magic pine forest, coexisting conditions for fishing – you'll find it on lake Beloe.

This work, published in a booklet, will be in wide demand from tourists, fishermen and fans of active rest, naturalists, and ecologists.

## **СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛОВ, ФЕНОЛА, АНТОЦИАНИНА И ФЛАВОНОИДОВ В БЕЛОЙ МУКЕ И ВСЕЙ ПШЕНИЧНОЙ МУКЕ**

### **MINERAL, TOTAL PHENOL, ANTHOCYANIN AND FLAVONOID CONTENTS OF WHITE FLOUR AND WHOLE WHEAT FLOUR**

***Şenay Şimşek<sup>1</sup>, Fahad Al Juhaimi<sup>2</sup>, Mehmet Musa Özcan<sup>3\*</sup>***

*<sup>1</sup>Department of Plant Sciences, Cereal Science Technology,  
North Dakota State University, Fargo, US*

*<sup>2</sup>Department of Food Science & Nutrition, College of Food and Agricultural Sciences,  
King Saud University, Riyadh-Saudi Arabia*

*<sup>3</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Agriculture, Selçuk University, 42079 Konya, Turkey*

*<sup>3</sup>Department of Plant Nutrition and Soil Science, Faculty of Agriculture,  
Selçuk University, 42031 Konya, Turkey  
mozcan@selcuk.edu.tr*

It is determine the concentration of macro and micro elements of selected 24 white and whole wheat flours obtained from Fargo in U.S.A. P, K, Ca, Mg and S contents of 24 wheat varieties ranged from 208,96 mg/kg (W-M.d 147) to 1753,39 mg/kg (ND-A 132), 159,09 mg/kg (ND-F 137) to 3210,17 mg/kg (EC 13.5-143M25), 57,65 mg/kg (ND-F 137) to 280,00 mg/kg (MT-C 129), 21,03 mg/kg (ND-E 136) to 976,21 mg/kg (ND-A 132) and 8,24 mg/kg (ND-F 137) to 824,66 mg/kg (ND-A 132), respectively. Anthocyanin contents of whole wheat flour were found higher than those of white flour. Flavonoid contents of white flour and whole wheat flours ranged from 7,0 (PNW-A 141) to 105,3 (SD-A 138) and 11,8 (PNW-B 142) to 25,6 (SD-C 140), respectively.

Определить концентрацию макро и микроэлементов в 24 выбранных видах белой и цельнозерновой муки, полученных из Фарго в США. Содержание ПП, К, Са, Мг и S 24 сортах пшеницы варьировалось от 208,96 мг / кг (WM.d 147) до (ND-F 132), 1759,39 мг / кг (ND-A 132), 159,09 мг / кг (ND-F 137) до 3210,17 мг / кг (EC 13,5-143M25), 57,65 мг / кг (ND-F 137) -C 129), 21,03 мг / кг (ND-E 136) до 976,21 мг / кг (ND-A 132) и 8,24 мг / кг (ND-F 137) до 824,66 мг / кг (ND-A 132) . Содержание антоцианов в муке из цельной пшеницы было выше, чем в муке. Содержание флавоноидов в муке из белой муки и цельной пшеницы варьировалось от 7,0 (PNW-A 141) до 105,3 (SD-A 138) и 11,8 (PNW-B 142) до 25,6 (SD-C 140) соответственно.

*Keywords:* white flour, whole white flour, composition, ICP-AES.

*Ключевые слова:* белая мука, целая белая мука, состав, ICP-AES.

The aim of current study was to determine the concentrations of macro and micro elements of selected 24 white and whole wheat flours obtained from Fargo in U.S.A. Mineral contents of several flour types were determined by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES). P, K, Ca, Mg and S contents of 24 wheat varieties ranged from 208,96 mg/kg (W-M.d 147) to 1753,39 mg/kg (ND-A 132), 159,09 mg/kg (ND-F 137) to 3210,17 mg/kg (EC 13,5–143M25), 57,65 mg/kg (ND-F 137) to 280,00 mg/kg (MT-C 129), 21,03 mg/kg (ND-E 136) to 976,21 mg/kg (ND-A 132) and 8,24 mg/kg (ND-F 137) to 824,66 mg/kg (ND-A 132), respectively. Total phenolic and anthocyanin contents of white flour and whole wheat flour changed between 819 mg GAE/g (ND-C 134) to 4929 mg GA/g (E>14,5–145) and 313 mg GA/g (ND-D 111) to 4595 mg GA/g (SD-A 138), respectively. Anthocyanin contents of both flour types were found between 0,007 Mmol/g (MN-B 126) to 0,054 Mmol/g (SDA-138) and 0,054 Mmol/g (PNW-A 141) to 0,061 Mmol/g (ND-C 134 and SD-B 1393), respectively. Flavonoid contents of white flour and whole wheat flours were found between 7,0 mg CE/g (PNW-A 141) and 105,3 mg CE/g (SD-A 138), 11,8 mg CE/g (PNW-B 142) and 25,6 mg CE/g (SD-C 140), respectively. Generally, anthocyanin contents of whole wheat flour were found higher than those of white flour. However, flavonoid contents of white flour and whole wheat flours ranged from 7,0 (PNW-A 141) to 105,3 (SD-A 138) and 11,8 (PNW-B 142) to 25,6 (SD-C 140), respectively. When compared, flavonoid contents of white flour were found low according to results of whole wheat flour. These differences can be probable due to bran of whole wheat.

## **ПОЛУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК ИЗ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

### **OBTAINING BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES FROM MEDICINAL PLANTS GROWING IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

***Г. З. Туребекова, Г. Б. Алпамысова,  
Р. А. Исаева, Ж. А. Шынғысбаева, Ш. Шапалов***

***G. Turebekova, G. Alpatmyssova, R. Issayeva, Zh. Shingisbayeva, Sh. Shapalov***

*Южно-Казахстанский государственный институт,  
Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова  
г. Шымкент, Республика Казахстан  
South Kazakhstan Pedagogical State University,  
M. Auevov named South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan  
g.ture@mail.ru*

Для получения биологически активных добавок в виде травяных чаев предлагается использовать лекарственные растения, произрастающие на юге Казахстана в экологически чистых районах, прошедших тщательный отбор.

To obtain biologically active additives in the form of herbal teas, it is proposed to use medicinal plants growing in the south of Kazakhstan in ecologically clean regions that have been carefully selected.

*Ключевые слова:* биологически активная добавка, травяной чай, лекарственное растение.

*Keywords:* biologically active additive, herbal tea, medicinal plant.

More than 20 thousand kinds of plants grow in Kazakhstan, 6 thousand of them contain biologically active substances. 600 kinds from these 6 thousand can be used as semi-finished products for production of pharmaceuticals, ready pharmaceuticals can be produced from more than 500 kinds. However, available technologies for production of pharmaceuticals have very labor intensive, multistage and expensive processes. Besides, purity of these products leaves much to be desired, therefore, they are not competitive in the world market. In addition, synthetic drugs cause many side effects and unwanted effects and can affect internal organs such as the liver and kidneys. Pharmaceuticals prepared from plant raw materials are especially effective at treatment of chronic diseases, do not cause ghost effects at their usage and are non-toxic in comparison with pharmaceuticals derived synthetically. Probably, therefore, recently in such developed countries as America, Japan and countries of European Union, basic components for production of pharmaceuticals are natural compounds of plant and animal origin.

Such pharmaceuticals as codein, papaverine, etc., are produced at Shymkent chemical pharmaceutical factory from plant raw materials by means of extraction, and accompanying alkaloids flow to waste, as some of them toxic, others – inefficient, and some have no physiological activity. Up to the present moment these byproducts are stored in storage facilities unrealized. However, structures of these alkaloids allow produce on their basis known or new biologically active substances by modification of their structure, by introduction of new functional groups -OH, -OCH<sub>3</sub>, -OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, -NO<sub>2</sub>, etc.

When producing pharmaceuticals in the usual manner, yield of the target product is not high. Offered by us technology for extraction of valuable biologically active substances raises the yield of the product up to 80 % at the high purity. It is offered to use drug plants of South Kazakhstan for production of biologically active additives. However, mentality of Kazakhstan population is such that the people does not like use dietary supplements, thinking that they are pharmaceuticals. Therefore, we offer principally new solution – take the dietary supplements in the form of herbal teas with different actions: from hypertension, vitaminized, calming, for improvement of digestion, etc. For the preparation of raw materials it is intended to use medicinal plants growing in the south of Kazakhstan in ecologically clean regions that have been carefully selected.

## **ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ УДОБРЕНИЯ ГЕОТОН И СУПРОДИТ М – СОВРЕМЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

### **ORGANO-MINERAL COMPLEX FERTILIZERS GEOTON AND SUPRODIT M – INNOVATIONS FOR AGRICULTURE**

**О. Ю. Баланова, А. Н. Ратников, Д. Г. Свириденко, Г. И. Попова, К. В. Петров**  
**О. Balanova, A. Ratnikov, D. Sviridenko, G. Popova, K. Petrov**

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»  
г. Обнинск, Российская Федерация  
animaleco15@rambler.ru  
Russian Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Russia*

Органо-минеральные комплексные удобрения СУПРОДИТ М и ГЕОТОН как современные разработки для сельского хозяйства являются эффективными агромелиорантами, способствующими повышению продуктивности и улучшению качества сельскохозяйственной продукции на различных типах почв.

Organomineral complex fertilizers SUPRODIT M and GEOTON are modern developments in agriculture and effective agromeliorants, enhance productivity and improve the quality of agricultural products on different types of soil.

*Ключевые слова:* СУПРОДИТ М, ГЕОТОН, продуктивность, эффективность удобрений, сельскохозяйственные культуры.

*Keywords:* SUPRODIT M, GEOTON, productivity, efficiency of fertilizers, crops.

Важнейшей задачей в сельском хозяйстве, наряду с сохранением и повышением плодородия почв, а также поднятием продуктивности культур является, получение экологически безопасной сельскохозяйственной продукции, соответствующей санитарно-гигиеническим нормативам по содержанию тяжелых металлов и радионуклидов. Усовершенствование зональных технологий возделывания сельскохозяйственных культур путем применения новых видов комплексных удобрений и препаратов, способствующих улучшению роста и развития растений, и, как следствие, увеличению их продуктивности, может служить перспективным направлением повышения эффективности отраслей растениеводства. Новые органо-минеральные препараты на основе торфа СУПРОДИТ М и ГЕОТОН разработаны и апробированы коллективом ФГБНУ ВНИИРАЭ (г. Обнинск, Калужская область) [1].

СУПРОДИТ М получен на основе трепела (тонкопористого кремнистого минерала). Удобрение содержит азот, фосфор, калий, обогащено макро- (Mg) и микроэлементами (B, Mo), включает активные органические соединения, имеет повышенную сорбционную способность по отношению к загрязняющим почву веществам – тяжелым металлам и радионуклидам ( $^{137}\text{Cs}$ ) техногенного происхождения. СУПРОДИТ М содержит легкоусвояемый азот, фосфор, калий, микро- (B, Mo) и макро- (Mg) элементы и биологически активные вещества – гуматы калия. Элементный состав СУПРОДИТ М: N – 11 %;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 12 %;  $\text{K}_2\text{O}$  – 18 %, Ca – 0,33 %; Mg – 0,92 %, органическое вещество – 30 %. Содержание микроэлементов в удобрении: B – 1200 мг/кг; Mo – 1400 мг/кг. СУПРОДИТ М содержит биологически активные вещества (гуматы калия). Он обладает высокой сорбционной способностью комплексного сорбента, входящего в его состав, обеспечивающий постепенное освобождение в почвенный раствор питательных элементов, необходимых для растений, а также сорбционной способностью по отношению к загрязняющим почву веществам: тяжелым металлам (Cd, Ni и др.) и радионуклидам ( $^{137}\text{Cs}$ ) техногенного происхождения.

СУПРОДИТ М защищен патентом Российской Федерации № 2426711. Он применяется в дозах, общепринятых для минеральных удобрений в Центральном регионе Российской Федерации, 800 кг/га (80 г/м<sup>2</sup>). Данное удобрение предназначается для сохранения и повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур, а также для снижения поступления радионуклидов и ТМ в хозяйственно-ценную часть урожая и получение

ния экологически безопасной продукции растениеводства на техногенно загрязненных территориях. СУПРОДИТ М характеризуется пролонгированным действием в течение 2–3-х лет. При применении данного удобрения на почвах различного типа происходит улучшение почвенного плодородия, сорбционных характеристик почвы [2].

Производственные и вегетационные испытания по влиянию СУПРОДИТА М на продуктивность и качество урожая зерновых культур и картофеля были проведены – на базе ФГБНУ ВНИИРАЭ, ФГБНУ Калужского научно-исследовательского института сельского хозяйства (Перемышльский район), на базе Калужского филиала РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, в Бабынинском (КФХ «Петухов») и Малоярославецком районах (ООО «Родина») Калужской области. Утверждены многочисленные акты испытаний СУПРОДИТА М на различных культурах (ячмень, овес, картофель, кукуруза).

Эффективность СУПРОДИТА М для зерновых культур – это повышение урожайности ячменя – на 10–40 %; овса – на 20–40 %; снижение перехода Cd в зерно овса в 1,4–1,5; Cu – в 1,4; Pb и Ni – в 1,2–1,5; Zn – в 1,3 раза; Cu в зерно ячменя в 1,1 раза; повышение содержания Ca в зерне овса в 1,4; K – в 1,1; Mo – в 2,7; Mg – в 1,2 раза; снижение перехода <sup>137</sup>Cs в зерно ячменя в 2,2 раза. Разработана и представлена технология применения нового комплексного удобрения СУПРОДИТ М под яровые и озимые зерновые культуры на различных типах почв.

Эффективность СУПРОДИТА М для картофеля: повышение урожайности клубней на 10–40 %; снижение перехода Cd в клубни до 2,0 раз, Pb – до 2,3 раза; повышение содержания Mg – до 1,5 раз, Mo – до 0,6–3,0 раза; В – до 1,8 раза. Разработана и представлена технология применения СУПРОДИТА М под картофель на различных типах почв.

Эффективность СУПРОДИТА М для кукурузы: применение СУПРОДИТА М при выращивании кукурузы на серой лесной среднесуглинистой почве позволяет получать зеленую массу с наименьшим содержанием <sup>137</sup>Cs; снижает накопления <sup>137</sup>Cs в урожае кукурузы в 1,75 раза выше, чем Азофоски. В условиях полевого опыта было показано, что продуктивность кукурузы при внесении в почву СУПРОДИТА М была на 17 % выше по сравнению с вариантом без удобрений.

Инновационная разработка ГЕОТОНА представляет собой органо-минеральный комплекс (универсальный жидкий концентрат) с содержанием: азота (N) – 9–14 %, фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 23–25 %, калия (K<sub>2</sub>O) – 23–29 %, органического вещества – 32–45 %, в том числе гуматов калия 9–12%. ГЕОТОН не имеет запаха, безвреден при использовании, хорошо растворим в воде, совместим с большинством используемых минеральных удобрений и средств химической защиты растений. Основным сырьем для производства ГЕОТОНА является низинный торф. ГЕОТОН защищен патентом Российской Федерации № 2490241 от 20.08.2013 г. ГЕОТОН предназначен:

- для обработки вегетирующих растений (1 литр препарата на 1 гектар посевов в 300 литрах воды);
- для предпосевной обработки семян, в том числе клубней картофеля (250 мл препарата в 10 литрах воды на 1 тонну семян или клубней картофеля).

Обработка вегетирующих растений ГЕОТОНом проводится 1–2 раза за вегетационный период, в ответственные фазы их развития. Опрыскивание растений ГЕОТОНом усиливает их иммунитет, увеличивает эффективность корневого питания и повышает урожайность культур. Разработана технология применения ГЕОТОНА под различные сельскохозяйственные культуры (зерновые, картофель, овощные культуры, кукурузу, сахарную свеклу) на различных типах почв в Калужской, Брянской и Курской областях, позволяющая увеличить урожайность культур от 10 до 35 %. Применение данной технологии повышает рентабельность производства на 24 % и снижает себестоимость продукции на 19 %. Использование ГЕОТОНА повышает содержание протеина в зерне зерновых культур на 1–2 %, содержание крахмала в клубнях картофеля до 1,5 %. ГЕОТОН является эффективным препаратом, способствующим повышению продуктивности и улучшению качества сельскохозяйственной продукции на различных типах почв. Результаты производственных испытаний в зональных технологиях возделывания кукурузы на силос в хозяйствах различной формы собственности, на различных типах почв, показали, что применение ГЕОТОНА является высокоэффективным приемом повышения урожайности культуры. Продуктивность возрастала на 15–40 %. Однократное опрыскивание ГЕОТОНом растений кукурузы в фазу 6–7 листьев позволяло дополнительно получить 4,2–8,0 т/га зеленой массы на дерново-подзолистых почвах и 7,8 т/га – на серых лесных, в фазу 8–10 листьев – 25,3 т/га на серых лесных почвах.

Применение органо-минеральных удобрений СУПРОДИТА М и ГЕОТОНА, способствующее улучшению роста и развития растений а также, увеличению их продуктивности, может служить перспективным направлением повышения эффективности отраслей растениеводства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ратников, А. Н. Разработка и апробация новых комплексных органо-минеральных удобрений: материалы науч.-практ. конф. / А. Н. Ратников [и др.] // Новые комплексные удобрения для сельскохозяйственного производства. – Калуга-Обнинск: Россельхозакадемия, 2013. – С. 7–23.
2. Баланова, О. Ю. Новое комплексное удобрение СУПРОДИТ М – перспективная разработка в современном земледелии: материалы Международной науч.-практ. конф. 29–30 июня 2015 г. / О. Ю. Баланова [и др.] // Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии. – Суздаль: ФГБНУ Владимирский НИИСХ. – 2015.



**ИНТРОДУКЦИЯ ЦЕННОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО ГРИБА  
AURICULARIA POLYTRICHA (MONT.) SACC. В ИНТЕНСИВНУЮ КУЛЬТУРУ  
INTRODUCTION OF THE VALUABLE OFFICINAL FUNGUS  
AURICULARIA POLYTRICHA (MONT.) SACC. IN THE INTENSIVE CULTURE**

**И. В. Бордок, Л. В. Евтушенко, В. М. Лубянова  
I. Bordok, L. Yevtushenko, V. Lubyanova**

*Институт леса Национальной академии наук Беларуси, г. Гомель, Республика Беларусь  
forinstnanb@gmail.com  
Institute of Forest of National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Belarus*

Изучены штаммы *A. polytricha* и абиотические факторы, определяющие характер и условия выращивания аурикулярии густоволосистой интенсивным способом.

We have studied strains *A. polytricha* and abiotic factors defining the character and conditions of cultivation of the thick villous auricularia in the intensive way.

*Ключевые слова:* базидиомицеты, интродукция, вегетативный рост, субстрат, культивирование, ростовой коэффициент, плодоношение, урожайность.

*Keywords:* basidiomycetes, introduction, vegetative growth, substratum, cultivation, growth coefficient, fructification, productivity.

В последние годы в Республике Беларусь, странах СНГ наблюдается возрастающий научный интерес к изучению биологически активных соединений в группах высших базидиомицетов, а также созданию на основе грибов и продуктов их метаболизма пищевых и кормовых добавок, лекарственных препаратов.

Одним из перспективных природных источников веществ пищевого и медико-биологического назначения являются виды рода *Auricularia* (*A. auricular-judae*, *Auricularia polytricha*), о чем свидетельствуют многочисленные исследования [1–4]. Целебные свойства плодовых тел и мицелия видов рода *Auricularia* подтверждены многовековой историей фунготерапии. Грибы издревле широко используются в народной медицине, а китайские лекари считают, что эти грибы «оживляют» кровь, выводят токсины, растворяют камни в почках и желчном пузыре, а также являются источником антираковых соединений [3]. Виды рода *Auricularia* ценятся также за свои пищевые качества. Плодовые тела базидиомицетов содержат много белка, богаты минеральными веществами и растительными волокнами. Обладая столь уникальными свойствами, макромицеты рода *Auricularia*, безусловно, являются перспективными видами для введения в промышленную культуру. Исследования, выполненные в «Институте леса НАН Беларуси» в рамках ГПНИ «Химические технологии и материалы, природно-ресурсный потенциал» по интродукции аурикулярии густоволосистой, позволили разработать принципиально новые технологические приемы выращивания *A. polytricha*, адаптированные к местным условиям и субстратам. Работа проведена в области изучения вегетативного роста культур *A. polytricha* из Коллекции штаммов грибов «Института леса НАН Беларуси» на питательных средах различного состава, подбора оптимального субстрата для выращивания мицелия, плодовых тел аурикулярии густоволосистой и разработки режима культивирования базидиомицета. Установлено, что для штаммов вида *A. polytricha* оптимальной питательной средой является САС (сусло-агаровая среда). Максимальное значение РК (ростового коэффициента) отмечено у штамма 183 (РК = 40,0), минимальное – у штамма 175 (РК = 15,9). Выявлено, что диапазон колебания значений оптимальных температур для вегетативного роста разных исследуемых штаммов *A. polytricha* составляет +24...+28 °С, для плодоношения +22...+30 °С. Для выращивания плодовых тел аурикулярии густоволосистой подобран оптимальный субстрат на основе осиновых опилок, обогащенных отрубями. Полный цикл плодоношения на осиновых опилках продолжался 2–3 месяца в зависимости от штамма и условий культивирования, при этом основной урожай грибов пришелся на первую волну плодоношения. В результате двух волн плодоношения культур аурикулярии волосистой с блока на основе осиновых опилок массой 1 кг получен урожай, достигающий 330 г грибов (рисунок). Урожайность перспективного штамма 174 *A. auricular-judae* составила 33,0–35,1 % от массы субстрата.





Рисунок – Плодоношение штаммов *A. polytricha* из Коллекции штаммов грибов ГНУ «Института леса НАН Беларуси» на субстрате из осинового опилок

На основании полученных результатов разработана технология выращивания лекарственного гриба аурикулярии густоволоистой (*A. polytricha*) в культуре.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Bhadal, M. S. Cultivation of *Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc. (dews ear mushroom) on Wheat straw / M. S. Bhadal, K.V. Mehta // Mushroom Sci. – 1989. – P. 387–394.
- 2 Khan, S. M. Physiology and cultivation of Woods ear mushroom [*Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc.] / S. M. Khan, A. A. Mirza, M. A. Khan // Mushroom Sci. – 1991. – V. 13., № 2. – P. 573–578.
- 3 Фомина, В. И. Рост *Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc. на растительных субстратах / В. И. Фомина, Н. А. Бисько // Микология и фитопатология. – 1994. Вып. 4, Т. 28. – С. 24–28.
- 4 Ломберг, М. Л. Рост культур макромицетов на агаризованных питательных средах и плотных субстратах / М. Л. Ломберг, Э. Ф. Соломка // Биологические особенности лекарственных макромицетов в культуре: сб. науч. тр. Т.2 / Ин-т ботаники им. Холодного НАН Украины; под ред. чл.-кор. НАН Украины С. П. Вассера – Киев, 2012. – С. 345–371.

## ПАРТЕНОГЕНЕТИЧЕСКИЙ МРАМОРНЫЙ РАК *PROCAMBARUS FALLAX* (HAGEN, 1980) (DECAPODA, CAMBARIDAE) – ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ИНВАЗИВНЫЙ ВИД В ВОДОЕМАХ БЕЛАРУСИ THE PARTHENOGENETIC MARBLE CRAYFISH *PROCAMBARUS FALLAX* (HAGEN, 1980) (DECAPODA, CAMBARIDAE) – THE POTENTIAL INVASIVE SPECIES IN BELARUSIAN WATER BODIES

**А. П. Голубев, О. А. Бодиловская, А. С. Хомич, Е. А. Загорцева, А. В. Алехнович  
A. Golubev, O. Bodilovskaya, A. Khomich, E. Zagortzeva, A. Akekhovich**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ  
г. Минск, Республика Беларусь  
algiv@rambler.ru*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Мраморный рак в эксперименте при размножении посредством партеногенеза способен производить потомство в возрасте 10–11 месяцев при размерах тела 40–42 мм. Поэтому среди речных раков данный вид обладает исключительно высокими инвазивными способностями.

In the experiment marble crayfish is able to produce the progeny at the age of 10–11 months and body size of 40–42 mm. Therefore this species has an enormous invasive abilities among crayfishes.

*Ключевые слова:* мраморный рак, партеногенез, рост и размножение, биологические инвазии.

*Keywords:* marble crayfish, parthenogenesis, growth and reproduction, biological invasions.

Материнский ареал *P. fallax* охватывает лишь бассейн небольшой реки Сатилла в штатах Джорджия и Флорида (США) [1]. Однако повсеместно он является популярным аквариумным видом по причинам яркой окраски, быстрого роста и простоты культивирования. Природные популяции *P. fallax* в пределах материнского ареала, как и все речные раки, являются двуполовыми. Тем не менее аквариумные особи этого вида представлены исклю-

чительно партеногенетическими триплоидными самками [2], что является уникальным случаем для десятиногих ракообразных.

В последние десятилетия *P. fallax* обнаружен в природных водоемах ряда регионов Европы (от Нидерландов до Украины и от Швеции до Италии), Азии (Япония) и Африки (Мадагаскар), куда он, вероятнее всего, проник из любительских аквариумов [3]. Высокие инвазивные способности *P. fallax* обусловлены его повышенным, по сравнению с другими видами речных раков, уровнем воспроизводства, поскольку у *P. fallax* потомство способны производить все половозрелые особи, а не только самки, как у двуполовых видов. Однако многие важные аспекты роста и размножения *P. fallax*, определяющие биотический потенциал его инвазивных популяций, остаются неизученными.

Нами проведены лабораторные исследования в этом направлении с потомством *P. fallax* из двух поколений, полученных от одной партеногенетической самки, отрожденных в августе 2015 г. и январе 2016 г. – соответственно – материнское и дочернее поколения. Температура в период проведения экспериментов изменялась в пределах от 18–20 °С (декабрь–январь) до 26–28 °С (июль–первая половина августа).

Средняя масса новорожденных личинок *P. fallax* практически одинакова – в среднем 7,45 мг. Однако, несмотря на низкий уровень генотипической вариабельности, типичной для потомства партеногенетических особей, молодь этого вида отличается высокой вариабельностью по скорости роста. Быстрорастущие особи – лидеры, составляющие не более 10–12 % от общей численности поколения, способны в благоприятных условиях быстро достичь половой зрелости и дать потомство.

Напротив, многие медленно растущие особи (аутсайдеры), образующие большинство в обоих поколениях, часто оказываются вообще неспособными к размножению. Даже снижение плотности посадки не приводит ускорению роста аутсайдеров, что типично для большинства таксонов гидробионтов (моллюски, рыбы, личинки амфибий и др.). В материнской генерации вымет яиц отмечен лишь у одной особи (размер тела – 41 мм, масса – 1,85 г) в возрасте 290 суток. Эта кладка оказалась нежизнеспособной, однако в возрасте 481 сутки эта особь произвела вторую кладку.

В дочернем поколении вымет кладок отмечен у 5-ти самок-лидеров, возраст которых изменялся в пределах 281–346 суток, а масса тела – в диапазоне 2,41–3,07 г. Из некоторых кладок впоследствии отродилась вполне жизнеспособная молодь. Таким образом, среди всех видов речных раков партеногенетическая форма *P. fallax* отличается самым коротким ювенильным периодом, который при температурах свыше 18–20 °С длится не более 10–11 месяцев, и самыми мелкими размерами половозрелых особей (40–42 мм), что существенно повышает биотический потенциал данного вида. При этом теоретически основателем новой инвазивной популяции *P. fallax* может стать даже единственная половозрелая особь.

В водоемах Европы *P. fallax* выживает при температурах воды от 28 °С летом до 1–4 °С зимой. При этом в водоеме в черте г. Днепр (бывш. Днепропетровск, Украина) яйценосные самки встречаются вплоть до конца октября при температурах 10 °С и ниже [3]. Отсюда существует реальная угроза проникновения *P. fallax* в Беларусь как из сопредельных регионов Европы, так и в результате случайного или преднамеренного заноса из любительских аквариумов. Инвазия *P. fallax* может стать дополнительным фактором риска для аборигенных видов речных раков Беларуси – *Astacus leptodactylus* и, особенно, - для *A. astacus* как значительно более уязвимого вида в условиях интенсивной межвидовой конкуренции. Особенно благоприятными для инвазии *P. fallax* представляются подогреваемые водоемы-охладители ГРЭС и АЭС.

Это делает необходимым принятие мер для недопущения проникновения мраморного рака в природные водоемы Беларуси. В их числе – разъяснительная работа с аквариумистами, организация контрольных астакологических исследований на водоемах Беларуси, в первую очередь – в приграничных районах с Польшей, Литвой и Украиной.

Работа выполнена в рамках белорусско-индийского проекта ГКНТ РБ «Эколого-биохимические подходы в регуляции роста и размножения у жаброногих и десятиногих раков в аспекте их потенциального использования в аквакультуре» (2015–2016 гг.). Договор с БРФФИ № Б15ИНД-007 от 13.03.2015 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Taylor, C. A. Conservation status of crayfishes of the United States and Canada / C.A. Taylor et al. // Fisheries. – 1996. – Vol. 21. – P. 25–38.
2. Martin, P. The enigmatic Marmorkrebs (marbled crayfish) is the parthenogenetic form of *Procambarus fallax* (Hagen, 1870) / P. Martin et al. // Contributions to Zoology. – 2010. – Vol. 79, № 3. – P. 107–118.
3. Novitsky, R. A. The first records of Marmorkrebs [*Procambarus fallax* (Hagen, 1870) *forma virginialis*] (Crustacea, Decapoda, Cambaridae) in Ukraine / R.A. Novitsky, M.O. Son // Ecologia Montenegrina. – 2016. – Vol. 5. – P. 44–46.

**ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ХЛОРИДА НАТРИЯ НА ВСХОЖЕСТЬ  
СЕМЯН И РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ ГЛИКОФИТНЫХ РАСТЕНИЙ  
(НА ПРИМЕРЕ FAGOPYRUM ESCULENTUM)**

**LOW CONCENTRATIONS OF SODIUM CHLORIDE EFFECT  
ON SEED GERMINATION AND SEEDLING DEVELOPMENT OF GLYCOPHYTE  
PLANT FAGOPYRUM ESCULENTUM AS EXAMPLE**

***И. В. Гордеева***  
***I. Gordeeva***

*Уральский государственный экономический университет,  
г. Екатеринбург, Российская Федерация  
ivgord@mail.ru  
Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russian Federation*

Представлены результаты исследования влияния растворов NaCl концентраций 0,01 М, 0,02 М и 0,03 М на всхожесть семян и развитие проростков гречихи посевной *Fagopyrum esculentum*, традиционно относимой к гликофитным растениям. Показано, что низкие концентрации раствора хлорида натрия (особенно 0,02 М) способны оказывать стимулирующее воздействие на прорастание семян, длину основного корешка и гипокотила проростков на протяжении первых пяти суток проращивания.

The article presents the results of the research work devoted to the study of the effect of NaCl solutions of 0,01 M, 0,02 M and 0,03 M concentrations on the seed germination and seedling development of buckwheat *Fagopyrum esculentum* that is known as glycophyte. It is shown that low concentrations of sodium chloride solution (especially 0,02 M) can have a stimulating effect on the seed germination, length of the main root and hypocotyl of seedling during the first five days of germination.

*Ключевые слова:* гречиха посевная, прорастание семян, развитие проростков, хлорид натрия.

*Keywords:* buckwheat, seed germination, seedling development, sodium chloride.

Одной из серьезных проблем, стоящих перед современным земледелием, является засоление сельскохозяйственных земель, обусловленное как природными, так и антропогенными причинами. В настоящее время избыточному засолению подвержено около 7 % мировых сельскохозяйственных площадей и наблюдается тенденция к прогрессированию данного явления. Избыточное содержание ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  в почве и водных растворах продуцирует осмотический стресс, ионный дисбаланс и целый ряд таких негативных последствий, как нарушение аэрации корней [1]. Согласно ряду исследований, развитие корней в меньшей степени подвержено влиянию солевого стресса, нежели формирование надземной части растений, хотя также зафиксирована обратно пропорциональная зависимость между относительной скоростью прирастания корней и концентрацией NaCl в растворе [2–4].

Гречиха посевная *Fagopyrum esculentum* относится к числу типичных гликофитных растений, чувствительных к солевому стрессу, ингибирующему рост корней и надземной части проростков. В то же время в большинстве исследовательских работ изучалось влияние на гликофитные виды относительно высоких концентраций хлорида натрия (0,05 М и выше). В настоящей работе изучался эффект низких концентраций растворов данной соли. Методика эксперимента заключалась в следующем. Семена в количестве 40 штук помещались в стеклянные чашки Петри с фильтровальной бумагой и смачивались дистиллированной водой (контрольные условия), либо раствором NaCl концентраций 0,01 М, 0,02 М и 0,03 М в объеме 5 мл. Проращивание осуществлялось при комнатной температуре (23–25 °C) на протяжении пяти суток. Начиная со вторых суток проращивания ежедневно оценивалась всхожесть семян, а в течение последующих трех суток регулярно измерялась длина проростков (на третьи сутки), длина гипокотила и основного корешка (на четвертые и пятые сутки). Эксперимент осуществлялся на протяжении апреля–июня 2016 г. в шести повторностях. Для обработки результатов эксперимента использовалась стандартная статистическая программа Microsoft Excel, оценка достоверности различий между контрольными и опытными результатами производилась на основании t-критерия. Результаты экспериментальных данных представлены на рисунке и в таблице.

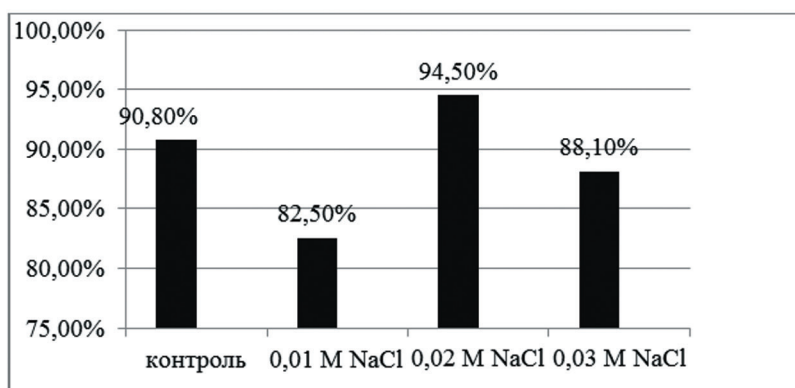


Рисунок – Влияние растворов хлорида натрия на всхожесть семян гречихи посевной (итоговые данные на пятые сутки эксперимента)

Как следует из данных рисунка, влияние NaCl на всхожесть семян гречихи посевной не демонстрирует четкой и однозначной корреляционной зависимости: при минимальной концентрации поваренной соли всхожесть семян достоверно снижается по сравнению с контролем, но при дальнейшем увеличении концентрации раствора до 0,02 М последний начинает оказывать уже стимулирующий эффект, а при возрастании концентрации NaCl до 0,03 М всхожесть вновь снижается, хотя и превышает аналогичный показатель для 0,01 М.

Таблица – Влияние растворов NaCl различных концентраций на длину главного корня и гипокотыля проростков гречихи посевной

Концентрация раствора NaCl	2-е сутки		3-и сутки		4-е сутки		5-е сутки	
	Длина главного корня, мм	Длина гипокотыля, мм	Длина главного корня, мм	Длина гипокотыля, мм	Длина главного корня, мм	Длина гипокотыля, мм	Длина главного корня, мм	Длина гипокотыля, мм
контроль	11,9±0,2	–	12,5±0,3	14,7±0,1	16,1±0,4	20,5 ±0,4	16,7 ±0,5	25,2±0,6
0,01 М р-р	10,6±0,4	–	15,0±0,1	14,9±0,3	16,4 ±0,3	21,2±0,2	18,9±0,5	28,2±0,2
0,02 М р-р	13,9±0,4	–	16,7±0,6	16,2 ±0,3	17,4±0,5	22,6±0,3	19,9 ±0,4	31,1 ±0,4
0,03 М р-р	10,8±0,2	–	12,0±0,3	15,2±0,2	13,3 ±0,1	20,0±0,3	13,8±0,2	27,0±0,2

Как следует из данных таблицы, концентрация 0,01 М NaCl оказывает незначительное угнетающее воздействие на рост корешка, но в то же время не влияет на размер гипокотыля, а раствор хлорида натрия 0,02 М достоверно стимулирует рост как надземной, так и подземной части проростков *F. esculentum*, что было отмечено во всех повторностях эксперимента и подтверждается статистически достоверными отличиями обеих величин по сравнению с контролем. Таким образом, можно констатировать, что водный раствор NaCl определенных низких концентраций (0,01 М и особенно 0,02 М) не только не оказывает угнетающего воздействия на деление клеток и рост растений, но может стимулировать данные процессы, а 0,02 М раствор хлорида натрия также оказывает позитивное влияние на всхожесть семян гречихи посевной, что требует дальнейших исследований с использованием биохимических методов. Кроме того, интерес представляет сравнение полученных данных с результатами оценки влияния растворов NaCl этих же концентраций на всхожесть и прорастание семян других видов растений, традиционно относимых к гликофитным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Alwan, A. Effect of sodium chloride on response of two wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) at germination and early seedling stages / A. Alwan, Kh. Hussein, Kh. Jaddoa // International journal of Applied Agricultural Sciences. – 2015. – Vol. 1(3). – P.60–65.
2. Nyagah, A. Effects of sodium chloride solution stress on germination and growth of passion fruits seedling / A. Nyagah, D. Musyimi // Journal of Agricultural and Biological Science. – 2009. – Vol.4. № 5. – P. 49–52.
3. Chachar, Q. Influence of sodium chloride on seed germination and seedling root growth of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) / Q. Chachar, A. Solangi, A. Vernoeff // Pakistan Journal of Botany. – Vol. 40(1). – P. 183–197.
4. Mohammed, M. Effect of sodium chloride on sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed germination / M. Mohammed, M. Benbella, A. Talouizete // Helia. – 2002. – Vol.25. № 37. – P.51–58.



**БИОИНДИКАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОДЕРЖАНИЯ МАКРО-  
И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ ШКОЛЬНИКОВ Г. МИНСКА**  
**BIOLOGICAL INDICATOR INDICES OF MACRO- AND MICROELEMENTS  
CONTENTS IN SCHOOLCHILDREN ORGANISMS IN MINSK**

***И. В. Дребенкова, В. А. Зайцев***  
***I. Drebenkova, V. Zaitsev***

*Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»,  
г. Минск, Республика Беларусь  
spectrometric@rspch.by*

*Republican unitary enterprise «Scientific practical centre of hygiene», Minsk, Republic of Belarus*

Методом атомно-эмиссионной спектрометрии исследовано содержание макро- и микроэлементов в организме школьников г. Минска. В качестве биоиндикаторных показателей содержания макро- и микроэлементов исследованы образцы волос. В группе макроэлементов установлен недостаток содержания кальция и магния у мальчиков, а также калия – у детей обоих полов. Для группы микроэлементов характерна высокая частота недостатка цинка, железа и хрома. Полученные данные дают основание для разработки профилактических мероприятий, направленных на коррекцию микроэлементного дисбаланса.

The research of macro- and microelements contents in schoolchildren organisms has been carried out using the atomic emission spectrometry method. Hair samples were used as the biological indicator indices of macro- and microelements contents. In the group of macroelements it was determined that boys lack calcium and magnesium and both genders lack potassium. The high lack of zinc, iron and chrome is typical for the group of microelements. The obtained data give the basis for preventive activities development directed at the microelements disbalance correction.

*Ключевые слова:* макроэлементы, микроэлементы, волосы, биоиндикаторные показатели, атомно-эмиссионная спектрометрия, школьники.

*Keywords:* macroelements, microelements, hair, biological indicator indices, atomic emission spectrometry, schoolchildren.

Макро- и микроэлементы участвуют в регуляции большинства физиологических процессов и биохимических реакций в организме человека. Отклонения в стабильности химического состава, являющегося одним из важнейших и обязательных условий нормального функционирования организма, приводит к широкому спектру нарушений в состоянии здоровья.

Адекватная диагностика макро- и микроэлементозов является одним из направлений профилактики заболеваний, позволяющим решить вопросы этиологии и патогенеза элементозависимых заболеваний. Дети отличаются повышенной чувствительностью к воздействию неблагоприятных экологических факторов и являются наиболее уязвимым контингентом населения.

Цель работы – провести исследование биоиндикаторных показателей содержания макро- и микроэлементов в волосах школьников г. Минска.

Диагностика макро- и микроэлементозов основана на точном количественном определении химических элементов в биоматрицах человека. В качестве биологического субстрата выбраны волосы головы как биоматериал, получаемый неинвазивным путем.

Объекты исследования – образцы волос, отобранные у 131 учащегося пятых и шестых классов гимназий г. Минска в начале и конце учебного года.

Метод исследования – атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Используемый метод имеет ряд преимуществ: многоэлементность, низкие пределы обнаружения, непродолжительное время анализа и малый объем анализируемых проб.

Исследовано содержание макроэлементов калия (K), натрия (Na), кальция (Ca), магния (Mg) и микроэлементов цинка (Zn), железа (Fe), меди (Cu), фосфора (P), хрома (Cr).

Для перевода химических элементов, находящихся в биосубстратах в виде комплексных соединений с органической матрицей, в требуемую для анализа растворимую форму, проведена окислительно-кислотная «мокрая» минерализация с использованием микроволновой системы. Данный способ пробоподготовки имеет ряд преимуществ: минимизация количества реагентов и, следовательно, минимизация возможного загрязнения, значительное сокращение времени разложения, а также устранение риска потери следовых элементов в виде легколетучих молекулярных соединений.



Установлено, что в начале учебного года у 60 % детей обоих полов содержание макроэлемента калия в волосах ниже минимальной референсной величины. Также отклонения в сторону недостатка наблюдаются в группе макроэлементов кальция и магния, являющихся полозависимыми. Оценка содержания в волосах жизненно необходимых биоэлементов в представленной выборке выявила практически у каждого пятого мальчика недостаток кальция (19 %) и магния (17 %). В женской группе, напротив, средние значения содержания этих элементов в биосубстратах превышали верхний предел референсного диапазона.

В конце учебного года недостаток кальция по отношению к нижнему значению референсной величины у мальчиков составил 23 %. Аналогичные тенденции характерны и для магния: недостаток макроэлемента по отношению к минимальному референсному значению выявлен в 17,9 % случаев в мужской группе. Недостаточная обеспеченность калием для школьников обоего пола по отношению к нижнему значению референсной величины установлена у 33,4 % детей.

Показано, что в начале учебного года в исследуемых волосах школьников содержание микроэлементов было следующим: у 19,1 % обследованных зарегистрирован недостаток цинка, у 15,3 % – железа, у 16 % – хрома. В случае фосфора в этот же период времени выявлено превышение верхней референсной границы его содержания у 22 % детей.

В конце учебного года аналогичные тенденции сохранялись: в недостатке регистрировался цинк – 37,7 %; железо – 21,7 %, хром – 18,8 % объектов исследования. Уровень фосфора в биосубстратах был повышен у 33 % обследованных детей.

Таким образом, с использованием биоиндикаторных показателей у школьников обоего пола гимназий г. Минска установлен недостаток макроэлемента калия, а также микроэлементов цинка, железа, хрома. Кроме того, является актуальной проблема недостатка макроэлементов кальция и магния у мальчиков. Нарушение минерального гомеостаза этих микроэлементов создает предпосылки для развития возможной патологии сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата, а также приводит к напряжению и когнитивным трудностям в обучении. Полученные результаты вызывают необходимость продолжения исследований и обуславливают необходимость коррекции содержания этих макро- и микроэлементов.

## **БИОРАЗНООБРАЗИЕ ГЕЛЬМИНТОВ КОПЫТНЫХ ОБИТАТЕЛЕЙ МИНСКОГО ЗООПАРКА**

### **BIODIVERSITY OF HELMINTHS OF HOOFED INHABITANTS OF THE MINSK ZOO**

***Е. Ю. Жук<sup>1</sup>, М. В. Мельник<sup>2</sup>, А. О. Рябцев<sup>3</sup>, Е. И. Бодрова<sup>4</sup>***

***E. Zhuk<sup>1</sup>, M. Melnik<sup>2</sup>, A. Ryabtsev<sup>3</sup>, E. Bodrova<sup>4</sup>***

*<sup>1,2</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*marinamelnik@mail.ru*

*<sup>3,4</sup>ГКПУ «Минский зоопарк», г. Минск, Республика Беларусь*

*<sup>1,2</sup> Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

*<sup>3,4</sup>GKPU "The Minsk zoo", Minsk, Republic of Belarus*

Приведены данные по численности гельминтов копытных обитателей Минского зоопарка. Определен доминирующий род гельминтов и сезонная активность паразитов среди копытных обитателей зоопарка.

Are cited data on the number of helminths of hooved inhabitants of the Minsk zoo are provided. The dominating sort of helminths and seasonal activity of parasites among hooved inhabitants of a zoo is defined.

*Ключевые слова:* паразит, гельминт, таксономическая структура, сезонная активность.

*Keywords:* parasite, helminth, taxonomical structure, seasonal activity.

Копытные обитатели Минского зоопарка представляют собой интересную группу для посетителей зоопарка. Они привлекают внимание своим внешним видом, поведением. Содержание их в вольерах является доступным и экономически выгодным для зоопарка. Однако скученность копытных в вольерах обеспечивает благоприятные условия для развития паразитов, основными из которых являются гельминты.

На наличие паразитов у копытных обитателей ГКПУ «Минский зоопарк» обследована 71 особь представителей отрядов непарнокопытные и парнокопытные. Отряд парнокопытные представлен 5 семействами: Свиные (Suidae), Пекариевые (Tayassuidae), Верблюдовые (Camelidae), Оленьи (Cervidae), Полорогие (Bovidae) и отряд непарнокопытных представлен одним семейством – Лошадиные (Equidae).

Таксономическая структура паразитоценозов копытных представлена простейшими паразитами, относящихся к родам: Eimeria, Balantidium и Isospora, и 5 родами гельминтов: Trichocephalus, Capillaria, Fasciola, Strongylata и Nematodirus. Гельминты встречаются у большинства обследованных животных.

Доминирующим родом гельминтов является род Strongylata, зарегистрированный у 13 видов копытных обитателей ГКПУ «Минский зоопарк». Средняя степень инвазии на одну особь – 92,3. Максимальная зараженность гельминтами рода Strongylata выявлена у винторогого козла.

Род Trichocephalus обнаружен у 3 представителей копытных - кабан, лось и двугорбый верблюд. Максимальная зараженность гельминтами рода Trichocephalus выявлена у двугорбого верблюда. Средняя степень инвазии на одну особь – 33,6. Род Capillaria обнаружен у 3 видов представителей копытных - ошейниковый пекарь, двугорбый верблюд, винторогий козел. Максимальная зараженность гельминтами рода Capillaria выявлена у винторогого козла. Средняя степень инвазии на одну особь – 1,67. Роды Fasciola и Nematodirus обнаружены только у одного вида представителей копытных обитателей зоопарка - олень Давида и двугорбый верблюд соответственно. У оленя Давида средняя инвазия на одну особь составляет 0,33, а у двугорбого верблюда ее величина соответствует 2,33.

Самая богатая гельминтофауна обнаружена у двугорбого верблюда, у него встречены 4 из 5 родов гельминтов, выявленных в результате исследования.

Анализ сезонной активности паразитов среди копытных обитателей зоопарка показал, что в весенний и осенний периоды наблюдается наибольшая плотность инвазии копытных животных зоопарка гельминтами, что несомненно связано с жизненными циклами гельминтов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации. Паразитологические методы лабораторной диагностики гельминтозов и протозоозов: метод. указ.: МУК 4.2.735-99 – 1999. Введ. 25.04.99 – М.: Минздрав РФ, 1999. – 58 с.
2. Котельников, Г. А. Гельминтологические исследования животных и окружающей среды: справочник / Г. А. Котельников – Минск : «Колос», 1984. – 207 с.
3. Минский зоопарк [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://minkzoo.by/>. Дата доступа – 08.03.2017.

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ANALYSIS OF INFLUENCE OF AIR POLLUTION ON SICKNESS RATE IN THE INDUSTRIAL CITIES OF THE REPUBLIC OF BELARUS

**М. А. Зенина, Н. В. Герасимович**  
**M. Zenina, N. Gerasimovich**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
rita235@tut.by  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus  
rita235@tut.by*

Загрязнение воздуха является одним из определяющих факторов риска для здоровья населения. Основными источниками загрязнения атмосферы в городах являются автомобильный транспорт и промышленные предприятия. На примере Витебской области показано, что население данного промышленного региона более часто страдает болезнями системы кровообращения и дыхательной системы, которые чаще всего становятся хроническими. Установлено, что главным фактором для развития заболеваний органов дыхания является неблагоприятная среда, в частности, загрязнение атмосферного воздуха.

The article describes the main sources of air pollution in industrialized cities, the main pollutants in the environment, the impact of pollutants on the level of health of the population in the analyzed region.

*Ключевые слова:* атмосфера, концентрация загрязняющих веществ, экологическая обстановка.

*Keywords:* atmosphere, concentration of pollutants, ecological situation.

Загрязнение воздуха является одним из основных факторов риска для здоровья населения.

В связи с этим целью работы являлось проведение сравнительного анализа влияния загрязнения атмосферного воздуха в промышленных городах Республики Беларусь на здоровье населения.

Экологические проблемы городов, главным образом наиболее крупных из них, связаны с чрезмерной концентрацией на сравнительно небольших территориях населения, транспорта и промышленных предприятий, с образованием антропогенных ландшафтов, очень далеких от состояния экологического равновесия. Интенсивное развитие промышленного производства, расширение парка автомобилей, строительство и эксплуатация все большего числа объектов теплоэнергетики сопровождается увеличением выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, ростом потребления энергии и материальных природных ресурсов. Показано, что среди промышленных предприятий Республики Беларусь наиболее интенсивно загрязняют атмосферный воздух Мозырский и Новополоцкий нефтеперерабатывающие заводы, Лукомльская ГЭС.

Загрязнение воздуха является одним из основных факторов риска для здоровья, связанных с окружающей средой. В связи с этим регулярно оценивается уровень естественного увеличения соматических, генетических и хромосомных заболеваний среди населения. Если 25 лет назад общая частота генетических расстройств у человека оценивалась величиной, близкой к 7 %, то в настоящее время она приблизилась к 11 %.

Анализ концентрации загрязняющих веществ в атмосфере крупных городов Витебской области показал, что в Полоцке и Новополоцке нестабильная экологическая обстановка наблюдается только в летние месяцы. Общее состояние атмосферного воздуха в контролируемых городах области оценивается как стабильно хорошее. Около 93–95 % проб воздуха в 2016 г. показали, что уровень его загрязнения на 50 % ниже предельных норм. Вместе с тем, в Полоцком регионе его качество не всегда соответствовало установленным нормативам. Проблема заключается в сложившейся транспортной инфраструктуре данных городов, в наличии многоотраслевой промышленности и затягивании сроков ввода в эксплуатацию установки по производству элементарной серы «Клаус» в ОАО «Нафтан». В настоящее время планируется проведение комплексной оценки ситуации качества атмосферного воздуха Новополоцка с учетом использования мирового опыта.

На примере Витебской области показано, что население данного промышленного региона наиболее часто страдает такими болезнями системы кровообращения и дыхательной системы, как бронхит; бронхиальная астма; туберкулез; воспаление легких; тромбоэмболия легочной артерии; острый ларингит; острый трахеобронхит; опухоли легкого. Заболевания органов дыхания чаще всего становятся хроническими. Научно доказано, что главным фактором для развития заболеваний органов дыхания является неблагоприятная среда, в частности, загрязнение атмосферного воздуха.

Таким образом, снижение негативного воздействия на окружающую среду выбросов вредных веществ и улучшение ее качественного состояния на основе совершенствования технологического уровня производства, а также сохранение биоразнообразия, расширение сети особо охраняемых территорий является неотъемлемой частью экологической политики и способствует улучшению здоровья населения.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ-ДЕСТРУКТОРОВ ДЛЯ БИОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ 2,4-Д И ПЕСТИЦИДАМИ ГРУППЫ СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИНЫ**

### **APPLICATION OF MICROORGANISMS-DESTRUCTORS FOR BIOREMEDIATION OF SOILS POLLUTED BY 2,4-D AND PESTICIDES OF THE SULFONYLUREA GROUP**

**О. С. Игнатовец, Е. В. Феськова, Т. И. Ахрамович, В. Н. Леонтьев**  
**O. Ignatovets, A. Feskova, T. Achramovich, V. Leontiev**

*Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь  
ignatovets@belstu.by  
Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus*

Выделяются и характеризуются почвенные микроорганизмы, способные осуществлять деградацию пестицидов группы сульфонилмочевины (трибенурон-метила и метсульфурон-метила) и 2,4-Д при их совместном применении. В ходе проведения НИР выделено 8 штаммов бактерий-деструкторов 2,4-Д и производных сульфонилмочевины. Изучены культурально-морфологические и физиолого-биохимические характеристики выделенных бактерий. Определена принадлежность выделенных бактерий к родам *Bacillus* sp. и *Pseudomonas* sp.

The research work is devoted to the isolation and characterization of soil microorganisms capable of degradation of pesticides of the sulfonylurea group (tribenuron-methyl and methsulfuron-methyl) and 2,4-D when they are used together. During the research of 8 strains of 2,4-D destructors and sulfonylurea derivatives were isolated. The culture-morphological and physiological-biochemical characteristics of the isolated bacteria were studied. The belonging of the isolated bacteria to the genera *Bacillus* sp. and *Pseudomonas* sp. was determined.

*Ключевые слова:* бактерии-деструкторы, пестициды группы сульфонилмочевины, 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота, деградация.

*Keywords:* bacteria-destructors, pesticides sulfonylurea group, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid, degradation.

Применение пестицидов было и остается одним из основных путей интенсификации сельскохозяйственного производства. Однако, будучи чужеродными химическими веществами, вносимыми в окружающую среду, они могут представлять опасность для природы и человека. Особую опасность представляют хлорсодержащие производные ароматического ряда. Биотехнологический подход к предупреждению нежелательных для биосферы последствий, основанный на использовании микроорганизмов-деструкторов, способных превращать молекулы ксенобиотиков в безопасные формы, является одним из самых современных и позволяет избежать образования продуктов вторичного загрязнения. Огромная роль в деградации циркулирующих в окружающей среде ксенобиотиков принадлежит почвенным бактериям. Поэтому современный этап исследований микробиологической деструкции ксенобиотиков характеризуется выраженным интересом к изучению физиологических, биохимических и генетических особенностей штаммов-деструкторов, анализу путей биотрансформации указанных соединений.

В реальных природных условиях объекты окружающей среды подвергаются загрязнению смесью ксенобиотиков. Деградация отдельных компонентов этих смесей может ингибироваться присутствием других компонентов. Это приводит к накоплению токсиканта в среде. Поэтому с практической точки зрения для очистки природных объектов наиболее рационально использование штаммов микроорганизмов, способных усваивать смесь токсикантов. Пестициды группы сульфонилмочевины являются одними из самых применяемых в сельском хозяйстве и часто встречаются в остаточных количествах в почве. В связи с вышеизложенным, целью настоящих исследований явилось выделение и характеристика бактерий-деструкторов 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты и пестицидов группы сульфонилмочевины. Выделение микроорганизмов, способных осуществлять деградацию 2,4-Д и пестицидов группы сульфонилмочевины проводили из сельскохозяйственных почв, где с различной периодичностью применялись указанные ксенобиотики для защиты растений. Всего в ходе эксперимента исследовано пять проб почв. Для выделения преимущественно бактерий-деструкторов создавали селективные условия обусловленные присутствием в питательной среде 2,4-Д и пестицидов группы сульфонилмочевины в различных концентрациях. Выделение почвенных микроорганизмов производили на агаризованной почвенной вытяжке. Выделенные микроорганизмы охарактеризовали до рода по морфологическим и физиолого-биохимическим признакам: форма клеток, подвижность, окраска по методу Грама, оксидазная активность и каталазная активность, способность формировать гранулы поли- $\beta$ -оксимасляной кислоты и наличие эндоспор. В результате были отобраны 8 штаммов бактерий-деструкторов, способных осуществлять деградацию 2,4-Д и пестицидов группы сульфонилмочевины (трибенурон-метила и метсульфурон-метила). Культурально-морфологическая и физиолого-биохимическая характеристика выделенных бактерий позволила установить, что они являются представителями родов *Pseudomonas* sp. Д2, Д3, Д5 Д6, Д8, *Bacillus* sp. Д1, Д4, Д7. Для дальнейших исследований были отобраны бактерии *Pseudomonas* sp. Д8. На следующем этапе научной работы изучали динамику превращения 2,4-Д в перидической культуре с помощью метода ВЭЖХ-МС, используя пестицид в качестве ростового субстрата бактерий-деструкторов. Установлено, что в течение первых пяти суток деградация пестицида бактериями-деструкторами шла активно, и составила порядка 73 %. Дальнейшая деградация шла медленно и на 7-ые сутки культивирования содержание 2,4-Д в среде составляло 15 % от начальной концентрации.

Таким образом, при выполнении научной работы из почв выделены бактерии, способные осуществлять деградацию 2,4-Д, и пестициды группы сульфонилмочевины (трибенурон-метил и метсульфурон-метил) при их совместном применении; описаны морфологические и культуральные признаки наиболее активных штаммов бактерий – определена принадлежность выделенных бактерий к родам *Bacillus* sp. и *Pseudomonas* sp.

## **ВЛИЯНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ БАЗИЛИКА INFLUENCE OF BIOSYMULATORS ON GROWTH AND DEVELOPMENT SPIRITUAL-AROMATIC CULTURE OF THE BASIL**

***Т. В. Каленчук, Ю.А. Клещёва***  
***T. Kaleanchuk, Y. Kliashchova***

*Полесский государственный университет,  
г. Пинск, Республика Беларусь  
chrysanthemum@list.ru  
Polessky State University, Pinsk, Republic of Belarus*

Изучается влияние биостимуляторов на культуру базилика (*Ocimum basilicum* L.). Наиболее эффективным стимулирующим действием по параметру высоты побега и количеству листьев относительно контроля



проявили препараты «Эпин» в концентрации 0,00025 % и «Келпак» в концентрации 0,5 %. Препарат «Бионур» в концентрации 0,1 % достоверных различий относительно контроля на всех этапах опыта не показал.

Study of the influence of biostimulants on the basilic culture (*Ocimum basilicum* L.). The most efficient stimulating action on the shoot height parameter and the number of leaves with respect to control was shown by preparations of «Epin» in the concentration of 0,00025 % and «Kelpak» in a concentration of 0,5 %. The preparation «Bionur» in the concentration of 0,1 % of significant differences in control at all stages of the experiment was not shown.

*Ключевые слова:* фитогормоны, регуляторы роста, биостимуляторы, эпин, келпак, бионур, пряно-ароматические растения, базилик.

*Keywords:* phytohormones, growth regulators, biostimulants, epin, kelpak, bionur, spicy aromatic plants, basil.

Базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.) относится к группе лекарственных и пряных растений, которые возделываются из-за листьев или стеблей с листьями. В культуре возделывают около 10 видов однолетних растений базилика, среди которых есть эфиромасличные, пряные и декоративные. В качестве овощного растения используется один вид базилика – базилик обыкновенный. Базилик – полиморфный вид, включает в себя большое количество разновидностей и сортов, которые различаются габитусом, степенью ветвления, размерами, окраской и формой листьев.

Применение регуляторов роста при возделывания базилика как эфиромасличного, пряно-ароматического или лекарственного растения требует глубоких знаний биологических особенностей культуры. Современное производство предъявляет особые требования к возделываемым сортам сельскохозяйственных культур. Сорт является определяющим фактором и составляет основу роста, стабилизации производства и повышение качества продукции. Сорта должны быть не только высокоурожайными, но и обладать комплексной устойчивостью к неблагоприятным условиям среды, складывающимся в процессе вегетации.

Для исследований были отобраны 9 сортов базилика: «Гвоздичный гурман», «Зеленый лайм», «Шесть ароматов», «Дарк опал», «Сутрупова», «Супапонова», «Wlastiwa red», «Wlastiwa green», «Крупнолистный зеленый сладкий». Схема опыта включала 4 варианта – контроль, «Эпин» в концентрации 0,00025 %, «Бионур» в концентрации 0,1 %, «Келпак» в концентрации 0,5 % для всех сортов в 3-кратной повторности (по 30 растений в каждом варианте). Все растения выращивались в лабораторных условиях на стеллажах в кассетах для рассады, с последующей пересадкой в тару большего объема ( $V = 200$  мл). Растения обрабатывались водными растворами методом опрыскивания наземных вегетативных органов до полного смачивания листовой поверхности с интервалом в 14 дней. Во всех вариантах опыта контроль обрабатывался дистиллированной водой. Были сняты следующие морфометрические показатели по каждому сорту: высота побега, ширина и длина верхнего и нижнего листа, количество листьев на растении.

*Результаты эксперимента:* фитогормон «Эпин» на всех этапах опыта достоверно стимулирует увеличение высоты побега у всех изучаемых сортов («Гвоздичный гурман» –  $10,78 \pm 0,31$  см, «Зеленый лайм» –  $14,95 \pm 0,51$  см, «Шесть ароматов» –  $12,78 \pm 0,31$  см, «Дарк опал» –  $17,4 \pm 1,2$  см, «Сутрупова» –  $11,8 \pm 0,3$  см, «Супапонова» –  $15,8 \pm 0,6$  см, «Wlastiwa red» –  $18,7 \pm 1,75$  см, «Wlastiwa green» –  $11,02 \pm 0,45$  см, «Крупнолистный зеленый сладкий» –  $13,4 \pm 0,56$  см) по сравнению с контролем ( $8,08 \pm 0,35$  см) ( $P < 0,05$ ). Аналогичный эффект при использовании стимуляторов «Эпин» и «Келпак» наблюдается и на параметре количества листьев на всех 9-ти сортах базилика.

«Бионур» в изучаемой концентрации 0,1 % не проявил ростостимулирующего эффекта на измеряемые морфометрические параметры. По параметру длины и ширины верхнего и нижнего листа, по сравнению с контролем, все препараты не вызвали достоверного увеличения.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что при выращивании в закрытом грунте культуры базилик предпочтительней использовать «Эпин» в концентрации 0,00025 % и «Келпак» в концентрации 0,5 %: увеличивает высоту побега и количество листьев на растении.



**МЕЛАНИНЫ *INONOTUS OBLIQUUS*  
КАК БИОСОРБЕНТЫ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**  
**MELANIN OF *INONOTUS OBLIQUUS* HAS BIOSORBENTS OF HEAVY METAL IONS**

***T. С. Калугина, Н. В. Иконникова***  
***T. Kaluhina, N. Ikonnikova***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
tatsianakaluhina@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Исследуются сорбционные свойства базидиальных грибов по отношению к ионам тяжелых металлов. Установлено, что меланинсинтезирующие грибы связывают и накапливают тяжелые металлы.

The article is devoted to the sorption properties of basidiomycetes in relation to heavy metal ions. It is shown that melanin synthesis fungi bind and accumulate heavy metals.

*Ключевые слова:* глубокий мицелий, меланины, биосорбент, базидиальные грибы.

*Keywords:* mycelium, melanin, biosorbent, basidiomycetes.

Широко известна способность базидиальных грибов и их меланиновых пигментов связывать и накапливать радионуклиды и тяжелые металлы, что, вероятно, является одной из причин преобладания темноокрашенных грибов в условиях техногенного загрязнения. Давно замечена высокая жизнеспособность меланинсинтезирующих грибов в присутствии тяжелых металлов, осаждающихся на поверхности листьев городских насаждений. Высокая активность связывания меланинами токсичных соединений обусловлена большим разнообразием функциональных групп – карбонильных, карбоксильных, гидроксильных, метоксильных, аминогрупп и др. [1].

Высокая сорбирующая способность грибных меланинов в отношении ионов тяжелых металлов позволяет рассматривать содержащую их биомассу в качестве перспективного биосорбента для решения многих экологических задач. Биомасса грибов может также служить основой для создания энтеросорбентов, корректирующих солевой состав внутренней среды организма человека [2, 3].

**Цель исследования:** оценить сорбционную емкость биомассы и выделенных из нее пигментов (меланинов) грибов *Inonotus obliquus*.

**Материалы и методы.** В работе были использованы культура ксилотрофных базидиальных грибов, из коллекции лаборатории микологии Института микробиологии НАН Беларуси: *Inonotus obliquus*. Сорбцию тяжелых металлов грибным мицелием и меланином в модельной сорбционной системе оценивали по уменьшению концентрации соответствующих ионов после контакта воздушно высушенного сорбента растворами  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ . Содержание ионов металлов в растворах до и после сорбции оценивали методом комплексометрического титрования 0,1 н раствором  $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$  (трилон Б) в присутствии индикаторов меди и никеля – мурексида, цинка и свинца – эриохрома черного Т. Условия для сорбции были следующие: исходные концентрации растворов сорбата 0,25 мМ, pH 5,5, температура 24 °С.

**Результаты исследования.** Было установлено, что глубокий мицелий изучаемых грибов и выделенные из него меланиновые пигменты обладают высокой сорбционной способностью по отношению к ионам свинца, меди, цинка, никеля. Эффективный процесс связывания ионов тяжелых металлов меланинами и глубоким мицелием осуществляется в интервале температур 15–30 °С при pH среды 6,0 и низких концентрациях сорбата в растворе (до 0,5 мМ). Показано, что исследуемые культуры грибов способны связывать ионы свинца и кадмия, которые по своей токсичности входят в число поллютантов, наиболее опасных для здоровья человека. Содержание свинца и кадмия в пищевых продуктах не должно превышать 0,5 и 0,05 мг/кг соответственно.

Предпочтительность в связывании ионов свинца и меди для меланина *I. obliquus* составила величины – 2,4 и 2,5 мг-экв/г сорбента соответственно. Глубокий мицелий *I. obliquus* характеризовался предпочтительной сорбцией в отношении ионов свинца 1,9 мг-экв/г сорбента.

**Выводы.** Глубокий мицелий грибов *I. obliquus* и выделенные из него меланины обладают высокой сорбционной емкостью в отношении ионов свинца, меди, цинка, никеля.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кручинский, Н. Г. Природные энтеросорбенты в лечебно-профилактическом питании / Н. Г. Кручинский, А. Н. Петровский, З. В. Василенко // Рациональная политика здорового питания в Республике Беларусь: материалы междунар. конф. – Минск, 2001. – С. 82–85.

2. Ровбель, Н. М. Предпочтительность сорбции ионов тяжелых металлов биомассой базидиальных грибов / Н. М. Ровбель, И. А. Гончарова // Успехи медицинской микологии: материалы III Всерос. конгр. по мед. микологии. – Москва, 2005. – Т. 5. – С. 221–223.

3. Gontcharova, I. A. Interaction of fungal melanins with heavy metals / I. A. Gontcharova, V. G. Babitskaya // XXth International Conference on Polyfenols – Freising-Weihenstephan, 2000. – P. 5–7.

## ВЛИЯНИЕ КЛИМАТОПА НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ СОСНЫ EFFECT OF TOPICAL CLIMATE ON RADIAL GROWTH OF PINE

**Е. А. Козлов<sup>1</sup>, А. Е. Яротов<sup>1</sup>, Н. В. Кныш<sup>2</sup>**

**E. Kozlov, A. Yarotov, N. Knysh**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет,

г. Минск, Республика Беларусь,

<sup>2</sup>Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси,

г. Минск, Республика Беларусь

kozlovea@bsu.by

<sup>1</sup>Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>The V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus

Количество ФАР контролирует радиальный рост сосны. Фотический статус сосны отражается в ее классах роста по Крафту, 1884. Изменения температуры контролировало менее 1/5 радиального прироста сосен в памятнике природы республиканского значения «Дубрава».

The amount of PhAR monitors radial growth of pine tree. Phothetic status of pine tree is shown in its vitality by Kraft, 1884. The temperature changes controlled less than 1/5 of the radial growth of pine trees in a local natural monument «Dubrava».

*Ключевые слова:* радиальный прирост, сосна, изменение температуры, класс роста.

*Key words:* radial growth, temperature changes, vitality.

Изучая взрослые деревья сосны *Pinus sylvestris* L. полигона «Роща» (памятник природы республиканского значения «Дубрава») мы проследили воздействие климатопа. Преимущества полигона – граничное положение относительно ядра фитогеографического региона общеевропейского ранга (FAO, 2005) и охранный статус.

Для отбора образцов древесины использовали возрастную бур фирмы Haglöf. Отбор и обработка осуществлялись по типовой методике [Ваганов, 2008].

Параметры климатопа для эдификаторов в сообществе влияют на прирост неоднозначно. На основе анализа шести одновозрастных особей сосны мы проследили связь относительно отклонений: 1 – среднегодовых температур; 2 – среднегодового количества осадков; 3 – гидротермического показателя [Селянинов, 1937]. Параллельно показаны средние (4), максимальные (5) и минимальные (6) отклонения радиального прироста за 50-летний интервал (рисунок)

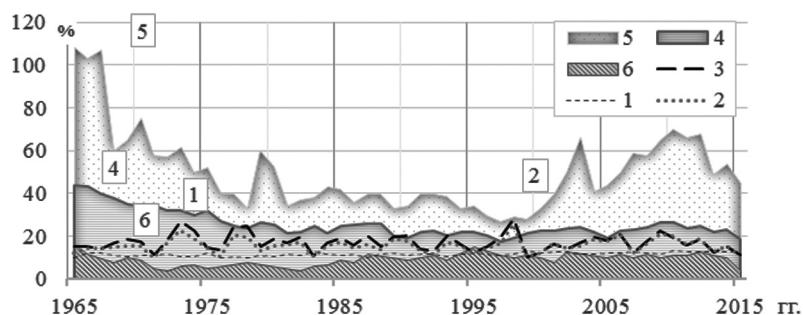


Рисунок – Динамика показателей за 1965–2015 гг.

Поскольку значимы обратные влияния на отклонения, мы получили матрицу колебаний индивидуальных величин корреляции показателей (таблица).

Таблица – Детерминация радиального прироста сосны климатом (количество проб, шт)

Величина отрицательной корреляции	Параметр связи		
	температуры	осадки	ГТК
средняя, более 0,33	8	0	3
слабая, менее 0,33	4	12	9

Не более 1/5 изменений может быть объяснено влиянием изменений температуры. Вегетационный статус особи сосны определяется в условиях Беларуси способностью усваивать элементы питания, контролируемой к доступу к фотосинтетически активной радиации [Яротов, 2008]. Эдификаторы [Крафт, 1884] имеют тем более интенсивный прирост в единых топических условиях, чем более высокий фотический статус в сообществе они приобретут.

## ВЛИЯНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭМБРИОНЫ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В УСЛОВИЯХ *in vitro* ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ

### INFLUENCE OF OPTICAL RADIATION ON RAINBOW TROUT EMBRYOS *in vitro* WITH DIFFERENT TEMPERATURES REGIMENS

**М. С. Лиман, Н. В. Барулин**

**M. Liman, N. Barulin**

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь  
barulin@list.ru*

*Belarusian state agricultural academy, Gorki, Republic of Belarus*

Приведены результаты исследований по влиянию оптического излучения низкой интенсивности на выживаемость эмбрионов и личинок радужной форели в условиях *in vitro* при различных температурных режимах. Как показали проведенные исследования, температурный режим выращивания объектов аквакультуры (даже в пределах оптимальных значений) способен оказывать эффект на величину стимулирующего эффекта оптического излучения. Полученные результаты создают перспективы для более эффективного использования оптического излучения низкой интенсивности в технологии аквакультуры ценных видов рыб.

The paper show the study results of the effect of low-intensity optical radiation on the survival of embryos and larvae of rainbow trout *in vitro* with different temperatures. Growing temperature regime of rainbow trout, even in the redistribution of optimal values, can influence on stimulating effect of optical radiation. The results create opportunities for more efficient use of low-intensity optical radiation in the technology of trout aquaculture.

*Ключевые слова:* аквакультура, форель, эмбрион, лазерное излучение, температурный режим.

*Keywords:* aquaculture, trout, embryo, optical radiation, temperature regime.

Воспроизводство ценных видов рыб – это сложный технологический процесс. В этой технологической цепочке наиболее слабым и уязвимым звеном является получение посадочного материала из-за высокой чувствительности эмбрионов к индустриальным условиям выращивания [1]. В настоящее время в Беларуси активно развивается аквакультура рыбоводных индустриальных комплексов, работающих по технологии установок замкнутого водоснабжения (УЗВ). Так, только за последние годы в стране реализовано 13 проектов, направленных на создание УЗВ по выращиванию осетровых, лососевых, клариевых, угревых рыб [2–3]. Индустриальные методы выращивания, интенсификация производства и искусственные условия являются сильнейшими стрессовыми факторами для эмбрионального развития, приводя к снижению основных физиологических показателей, выживаемости и жизнестойкости на протяжении всей жизни рыбы, в том числе к появлению морфологических аномалий [4]. Поэтому в период эмбрионального развития в условиях индустриальной аквакультуры необходимо осуществлять коррекцию развития, используя различные факторы воздействия на организм. Одним из таких факторов является низкоинтенсивное оптическое излучение, которое с успехом используется в медицине для лечения, коррекции и терапии в различных направлениях. Как показали наши многолетние исследования, лазерное излучение, а также излучение сверхярких светодиодов оказывают стимулирующее воздействие на рыб и их половые продукты (икру и сперму), а также на развитие жаброногих рачков [2; 5]. Однако наши предыдущие исследования основывались на воздействии оптического излучения на биообъекты в пределах одной температуры. Открытым остается вопрос о наиболее благоприятных температурных режимах, при которых проявляется максимальный эффект оптического излучения на объекты аквакультуры.

Цель наших исследований заключалась в изучении влияния оптического излучения на эмбриональное и постэмбриональное развитие радужной форели в условиях *in vitro* при различных температурных режимах. Объектом исследований являлись однополюсные эмбрионы и личинки самок радужной форели. В качестве источника оптического излучения использовали полупроводниковый лазер (LD) фототерапевтического аппарата «Lotos» ( $\lambda = 650$  нм), а также матрицу светодиодных источников (LED) оптического прибора «Стронга» ( $\lambda = 630 \pm 10$  нм). Было сформировано пять «температурных» исследуемых групп, включающих контрольную и опытные (LD и LED) группы в трех повторностях для каждой температуры: 8, 9, 10, 11, 12 °С. Для статистической обработки результатов использовали программную среду R, включая пакеты R Commander, RCMR, MASS и др.

В результате проведенных исследований было установлено, что при построении линии пробит (логит)-регрессии декадной выживаемости с учетом коэффициента наклона для каждой исследуемой группы наблюдаются достоверные различия. При этом наиболее точные результаты были получены при температуре воды 8 °С. Так, коэффициент наклона в контрольной группе составил 3,04, тогда как в опытных группах (LED, LD) он составил 5,11 и 4,78 соответственно. Таким образом, в исследуемых группах скорость нарастания эффекта была выше, чем свидетельствуют более крутые линии логит-регрессии. Следует отметить, что значения LD50 в опытных группах были также выше, чем в контрольной группе. Как показал девианс-анализ, установленные различия были достоверными. Для изучения индивидуального времени выживаемости личинок были построены кривые Каплан–Майера и с использованием регрессии Вейбулла. Как показали полученные результаты, оптическое излучения красной области спектра оказывает достоверное влияние на индивидуальное время жизни эмбрионов и личинок радужной форели *in vitro* в условиях отсутствия кормления. Наиболее лучшие результаты были получены при температуре 8 °С.

Таким образом, как показали проведенные исследования, температурный режим выращивания объектов аквакультуры, даже в пределах оптимальных значений, способен оказывать влияние на величину стимулирующего эффекта оптического излучения. Полученные результаты создают перспективы для более эффективного использования оптического излучения низкой интенсивности в технологии аквакультуры ценных видов рыб.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Barulin N. V. Serum enzyme response of captive sturgeon brookstock *Acipenser baerii* Brandt 1869 females and two hybrids (bestar = female *Huso huso* Linnaeus, 1758 x male *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758, and RsSs = *A. gueldenstaedtii* Brandt 1833 x *A. baerii* Brandt 1869) to hormonal stimulation for spawning induction / *Journal of Applied Ichthyology*. – 2015 – Vol. 31. – P. 2–6.
2. Барулин, Н. В. Системный подход к технологии регулирования воспроизводства объектов аквакультуры в рыбоводных промышленных комплексах / Н. В. Барулин // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук*. – 2015. – № 3. – С. 107–111.
3. Инновационные методы и технологии устойчивого развития аквакультуры в регионе Балтийского моря : [монография] / Н. Барулин [и др.]. – Минск : Экоперспектива, 2016. – 414 с.
4. Рекомендации по выращиванию рыбопосадочного материала радужной форели в рыбоводных промышленных комплексах (с временными нормативами) : для спец. в области рыбного хозяйства и аквакультуры, аспирантов, магистров, студентов вузов, слушателей ин-та повышения квалификации и переподготовки кадров / Н. В. Барулин [и др.]. – Горки : БГСХА, 2016. – 179 с.
5. Плавский, В. Ю. Влияние низкоинтенсивного лазерного облучения икры на жизнестойкость молоди осетровых рыб / В. Ю. Плавский, Н. В. Барулин // *Журнал прикладной спектроскопии*. – 2008 – Т. 75, 2. – С. 233–241.

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДОПЛАВАЮЩИХ ПТИЦ В ЭПИЗОТИЧЕСКОМ БЛАГОПОЛУЧИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ECOLOGICAL VALUE OF WATERFOWL IN THE EPIZOOTIC PROSPERITY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Ю. Г. Лях<sup>1</sup>, А. Н. Гринек<sup>2</sup>

Y. Liakh<sup>1</sup>, A. Grinek<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,

г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,

г. Минск, Республика Беларусь

anastasiagriniok@mail.ru

<sup>1</sup>GNPO “SPC of NAS of Belarus on bioresources”, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup> Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus.

Представлен материал о значении исследований в области мониторинга носительства условно патогенной бактериальной микрофлоры водоплавающими птицами на территории Беларуси.

The material is presented on the importance of research in the field of monitoring the carriage of opportunistic pathogenic bacterial microflora by waterfowl in the territory of Belarus.

*Ключевые слова:* экологическое значение, водоплавающие птицы, бактерионосительство, эпизоотическая ситуация.

*Keywords:* Ecological significance, waterfowl, bacteriocarrier, epizootic situation.

Воздействие человека на окружающую среду, как бы не соблюдались все природоохранные мероприятия, неуклонно возрастает. Это можно отметить во всех отраслях народного хозяйства Беларуси. Как правило, улучшение экологической обстановки в той или иной отрасли возникает, если данная отрасль снижает свои производственные мощности и, соответственно, показатели, что экономически отражается на благосостоянии населения; когда эта отрасль, используя современные достижения науки и техники, внедряет в технологический цикл производства экологически безопасные приемы. Второй вариант наиболее приемлем, так как позволяет не снижая темпов производства товаров народного потребления и продуктов питания, оставлять окружающую среду в первозданном виде, а некоторые приемы экологического воздействия наоборот вносят реальную экологическую привлекательность.

В нашем случае мероприятия по мониторингу носительства водоплавающими птицами условно патогенных бактерий позволят создать привлекательность мест массового отдыха населения Беларуси. Заключается это в том, что Беларусь, которая в виду своих географических особенностей по праву считается страной озер и рек, должна шире использовать это преимущество в оздоровительных (для своего народа) целях. Кроме всего, наличие искусственно созданных водоемов позволяет вести речь о территории, где имеются идеальные возможности обитания многочисленных видов водоплавающих птиц.

В определенной мере это касается особо охраняемых природных территорий. Только в списке фауны Беловежской пуши насчитывается 227 видов птиц, из них определенную часть составляют водоплавающие. В Нарочанском национальном парке обитает менее 179 видов гнездящихся и около 40 видов перелетных и зимующих птиц. В национальном парке «Припятский» обитает 265 видов птиц. Практически все водоемы республики заселены водоплавающими птицами.

Науке на настоящий момент известно, что птицы принимают участие в «транспортировке» более 20 инфекционных болезней. Практически все возбудители (при определенных условиях) могут вызывать инфекционную патологию и у человека. Определение степени носительства и спектра возбудителей бактериальной микрофлоры, задача, которой занимаются в ГНПО «НПЦ НАН Беларуси» и УО «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» БГУ. Полученные результаты позволяют вести речь о роли водоплавающей птицы в переносе условно патогенных возбудителей бактериальных инфекций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Водохранилища Беларуси: справочник. – Минск, 2005.
2. Лях, Ю. Г. Профилактика инфекционных болезней как способ рационального использования ресурсов охотничьих животных и птиц в Беларуси / Ю. Г. Лях, С. А. Иванов, Д. Л. Белянко // Междунар. науч.-практ. конф. Биологические ресурсы: Киров, 2010. – С. 180–181.
3. Лях, Ю. Г. Инфекционная патология среди охотничьих животных и водоплавающих птиц в Беларуси и ее профилактика / Ю. Г. Лях, А. В. Морозов, С. А. Иванов, Д. Л. Белянко // Актуальные проблемы экологии – 2010: междунар. науч.-практ. конф. – Гродно, 2010. – С. 119–121.
4. Остапенко, В. А. Водоплавающие птицы в природе, зоопарках и на фермах: классификация, биология, методы содержания, болезни, их профилактика и лечение: учеб. пособие. / В. А. Остапенко, Б. В. Бессарабов. – М.: ЗооВетКнига, 2014. – 250 с.



# ЗНАЧЕНИЕ КАБАНА В РАСПРОСТРАНЕНИИ ТРИХИНЕЛЛЕЗА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

## THE SIGNIFICANCE OF THE WILD BOAR IN THE DISTRIBUTION OF TRICHINELLOSIS IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

**Ю. Г. Лях<sup>1</sup>, Е. С. Дедкова<sup>2</sup>**  
**Y. Lyach<sup>1</sup>, E. Dedkova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
evgeshadedok@mail.ru

<sup>1</sup>GNPO “SPC of NAS of Belarus on bioresources”, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus.

Приведены данные по численности поголовья свиней и перспективе развития свиноводческой отрасли в Республике Беларусь. Определена роль кабана, обитающего в охотничьих хозяйствах Беларуси, на эпизоотическую ситуацию по трихинеллезу.

Are cited data on the number of livestock of pigs and the prospect for the development of pig-breeding branch in the republic Belarus'. The leading role of the block, which dwells in the hunting economies of Belarus' to the epizootic situation on trichinosis.

*Ключевые слова:* трихинеллез, дикий кабан, биологическая безопасность, африканская чума.

*Keywords:* trichinosis, wild boar, biological safety, African plague.

Республика Беларусь до 2013 г. имела статус благополучной по ряду особоопасных заболеваний, в том числе и по африканской чуме свиней.

Свиньи считаются основным производителем животного белка и жиров. В связи с этим восемь новых свиноводческих комплексов планировалось ввести в эксплуатацию в Беларуси за последние 2–3 года. В 2016–2017 гг. поголовье свиней в республике планируется поднять до более чем 3,3 млн голов, а валовое производство свиней в живом весе составит 485 тыс. т.

Наша страна является не только крупным производителем, но и экспортером свинины. Торговля продуктами питания из сырья свиноводческой отрасли неразрывно связано с обеспечением их высокого качества. Биологическая безопасность продуктов, приготовленных из свинины, является основополагающим требованием, а этому вопросу в Беларуси постоянно уделяется огромное внимание.

Ни одна туша из мясоперерабатывающего предприятия нашей страны не выходит без тщательной ветеринарно-санитарной экспертизы. Особенное внимание уделяется исследованию на трихинеллез.

Причиной такого пристального внимания к этому заболеванию явилось то, что трихинеллез – это бессимптомная зоонозная болезнь свиней, вызываемая мелкими нематодами вида *Trichinella spiralis*. Источником возбудителя являются более 60 видов животных, пораженных личинками трихинелл. Болеет этим заболеванием и человек.

После появления в 2013 г. африканской чумы среди поголовья свиней Беларуси, было утверждено Временное положение об особом режиме использования ресурсов дикого кабана на территории Республики Беларусь. Популяция дикого кабана как основного источника трихинеллеза в лесах Беларуси резко сократилось. Если на начало 2013 г. их насчитывалось 82,6 тыс. особей, то на начало 2016 г. всего лишь 10,4 тыс. В настоящий период продолжается работа по сокращению его численности.

И, тем не менее, кабан остается основным распространителем трихинеллеза свиней. Достаточно часто трихинеллез регистрируется и у домашних свиней, которые заражаются при прямом контакте с инфицированными мышевидными грызунами. Только проведение трихинеллоскопии на базе ветеринарных лабораторий позволяет установить безопасность свинины и определить пригодность его для использования в пищу.

Снижение численности кабана в охотничьих угодьях Беларуси не является поводом снижения эпизоотической напряженности по трихинеллезу.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Березанцев, Ю. А. Трихинеллез человека и животных / Ю. А. Березанцев. – Ленинград, 1963. – 31 с.
2. Бессонов, А. С. Трихинеллез. Проблемы гельминтологии / А. С. Бессонов. – Вильнюс, 1979. – С. 124–208.
3. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации. Департамент ветеринарии г. Москва, 2000. – с. 122.

**ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОСФОРА  
В УСЛОВИЯХ КАСКАДНОЙ ДЕНИТРИФИКАЦИИ  
WASTEWATER TREATMENT FROM PHOSPHORUS  
IN THE CONDITIONS OF CASCADE DENITRIFICATION**

***P. M. Маркевич, С. О. Стуканова, О. С. Дубовик  
R. Markevich, S. Stukanova, V. Dubovik***

*Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
marami@tut.by  
Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus*

Изучено удаление фосфора фосфатного из сточных вод активным илом, сформированным в биореакторе с реализацией режима каскадной денитрификации. После инкубирования в условиях аэрации иловой смеси в течение 2 ч., количество поглощенного фосфора фосфатного составило 60 мг на 1 г биомассы активного ила. Концентрация фосфора фосфатного в сточных водах снижалась на 80–89 % в течение первых 0,5–1 ч. инкубирования.

The removal of phosphate phosphate from wastewater by active silt formed in a bioreactor with the realization of cascade denitrification. After incubation of the sludge mixture under aeration conditions during 2 hours, the amount of absorbed phosphorus phosphate composed 60 mg per 1 g of active sludge biomass. Concentration of phosphorus phosphate in wastewater was reduced by 80–89 % during the first 0.5-1 hour of incubation.

*Ключевые слова:* фосфор фосфатный, активный ил, аэрация, инкубирование, каскадная денитрификация.

*Keywords:* phosphorus phosphate, activated sludge, aeration, incubation, cascade denitrification.

К настоящему времени разработано большое количество различных вариантов технологических схем для обеспечения условий протекания процессов нитрификации и денитрификации и биологической дефосфотации. Однако проблема одновременного удаления из сточных вод таких биогенных элементов, как азот и фосфор окончательно не решена.

Цель нашего исследования заключалась в изучении очистки сточных вод от фосфора фосфатного в условиях каскадной денитрификации.

Согласно технологии каскадной денитрификации, возвратный активный ил и осветленные в первичных отстойниках сточные воды поступают в анаэробную зону с перемешиванием, далее иловая смесь проходит последовательно три ступени денитрификации-нитрификации.

Доза ила в рециркуляционном потоке составляла 3,9 г/дм<sup>3</sup>, содержание фосфора – 15,1–16,8 мг на 1 г биомассы. В лабораторных условиях возвратный активный ил и осветленные сточные воды смешивали в соотношении 1:1 и инкубировали в условиях аэрации. В исходной иловой смеси и в пробах, отбираемых через каждые 0,5 ч. инкубирования, определяли содержание фосфора фосфатного и дозу ила.

После инкубирования в условиях аэрации иловой смеси в течение 2 ч. количество поглощенного фосфора фосфатного составило 60 мг на 1 г биомассы активного ила. Концентрация фосфора фосфатного в сточных водах снижалась на 80–89 % в течение первых 0,5–1 ч. инкубирования. В некоторой степени уменьшение содержания фосфора еще наблюдалось к концу 1 ч. инкубирования, а далее его концентрация оставалась постоянной.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в условиях каскадной денитрификации, несмотря на предусмотренную проектом анаэробную зону, не соблюдены необходимые условия для формирования активного ила с высокой фосфораккумулирующей способностью.

**АНАЛИЗ МЕТОДИК БИОИНДИКАЦИИ  
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**  
**ANALYSIS OF METHODS OF BIOINDICATION  
BY DEFINITION ENVIRONMENTAL POLLUTION**

**Ю. В. Мурашко, И. В. Рышкель**  
**U. Murashko, I. Ryschkel**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
7798608@mail.ru*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Биоиндикация – определение степени загрязнения геофизических сред с помощью растений и живых организмов, биоиндикаторов. Одними из методов биоиндикации являются: лишеноиндикация – метод определения загрязнения атмосферы с помощью исследования лишайников и метод, основанный на состоянии хвои сосны обыкновенной, – исследование повреждения хвоинок. Исследования с помощью данных методик проводили в двух точках, в городских условиях г. Минска (ул. Шишкина, Заводской р-н) и на участке смешенного леса (окрестности д. Магистральная, Минский р-н).

Bioindication – the determination of the degree of pollution in geophysical media with the help of plants and living organisms, bioindicators. One of the methods of bioindication are: lichen-indications – method for the determination of air pollution using lichens and research method on the condition of the needles of Scots pine – investigation of the damage to the needles. Research using these methods was carried out in two points in the urban environment of Minsk (Shishkina street, Zavadsкая R-n) and in the area of mixed forest (neighborhood D. Main, Minskiy R-n).

*Ключевые слова:* биоиндикация, биоиндикаторы, лишеноиндикация, хвоя сосны, загрязнение атмосферы.

*Keywords:* bioindication, bioindicators, lichen-indications, pine needles, contamination of the atmosphere.

С тех пор как появилось высокоиндустриальное общество, опасное вмешательство человека в природу резко усилилось. Оно стало многообразное и сейчас грозит стать глобальной опасностью для человечества. В связи с чем становится актуальным проводить исследования, позволяющие выделить и оценить загрязнения окружающей среды различными методиками, в том числе и методами биоиндикации.

Биоиндикация – определение степени загрязнения геофизических сред с помощью растений и живых организмов, биоиндикаторов. Растения являются важным элементом биологического мониторинга, так как чутко реагируют на состояние природной среды. Поэтому исследователи рассматривают растения как наиболее чувствительные и надёжные индикаторы загрязнённости атмосферы.

Одними из методов биоиндикации являются: лишеноиндикация – метод определения загрязнения атмосферы с помощью исследования лишайников и метод, основанный на состоянии хвои сосны обыкновенной, – исследование повреждения хвоинок.

Исследования по оценке загрязнения атмосферного воздуха с помощью данных методов мы проводим в двух точках: одна – на территории города Минска, вторая – на территории Минского лесхоза.

Отметим при этом, какие виды лишайников встречались на площадке, какой процент общей площади рамки занимает каждый растущий там вид. Нами был произведен расчет средних баллов встречаемости и покрытия для каждого типа лишайников. Определив относительную частоту воздуха (ОЧА) в двух исследуемых точках, нами было установлено, что атмосфера в городе Минске (учетная площадка № 1, улица Шишкина, Заводской р-н) по своему качеству, не намного, но уступает загородной площадке №2 (участок смешенного леса, Минский лесхоз, окрестности д. Магистральная, Минский р-н).

На контрольных участках, где мы проводили оценку относительной частоты атмосферы при помощи лишайников, нами был проведён учет степени повреждения хвои сосны обыкновенной.

Проанализировав количество поврежденной и усохшей хвои, можно отметить, что растения сосны обыкновенной, произрастающие на участке № 1 испытывают на себе большую техногенную нагрузку, что отражается на состоянии хвои. На участке № 2 только 3 % хвоинок имеют не критичные пятна, этот показатель на участке № 1 составляет 25,5 %, то есть почти в 8,5 раз больше.

Таблица – Показатели загрязнения участков по состоянию хвои сосны обыкновенной

Классы	Участок № 1		Участок № 2	
	количество хвоинок, шт	доля поврежденных и усохших хвоинок, %	количество хвоинок, шт	доля поврежденных и усохших хвоинок, %
Повреждение хвои				
1 класс	2272	42,5	4948	88
2 класс	1710	32	506	9
3 класса	1362	25,5	168	3
Усыхание хвои				
1 класс	3446	64,5	5199	92,5
2 класс	722	13,5	197	3,5
3 класс	1175	22	226	4
4 класс	1	0,02	0	0
Исследовано хвоинок	5344	100%	5622	100%

Обе методики заслуживают внимания экологов, однако в наших исследованиях оценка состояния атмосферы по состоянию хвои сосны зарекомендовала себя как более чувствительная, поскольку различия между учетными площадками проявились более контрастно.

Информация, получаемая в результате проведения данных методов, позволяет выявить степень загрязнения атмосферы. В свою очередь, это может помочь человеку проконтролировать чистоту воздуха, которым он дышит, а следовательно, уменьшить нагрузку на своё здоровье.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бязров, Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге / Л. Г. Бязров. – М.: Научный мир, 2002. – 336 с.
2. Ляшенко, О. А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие / О. А. Ляшенко. – СПб: СПб ГТУРП, 2012. – 67 с.
3. Григоренко, А. В. Физиологические и морфологические показатели хвои сосны обыкновенной в условиях аэротехногенного загрязнения / А. В. Григоренко // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4. – С. 15–19.

## АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

### ANALYSIS OF REGIONAL FEATURES OF WATER USE ON THE TERRITORY OF MOGILEV REGION

***Е. Э. Подшивалова, Н. В. Герасимович***  
***C. Podshivalova, N. Gerasimovich***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
katsyapodshivalova@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Рассматриваются региональные особенности и проблемы водопользования в Могилевской области. Определено влияние крупных промышленных предприятий данного региона и сельскохозяйственных объектов, отрицательное воздействие которых влияет на состояние грунтовых вод. Представлена программа мер, направленных на поддержание водных объектов.

The article discusses the regional characteristics and water use problems in the Mogilev region. The influence of large industrial enterprises of the region and agricultural objects, the negative impact of which is on the condition of groundwater, as well as a program of measures aimed at maintaining water bodies.

*Ключевые слова:* водные ресурсы, водопользование.

*Keywords:* water resources, water use.

Обеспеченность водными ресурсами нашей республики выше среднемирового показателя.

Основными потребителями воды в Республике Беларусь является жилищно-коммунальное хозяйство (43 % общего потребления), промышленность забирает 30 % и около 26 % – сельское хозяйство. Данные вопросы затрагивают как экологию, так и экономику страны и поэтому заслуживают определенного внимания.

Могилевская область расположена в пределах бассейна реки Днепр. По данным государственного водного кадастра, в Могилевской области имеется 44 месторождения пресных подземных вод, из которых 24 эксплуатируются. Эксплуатационные запасы подземных вод составляют 837,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут., из которых 543,95 тыс. м<sup>3</sup>/сут. используются. В бассейне Днепра расположено 1 130 водопользователей, имеющих 155 выпусков сточных вод, с общим объемом их сброса в поверхностные водные объекты 387 710 тыс. м<sup>3</sup>. Наиболее значимыми точечными источниками загрязнения являются выпуски сточных вод очистных сооружений предприятий жилищно-коммунального хозяйства и промышленности.

В пределах бассейна Днепра на территории Могилевской области располагаются такие крупные промышленные центры, как Могилев, Кричев, Костюковичи, Осиповичи, Бобруйск. В частности, в городе Бобруйске, по среднегодовым сведениям о степени загрязнения сточных вод, поступающих на очистные сооружения БУКДПП «Водоканал», за 2016 г. наибольшую антропогенную нагрузку оказывали три предприятия: ОАО «БЗ биотехнологий», ОАО «Бобруйский кожкомбинат», ИЗАО «Пивоварини Хайнекен. ОАО «Белшина» – крупный производитель шин в республике, напротив, в данных сведениях даже не числится, в виду оснащения современным оборудованием по круговому использованию воды и выпуску сточных вод посредством ливневой канализации. Главным источником рассредоточенного (диффузного) загрязнения биогенными элементами водных объектов является сельское хозяйство (животноводство и растениеводство).

По результатам расчетов химических (гидрохимических) показателей за период 2014–2015 гг., наличие водных объектов в бассейне реки Днепр с классами «плохой» и очень «плохой» не было установлено. Согласно сведениям Государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды РБ, за период 2014–2016 гг. процент превышения предельно допустимых концентраций по биогенным веществам в бассейне реки Днепр имеет следующие тенденции: по аммоний-иону и фосфат иону к концу 2016 г. наблюдается снижение количества проб с превышением по данным показателям; по нитрит-иону к концу 2016 г. подмечено постепенное увеличение количества проб.

Программа мер к 2026 г. применяемых для водных объектов бассейна реки Днепр на территории Могилевской области включает мероприятия для поддержания водных объектов в статусе не хуже «хорошего», которые находятся в настоящее время в «хорошем» и «отличном» экологических статусах. Базовые меры основываются на нормативно-правовых актах и включают меры по применению принципа компенсации затрат на водопользование; продвижению эффективного и устойчивого водопользования; охране водозаборов подземных вод; контролю состояния водозаборов и пополнения поверхностных и подземных вод; по контролю точечных и диффузных источников загрязнения; санкционированию прямого сброса в подземные воды; управлению приоритетными веществами; контролю гидрохимического состава и качества поверхностных и подземных вод; контролю любых других действий, способных оказывать воздействие на экологический статус; по предотвращению случайных разливов. Дополнительные меры применяются в случаях, когда базовые меры не могут обеспечить достижение экологических целей и «хороший» экологический статус. В общем виде они касаются реконструкции систем канализации и очистных сооружений, модернизации систем водоотведения, разработки мероприятий по обеспечению режима хозяйственной деятельности в водоохраных зонах отдельных водных объектов, оценки водохозяйственного баланса отдельных предприятий.

Таким образом, хоть наша республика достаточно обеспечена водными ресурсами, сегодня вопрос качества природных вод остается актуальным как никогда. Широкое использование водных ресурсов в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства может привести к дефициту воды даже в тех регионах, которые, казалось бы, обеспечены ею в полной мере.

## **НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ NEW DIRECTION IN CROP PRODUCTION**

***С. П. Пономаренко***  
***S. Ponomarenko***

*ГП МНТЦ «Агробиотех» НАН и МОН Украины,  
г. Киев, Украина  
sponom@ukr.net  
SE ISTC “Agrobiotech” NAS and MES of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

В больших экспериментах была изучена антипаразитарная и противопаразитарная активность новых украинских биоконпонентных биостимуляторов Regoplant и Stimpo при культивировании разных сортов. Получены лучшие результаты биодефицита.



In the large experiments the antipatogenic and antiparasitic activity of new Ukrainian policomponent biostimulants Regoplant and Stimpo had been investigated at cultivation of different cultivars and the best biodefence effects was obtained.

*Ключевые слова:* растениеводство, исследование, специфический индуктор.

*Keywords:* plant growing, research, specific inducer.

В течении последних 15 лет учеными многих стран уделяется внимание выделению из клеток эукариотов и изучению биологической роли малых регуляторных RNA (small regulatory RNA) в (RNAi interference) процесса, который принято называть посттранскрипционный сайленсинг генов (PTGS) в растениях, животных и грибах. Сайленсинг генов – процесс в результате которого происходит деграция или блокирование трансляции молекул-мишеней mRNA с помощью si/miRNA. Они определяют период жизни каждой из молекул mRNA, в первую очередь уничтожают путем расщепления или блокирования (сайленсинга) трансляции абберантных и не совершенных по структуре молекул mRNA, которые могут появляться ошибочно в клетках. Они также выполняют защитные (антипатогенные и антипаразитарные функции).

Ученые Украины предложили путь активации экспрессии генов, ответственных за иммунную систему растений, за счет усиления биосинтеза эндогенных si/miRNA специфическими индукторами. Этими индукторами служат природные поликомпонентные биостимуляторы Стимпо и Регоплант, биозащитные свойства которых обусловлены синергизмом действия продуктов жизнедеятельности грибов-микромикотов, выделенных из корневой системы женьшеня и аверсектинов – комплексных природных продуктов жизнедеятельности стрептомицетов.

В проведенных авторами молекулярно-генетических исследованиях доказано значительное повышение устойчивости к патогенам и вредителям, в том числе и почвенным. Выявлено, что биозащитные действия препаратов наследуются как во втором, так и в третьем поколении.

Нами в рамках трех международных проектов проведены углубленные исследования механизма действия и подтверждено действие низкомолекулярных si/miRNA в защите растений основных с-х. культур от негативного действия патогенов и паразитов. В 2010–2013 гг. проведены Государственные испытания поликомпонентных биорегуляторов Стимпо и Регоплант при выращивании зерновых, зернобобовых, технических культур, овощных и ягодных, что позволило провести государственную регистрацию в Украине.

Государственные испытания 2013–2014 гг. препаратов Стимпо и Регоплант специалистами РУП «Институт почвоведения и агрохимии» при выращивании озимой и яровой пшеницы, озимого тритикале, ярового ячменя, кукурузы, рапса, сахарной свеклы доказали эффективность данных препаратов. Также выполнены исследования по их использованию при выращивании саженцев ели, сосны, дуба.

В декабре 2014 г. препараты Стимпо и Регоплант зарегистрированы в Республике Беларусь и доступны для специалистов аграрного комплекса, владельцев приусадебных участков. Они получили подтверждение экологической безопасности – сертификат «ORGANIC» и могут служить аграриям в получении безопасной продукции. Доказано, что препараты снижают поступление (блокируют через si/mi RNA) ионов тяжелых металлов и радионуклидов в растения.

## **БИОРЕГУЛЯТОРЫ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ БИОТОПЛИВНЫХ КУЛЬТУР**

### **BIOREGULATORS OF PLANT DEVELOPMENT IN GROWING BIOFUEL CROPS**

***С. П. Пономаренко<sup>1</sup>, Т. Р. Стефановская<sup>2</sup>, А. И. Медков<sup>1</sup>, М. М. Каприй<sup>3</sup>  
S. Ponomarenko<sup>1</sup>, T. Stefanovska<sup>2</sup>, A. Medkov<sup>1</sup>, M. Kapriy<sup>3</sup>***

<sup>1</sup>Государственное предприятие межведомственный научно-технологический центр «Агробиотех»  
Национальной академии наук Украины и Министерства науки и образования Украины,

г. Киев, Украина

*a.medkow@gmail.com*

<sup>2</sup>Национальный университет биоресурсов и природопользования,

г. Киев, Украина

<sup>3</sup>Уманский национальный университет садоводства, Умань, Украина

<sup>1</sup>State Enterprise ISTC Agrobiotech of National Academy of Sciences of Ukraine  
and Ministry of Education & Science of Ukraine;

<sup>2</sup>National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, Ukraine;

<sup>3</sup>Uman National University Of Horticulture, Uman, Ukraine

Установлено, что применение биорегуляторов развития растений улучшает морфофизиологические показатели энергетических культур для производства биотоплива первого поколения. PPP оказывали положительное влияние на фитохимические и морфофизиологические свойства растений.

Researches indicate that application of PGRs enhance morphophysiological growth of first generation biofuels crops: At second generation energy crops PGRs had positive effect on phytochemical and morphophysiological properties.

*Ключевые слова:* регуляторы роста растений (PPP), биорегуляторы, энергетические культуры, сахарное сорго, биотопливо.

*Keywords:* energy crops, , sweet sorgum, plant grow regulators, biofuel.

Текущие исследования направлены на применение PPP для усиления адаптационной способности мискантуса гигантского, сорго сахарного в различных регионах, в том числе при выращивании на загрязненных тяжелыми металлами территориях.

Биотопливные растения делятся на три группы [1].

- древесные растения скорой ротации (тополь, ива, эвкалипт),
- однолетние злаковые (просо, сахарное сорго),
- многолетние быстрорастущие растения (мискантус, свитчграсс, топинамбур и др.).

Одним из факторов повышения урожайности и качества биомассы энергетических культур является использование регуляторов роста. Регуляторы роста растений (PPP) или биорегуляторы – это природные низкомолекулярные вещества, которые в исключительно малых концентрациях существенно влияют на активизацию процессов жизнедеятельности растений. Применение PPP дает возможность получить существенный рост производительности и экономической эффективности, а также уменьшение негативного влияния на окружающую среду [2]. В Украине зарегистрировано более 100 регуляторов роста различной природы [3–4].

Биопрепараты «Стимпо» и «Регоплант», производства ГП МНТЦ «Агробиотех» НАН и МОН Украины, созданы на основе биосинтеза продуктов жизнедеятельности грибов-микромикетов, выделенных из корневой системы женьшеня и комплекса биологически активных веществ, а также аверсектинов из культуры *Streptomyces avermytilis*.

PPP способствуют более полной реализации генетического потенциала растений, лучшему поглощению питательных веществ, развитию листовой поверхности и, как следствие, усилению процессов фотосинтеза и повышению урожайности. Эти биорегуляторы ускоряют рост и развитие растений, повышают их устойчивость к патогенам и паразитам, высоким и низким температурам путем активизации определенных генов иммунной системы растений и повышению синтеза низкомолекулярных регуляторных si/mi РНК [5–6].

Фундаментальные и прикладные исследования подтвердили эффективность биорегуляторов «Стимпо» и «Регоплант» при выращивании энергетических культур для производства сельскохозяйственной продукции: подсолнечника, кукурузы, рапса. На подсолнечнике обработка PPP способствовала повышению физиологических показателей: массы 1000 зерен на 6,4 %, количества семян в корзинке на 13,0 %. На кукурузе, показатель высоты растения увеличился по сравнению с контролем – на 11,5 %, длина листовой пластины – на 5,3 %, ширина листовой пластины – на 7,0 %, площадь ее поверхности на – 12,7 %, а длина корневой системы увеличилась на 12,5 %, объем корневой системы – на 12,4 %.

На сахарном сорго биорегулятор «Регоплант» повысил листовую поверхность в фазе кущения на 146,5 %, в фазе выброса метелки на 125,3 %, в фазе молочно-восковой спелости на 127,2 %. В это же время показатели с внесением гербицида «Гербитокс» (компания «Август») дала прибавку соответственно 117,0 %; 105,0 %; 109,0 %.

Вследствие проведенных исследований украинского биорегулятора «Регоплант» совместно с гербицидом «Гербитокс», получены следующие результаты по урожаю: «Гербитокс» (1л/га) позволило получить прибавку урожая 2,7 ц/га (соответственно, 8,7 %), применение Гербитокса 1,0 л/га с добавлением «Регоплант» (50 мл/га) позволило получить прибавку урожая 5,5 ц/га (15,4 %). Применение Гербитокса (1,0 л/га) совместно с Регоплантом (50 мл/га) при предварительной обработке семян перед высевом 250 мл/т дало 11,8 ц/га (31,6 %).

В заключение можно сделать вывод, что биорегуляторы роста являются необходимой технологией выращивания биомассы энергетических культур для производства биотоплива второго поколения. Полученные результаты дают основания утверждать, что урожай зеленой массы сорго сахарного в контроле составил 306 ц/га (100 %), под влиянием гербицида «Гербитокс» – 314 ц/га (102,6 %), при внесении гербицида с Регоплантом – 337,8 ц/га (110,4 %), при обработке семян Регоплантом и опрыскивании посевов гербицидом и Регоплантом – 376,8 ц/га (123,1 %).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кучеровська, В. С. Агроекологічні аспекти вирощування багаторічних трав для виробництва біопалива 2ї генерації / В. Кучеровська, Т. Р. Стефановська // Вісник Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського. – 2012. – № 75 (4). – С. 128–130.
2. Пономаренко, С. П. Регуляторы роста растений / С. П. Пономаренко // Институт биоорганической химии. – Минск; К., 2003. – 319 с.
3. <http://agrosience.com.ua/views/perelik-pest-all>
4. <http://www.menr.gov.ua>
5. Циганкова, В. А. Молекулярні механізми стійкості буряку проти фіто паразитичних нематод / В. А. Циганкова, Т. Р. Стефановська, С. П. Пономаренко, Я. Б. Блюм // Наукові доповіді НУБІП – 2012. – № 32 (3) [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012\\_3/12cva.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_3/12cva.pdf)

## БИОЭКОЛОГИЯ ВИДОВ РОДА МАГОНИЯ (*MAHONIA NUTT.*) В БАТУМСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

## BIOECOLOGY OF GENUS *MAHONIA NUTT.* SPECIES AT BATUMI BOTANICAL GARDEN

**С. А. Романадзе, М. В. Метревели**  
**S. Romanadze, M. Metreveli**

*Батумский государственный университет им. Шота Руставели,*  
*г. Батуми, Грузия*  
*metrevelim@list.ru*  
*Batumi Shota Rustaveli State University, Batumi, Georgia*

Обсуждены сезонная динамика роста и развития, особенности адаптации видов рода Магония (*Mahonia Nutt.*), произрастающих в условиях влажного субтропического климата Батумского ботанического сада.

The article deals with the seasonal dynamics and adaptation peculiarities of the growth and development of the introduced species of genus *Mahonia* growing along the Georgian Black Sea littoral, namely, in the humid subtropical climate conditions of the Batumi Botanical Garden.

**Ключевые слова:** вечнозеленые интродуцированные кустарники, биоэкологические особенности, содержание биологически активных веществ.

**Keywords:** evergreen introduced shrubs, bioecological peculiarities, content of biologically active substances.

В коллекции Батумского ботанического сада, на берегу Черного моря, в условиях влажного субтропического климата произрастают 5 интродуцированных видов рода Магоний (*Mahonia Nutt.*): Магония Бейли (*Mahonia bealii (Fort.) Carr.*), М. форчуна (*Mahonia fortunei (Lindl.) Fedde*), М. японская (*Mahonia japonica (Thunb.) DC.*), М. ломариелистная (*Mahonia lomariifolia Takeda.*), М. Вагнера (*Mahonia wagneri Jouin.*). Род Магония относится к семейству Барбарисовых (*Berberidaceae Torr. et Gray.*). Виды этого рода распространены в основном в Восточной Азии и Северной Америке.

Как и в природных условиях, так и в Батумском ботаническом саду Магонии представлены вечнозелеными, в основном низкими кустарниками. Листья очередные, сложные, непарноперистые, листочки остро-зубчатые; цветки желтые, весьма красивые, собраны в многоцветковых верхушечных кистях и метелках; многочисленные маленькие плоды, шаровидные овальные ягоды, черно-пурпурные с голубым налетом до темно-голубых, съедобные.

На основе фенологических наблюдений, все виды магонии как восточноазиатские, так и североамериканские выходят из состояния покоя во второй половине февраля. Цветочные почки в это время уже набухшие, а в конце февраля – начале марта растения начинают цвести. Во второй половине марта начинается рост побегов, который заканчивается к концу мая. В большинстве случаев наблюдается второй рост побегов – во второй половине июля до конца августа. Плоды полностью созревают в июне. Плоды на родине применяют для приготовления джемов, напитков, для окрашивания соков. Корни, листья, побеги, плоды применяются как сырье для фармацевтических целей. Активные вещества, добытые из коры, применяются для лечения чешуйчатых сухих кожных заболеваний (в частности, псориаза). Содержание биологически активных веществ, особенно алкалоида берберина, обуславливают антибактериальные свойства. В наших опытах, включая «лабораторную инфузорию» – *Paramecium caudatum*, полученные экстракты из коры и листьев, показали высокую протистоцидную активность.

На основе наших опытов по размножению, можем сделать вывод, что магонии эффективно размножаются семенами после стратификации и зелеными черенками. Саженцы характеризуются высокими адаптивными способностями.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Деревья и кустарники Батумского ботанического сада: аннотированный список. – Тбилиси, 2012. – 184 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ  
РАЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА**

**THE USE OF SPECTROPHOTOMETRIC METHOD  
OF DETERMINATION HUMUS CONTENT IN SOD-PODZOLIC SOILS  
OF DIFFERENT GRANULOMETRIC COMPOSITION**

*Е. А. Самусик<sup>1</sup>, С. Е. Головатый<sup>2</sup>*

*E. Samusik<sup>1</sup>, S. Golovaty<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Гродненский государственный университет им. Янки Купалы,  
г. Гродно, Республика Беларусь,  
e.samusik@mail.ru*

<sup>2</sup>*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь,  
sscience@yandex.ru*

<sup>1</sup>*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Republic of Belarus,  
e.samusik@mail.ru*

<sup>2</sup>*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus,  
sscience@yandex.ru*

Представлены результаты исследования спектральной отражательной способности дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава и гумуса.

The results of research reflective capacity of sod-podzolic soils of different granulometric composition and humus content were presented.

*Ключевые слова:* спектрофотометрия, дерново-подзолистые почвы, гумус, спектральная отражательная способность почвы.

*Keywords:* spectrophotometry, a sod-podzolic soils, humus, spectral reflectivity of the soil.

Одним из важнейших критериев оценки плодородия почв является содержание в ней органического вещества (гумуса). В настоящее время в оценке гумусного состояния получил широкое распространение подход, основанный на представлении состава органических веществ почвы в виде двух пулов, различающихся по термодинамической устойчивости и скорости круговорота.

Первый пул представляет практически не поддающиеся химической и биологической деструкции соединения, прочно связанные с минеральной фазой почвы, и определяет минимальный, пороговый уровень содержания углерода в почве практически не изменяемый во времени, характерный для данной почвы при определенном содержании тонкодисперсных фракций ( $C_{min}$ ). Другая часть углеродного фонда – легко трансформируемый углерод почвы ( $C_{trans}$ ) – представлена компонентами, характеризующимися высокой химической и биологической активностью, что определяет ее основополагающую роль в осуществлении агрономических, экологических функций почв и формировании их основных режимов и свойств. Именно данная часть общего запаса органических веществ в первую очередь изменяется под действием природных и антропогенных факторов. Поскольку анализ структуры и содержания гумуса практически невозможен из-за сложности процедуры, содержание гумуса в почве вычисляется по результатам определения углерода в почве [1].

Существуют многочисленные методы количественного определения органического углерода. Самым распространенным способом определения содержания гумуса в почвах, используемым при проведении практически всех научно-исследовательских работ, крупномасштабных почвенных и агрохимических обследований земель, является ГОСТ 26213-91 (химический), основанный на обработке образцов почвы раствором хромовой смеси с последующим определением трехвалентного хрома, эквивалентного содержанию гумуса, на фотоэлектроколориметре [2]. Следует отметить, что метод Тюрина, основанный на окисляемости органического вещества, позволяет получать только приближенные данные о содержании органического углерода в почве. Все более широкое применение для определения содержания гумуса находят спектрофотометрические методы исследования почв, однако сдерживающим фактором является необходимость предварительного знания гранулометрического состава почв.

Объектом исследований явились автоморфные дерново-подзолистые почвы разного гранулометрического состава (легкосуглинистая, супесчаная и связнопесчаная). Спектральная отражательная способность почв определялась на спектрофотометре Solar PB 2201.

Многочисленными исследованиями установлено, что все гумусовые горизонты дерново-подзолистых почв имеют однотипные спектральные кривые, то есть не имеют резких максимумов отражения [3]. Минимум отражения приходится на сине-фиолетовую часть спектра, максимум – на красную, что и подтверждается нашими данными (рисунок).

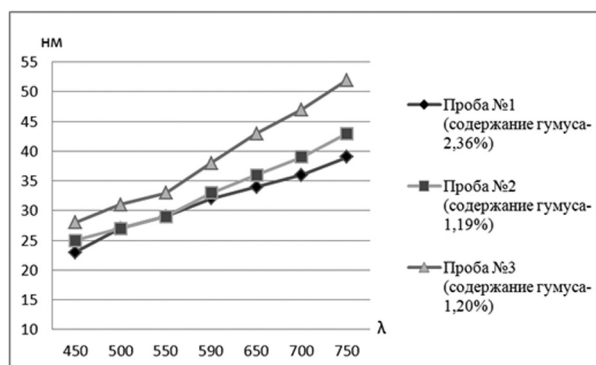


Рисунок – Кривые спектрального отражения дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава

Согласно И. И. Карманову [4], «для спектрофотометрических исследований нужно применять воздушно-сухие почвенные образцы, пропущенные через сито 0,25 мм. Частицы такого размера образуют ровную, равномерно отражающую поверхность, без теневых участков и в тоже время при пропускании через сито в 0,25 мм нет опасности разрушения почвенных частиц, за исключением песчаных.

Проведенные нами исследования показывают, что дерново-подзолистые легкосуглинистые (проба № 2) и песчаные (проба № 3) почвы с одинаковым содержанием гумуса имеют разные спектральные кривые. Однако, с увеличением содержания гумуса в дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах спектральные кривые расположены ниже, чем с более низким содержанием гумуса.

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить, что для спектрофотометрического способа определения содержания гумуса в дерново-подзолистых почвах достаточно лишь качественное определение гранулометрического состава почвы: легкосуглинистая, связноупесчаная, рыхлосупесчаная, песчаная, что в некоторой степени является сдерживающим фактором применения. Однако данный способ является также более экономичным по затратам времени и средств по сравнению с химическим методом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шевцова, Л. К. Современные направления в исследовании органического вещества почв в длительных опытах // Проблемы агрохим. и экологии. – 2009. – № 3. – С. 39–47.
2. Почвы. Методы определения органического вещества : ГОСТ 26213-91. – Введ. 29.12.91 – М. : Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1992. 8 с.
3. Орлов, Д. С. Спектральная отражательная способность почв и их компонентов / Д. С. Орлов, Н. И. Суханова, М. С. Розанова. – М. : Изд-во МГУ, 2001. – 176 с.
4. Карманов, И. И. Спектральная отражательная способность и цвет почв, как показатели их свойств / И. И. Карманов. – М. : Колос, 1974. – 351 с.

## РОЛЬ САРАНЧОВЫХ-ФИТОФАГОВ В ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ РАЗЛИЧНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ THE ROLE OF LOCUST PHYTOPHAGES IN THE TROPHIC STRUCTURE OF VARIOUS BIOGEOCENOSES

**Т. П. Сергеева, Е. Г. Смирнова, В. И. Казанцева**  
**T. Sergeeva, E. Smirnova, V. Kazantseva**

Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь,  
e.smirnova@tut.by

Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Изучение трофической структуры саранчовых-фитофагов необходимо для оценки функционирования любого биогеоценоза, в том числе и агробиогеоценоза, может быть использовано для мониторинга и составления прогноза ожидаемой вредоносности отдельных видов.



The study of the trophic structure of locust phytophages is necessary to assess the functioning of any biogeocenosis, including agrobiocenosis, and can be used for monitoring and forecasting the expected harmfulness of certain species.

*Ключевые слова:* естественные и антропогенные биоеценозы, саранчовые, трофическая структура, биомасса.

*Keywords:* natural and anthropogenic biogeocenoses, locust, trophic structure, biomass.

Территория Беларуси подвергается различного рода антропогенному воздействию и интенсивному хозяйственному освоению. Разрушение степного биома, осушение низинных болот привело к изменению структуры сообществ живых организмов и появлению видов – потенциальных вредителей лесных и сельхозугодий. Экстенсивно же используемый аграрный ландшафт оказывается весьма неустойчивым, так как в нем, как правило, создаются условия для вспышек массового размножения отдельных видов.

**Саранчовые (Acrididae)** являются одной из основных групп растительноядных животных в травянистых экосистемах, как естественных, так и видоизмененных или созданных человеком. В умеренных широтах Евразии эти насекомые могут в течение теплого сезона потреблять свыше 10 % веса зеленых частей травяного покрова [1–2]. Многоядность, высокий репродуктивный потенциал и способность к перелетам на огромные расстояния обеспечили саранче статус самого опасного сельскохозяйственного вредителя на Земле.

Важнейшим же количественным параметром трофической структуры сообществ любых организмов, в том числе и саранчовых, является биомасса, позволяющая установить степень воздействия или давления на биоеценоз насекомых-фитофагов [3–5].

Соотношение биомассы трех модельных видов-фитофагов: конька лугового, конька бурого и травянки зеленой (*Chorthippus dorsatus*, *Glyptobothrus apricarius*, *Omocestus viridulus*) в местах их обитания: пойменные луга, осушенные участки, а также осушенные и вовлеченные в сельскохозяйственный оборот (выпасы и монокультуры (тимофеевка) показано на рисунках 1–3.

Как видно из рисунка 1, наибольшая биомасса травянки зеленой – мезофильного вида характерна для пойменного луга, а наименьшая – для монокультуры (поля тимофеевки). Осушенный луг и выпас, имеющие практически одинаковые экологические условия, имеют и идентичные значения этого показателя.

Как следует из рисунка 2 наибольшая биомасса этого вида зарегистрирована на пойменном лугу (около половины от общей), тогда как вторая половина распределилась примерно поровну между осушенным лугом и выпасом.

Конек бурый (*Glyptobothrus apricarius*) встречался в трансформированных биотопах: наиболее высокой (чуть более половины) численность этого вида была на осушенном лугу; вторая, меньшая половина на одну треть была больше на выпасе, чем на тимофеевке (рисунок 3), что характеризует его как ксерофильный вид.



Рисунок 1 – Биомасса (г/га) *Omocestus viridulus* L. в биогеоценозах поймы Припяти

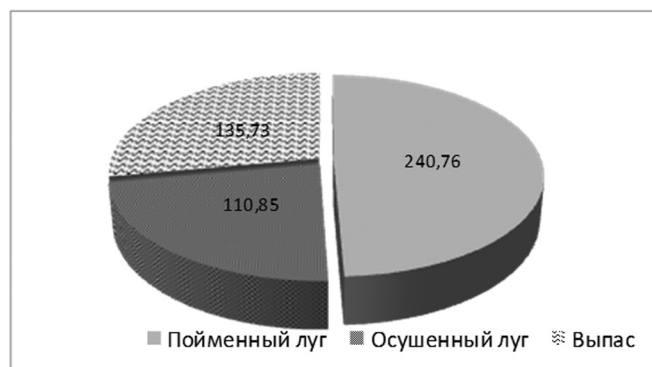


Рисунок 2 – Биомасса (г/га) *Chorthippus dorsatus* L. в биогеоценозах поймы Припяти

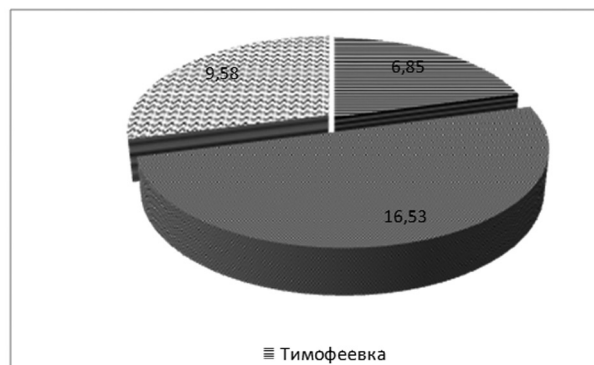


Рисунок 3 – Биомасса (г/га) *Glyptobothrus apricarius* L. в биогеоценозах поймы Припяти

На рисунке 3 показано распределение биомассы и численные ее значения для конька бурого в местах его обитания. Так, наибольшее ее значение (16,53г/га) регистрировалось на осушенном лугу, на тимофеевке и выпасе она составила 6,85 г/га и 9,58 г/га соответственно.

Таким образом, нагрузка на растительный покров со стороны саранчовых очевидна, а степень ее величины определяется условиями среды, а также гигро- и термопреферендумом модельных видов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Камбулин, В. Е. Значение нестатных саранчовых (Orthoptera, Acrididae) в злаковых ассоциациях западной части Центрального Казахстана и зоны ленточных боров Северо-Восточного Казахстана / В. Е. Камбулин, Г. С. Бугаев // Энтотомол. обозр. – 1980. – Т. 59., №3. – С. 529–534.
2. Копанева, Л. М. Прямокрылые и степень антропогенного пресса в агроценозах / Л. М. Копанева // Саранчов. Экол. и меры борьбы. – Л, 1987. – С. 25–38.
3. Сергеев, М. Г. Закономерности распределения насекомых-фитофагов в травянистых экосистемах Голарктики / М.Г. Сергеев // Изв. АН. Сер. биол. – 1998. – №4. – С. 445–450.
4. Иванова, И. В. Исследование биомассы прямокрылых (Orthoptera) в луговых, горно-степных и лесных биотопах Башкирского заповедника / И. В. Иванова, Л. М. Копанева // Современные проблемы зоологии и со-верш. методики ее преподавания в ВУЗе и школе: сб. науч. ст. – Пермь, 1976. – С. 72–73.
5. Пшеницына, Л. Б. Уровень поглощения и утилизации фитомассы степными саранчовыми / Л. Б. Пшеницына // Сиб. экол. журн. – 1997. – №3. – С. 263–268.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ФИТОИНДИКАЦИИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФУТПРИНТИНГА

### USE OF PHYTOINDICATION RESULTS FOR IMPROVING THE METHODOLOGY OF ECOLOGICAL FUTPRINTING

**З. А. Симонова, А. А. Макарова, Е. И. Тихомирова**  
**Z. Simonova, A. Makarova, E. Tichomirova**

*Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина,  
г. Саратов, Российская Федерация  
simonovaza@yandex.ru  
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia*

Деревья в городе находятся под стрессом в течение вегетационного периода. Они пытаются противостоять неблагоприятным условиям в связи с активацией биохимических показателей. Это было установлено с помощью методов фитоиндикации. При расчете биоемкости города необходимо учитывать состояние растений в городской среде. Поэтому при определении экологического футпринта необходимо ввести индикатор корректировки.

Trees in the city are under stress during the growing season. They are trying to resist adverse conditions due to activation of biochemical indicators. This was established using phytoindication methods. The state of plants in an urban environment should be taken into account when calculating the city's biocapacity. Therefore, when determining the ecological futprinting you must enter adjustment indicator.

*Ключевые слова:* фитоиндикация, футпринтинг, биоемкость.

*Keywords:* phytoindication, footprinting, biocapacity.

В последнее время все большее значение при подготовке национальных и региональных программ устойчивого развития городов приобретает тема экологического футпринтинга (следа), который в большой степени определяется биоёмкостью. В состав экологического следа включается биоёмкость (как правило, площадь лесов, древесных насаждений), необходимая для поглощения доли антропогенных выбросов CO<sub>2</sub>. Биоёмкость городских территорий во многом зависит от состояния растительности. В условиях города растения постоянно испытывают негативное воздействие, что сказывается на их росте, развитии и функциональной активности. Цель нашей работы заключалась в определении биохимических показателей деревьев с помощью фитоиндикационных методов. Объектами исследования являлись береза повислая (*Betula pendula*) и тополь пирамидальный (*Populus pyramidalis*), произрастающие на территории г. Саратова. Нами определялись активность антиоксидантных ферментов (пероксидазы и каталазы), окислительно-восстановительного фермента (аскорбиноксидазы) и содержание фотосинтетических пигментов в листьях.

Результаты экспериментов показали, что в течение вегетационного периода деревья пытаются противостоять неблагоприятным условиям за счет активации биохимических показателей. Так, о снижении адаптационных способностей у *B. pendula* свидетельствуют понижение активности пероксидазы к концу вегетационного периода; низкие показатели каталазой активности; увеличение активности аскорбиноксидазы за счет интенсивного уменьшения аскорбиновой кислоты. Для *P. pyramidalis* характерно небольшое увеличение пероксидазной активности; низкие показатели каталазой активности; понижение активности аскорбиноксидазы и, соответственно, увеличение содержания аскорбиновой кислоты. Это также свидетельствует о приспособлении к факторам урбаноcреды. Содержание фотосинтетических пигментов в листьях исследуемых деревьев также указывает на их противостояние неблагоприятным факторам – в течение вегетации уменьшалось соотношение хлорофилла *a/b*, которое характеризует потенциальную фотохимическую активность: чем меньше отношение, тем меньше и интенсивность фотосинтеза. Анализ результатов позволил сделать вывод о том, что в г. Саратове древесные растения находятся в состоянии стресса и пытаются противостоять неблагоприятным условиям на биохимическом уровне. Это приводит к снижению их продуктивности и уменьшению вклада в поглощение углекислого газа и выделение кислорода. Соответственно, при расчете биоёмкости города и, следовательно, при определении экологического футпринтинга, следует ввести корректирующий показатель, учитывающий состояние растений, произрастающих в фактических условиях городской среды.

**МЕЖСЕЗОННАЯ И МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА ПЛОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ  
ВОДНО-БОЛОТНЫХ ПТИЦ ЗАКАЗНИКА «ЛЕБЯЖИЙ»  
В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ Г. МИНСКА**  
**THE SEASONAL AND INTERANNUAL DYNAMICS  
OF POPULATION DENSITY OF WATERBIRDS IN THE RESERVE “LEBYAZHY”  
UNDER ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF MINSK**

***A. В. Хандогий<sup>1</sup>, К. В. Гомель<sup>2</sup>, И. И. Дроздов<sup>1</sup>, Д. А. Кишкурно<sup>2</sup>***  
***A. Khandogiy<sup>1</sup>, K. Gomel<sup>2</sup>, I. Drozdov<sup>1</sup>, D. Kishkurno<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
handogiy@mail.ru*

*<sup>2</sup>ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам»,  
г. Минск, Республика Беларусь  
ural-science@yandex.by*

*<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>SSPU «Scientific and practical center of National Academy of Science of Belarus for Bioresources»  
Minsk, Republic of Belarus*

Рассмотрено влияние антропогенной нагрузки на водно-болотных птиц заказника «Лебяжий». Изучена динамика изменения биоразнообразия орнитофауны за 2014–2016 гг.

The impact of anthropogenic influence on the waterbirds of the reserve «Lebyazhy» was reviewed in this article. The dynamics of changes in the biodiversity of avifauna for 2014–2016 is studied.

*Ключевые слова:* орнитофауна, антропогенное влияние, биоразнообразие, Лебяжий.

*Keywords:* avifauna, anthropogenic influence, biodiversity, Lebyazhiy.

Изучение и сохранение биологического на Земле в последнее время считается одной из наиболее важных задач. С ней связывают необходимые условия выживания человечества в технократическом обществе [2]. Этой проблеме посвящают региональные и международные конференции [3–4].

Недавно правительство Беларуси ратифицировало и приняло к исполнению обязательство международной Конвенции о биологическом разнообразии. Однако для эффективной реализации программ по охране разнообразия биологических ресурсов необходимо его пристальное изучение.

Среди позвоночных животных одними из наиболее перспективных объектов изучения являются птицы. Использование этой группы позвоночных как биоиндикаторов удобно в силу их высокой численности, обусловленной высокой экологической пластичностью этих животных в сочетании с чувствительностью к проявлению различного рода хозяйственной деятельности человека [1–2]. В настоящее время работы, посвященные различным аспектам экологии птиц, обитающих в крупных городах на ООПТ, практически отсутствуют. В этом и заключается актуальность настоящего исследования.

Цель исследования – изучить межсезонную и межгодовую динамику водно-болотных птиц заказника «Лебяжий». Местом для проведения исследовательских работ служил республиканский заказник «Лебяжий». Это уникальная, практически не преобразованная территория находится в черте города Минск. За последние несколько лет на этот заказник резко возросло антропогенное давление, что повлекло за собой значительные экологические изменения [2].

Видовой состав птиц определялся по стандартным внешним диагностическим признакам, с применением биноклей [3]. Анализ полученных данных показал (рисунок), что в зимний сезон 2015–2016 гг. птицы в заказнике отсутствовали.

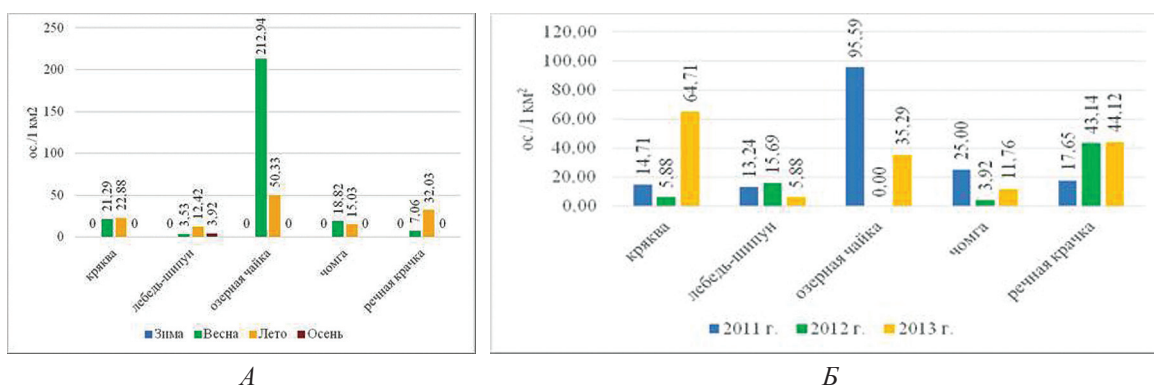


Рисунок – Межсезонная (А) и межгодовая (Б) динамика плотности водно-болотных птиц заказника

Весной и летом 2011–2013 гг. наибольшей плотности достигала озерная чайка (212,94 ос./1 км<sup>2</sup> и 50,33 ос./1 км<sup>2</sup> соответственно), а наименьшей – лебедь-шипун (3,53 ос./1 км<sup>2</sup> и 12,42 ос./1 км<sup>2</sup> соответственно). Кряквы и чомга в данный период имели примерно одинаковые межсезонные значения плотности. Плотность речной крачки увеличивалась в весенне-летний период. Осенью все виды, кроме лебедя-шипуна, отсутствовали в заказнике.

Динамики плотности птиц по годам в заказнике характеризуется своей неоднородностью. Для кряквы наблюдается тенденция к росту плотности с 14,71 ос./1 км<sup>2</sup> по 64,71 ос./1 км<sup>2</sup>. Динамика плотности лебедя-шипуна характеризуется ростом с 2014 по 2015 г. и последующим падением в 2016 г. Падение уровня плотности в 2016 г. связано с отсутствием молодых особей. Для озерной чайки наблюдается падение плотности в связи с угасанием гнездовой колонии. Плотность чомги уменьшилась с 2014 по 2015 г., а в 2016 г. был отмечен ее рост. Популяция речной крачки характеризуется ростом на территории заказника с 17,65 ос./1 км<sup>2</sup> по 44,12 ос./1 км<sup>2</sup>.

Таким образом, нарастающая антропогенная нагрузка в разных формах её проявления оказывает негативное влияние на качественный и количественный состав населения водно-болотных птиц. И как результат – на территории заказника отмечается низкая численность всех указанных видов птиц.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гомель, К. В. Мониторинг за структурой и плотностью населения сообществ водно-болотных птиц заказника «Лебяжий» / К. В. Гомель, А. В. Хандогий // 15-ая междунар. научн. конф. «Сахаровские чтения 2015 года» (г. Минск, 21–22 мая 2015 г.). – Минск : МГЭУ, 2015. – С.170.
2. Заказник «Лебяжий». Прошлое, настоящее, будущее / Идея и текст: Б. В. Яминский, Н. А. Юргенсон. – Минск, 2004. – 23 с.
3. Хандогий, А. В. Структура сообщества водно-болотных птиц заказника «Лебяжий» / А. В. Хандогий [и др.] // 16-ая междунар. научн. конф. «Сахаровские чтения 2016 года» (г. Минск, 19–20 мая 2016 г.). Минск : МГЭУ, 2016. – С.115–116.
4. Drozdov, I. Restructuring of the bird reserve «Lebyazhyy» under anthropogenic transformation // International Scientific Conference of young scientists, graduates, master and PhD students “Actual Environmental Problems”, Minsk, November 24–25, 2016 / I. Drozdov, A. Khandogiy, A. Yrkevich. – Minsk: at International Sakharov Environmental Institute of BSU. – P. 73.

**РОЮЩАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КРОТОВ (*Talpa europea*)  
В РАЗЛИЧНЫХ БИОТОПАХ**

**THE ROOTING ACTIVITY OF *TALPA EUROPEA* IN POPULATED AREAS**

**А. В. Хандогий, Ю. Д. Касач**  
**A. Handogy, Y. Kasach**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
7798608@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Современные задачи использования природных ресурсов промысловых млекопитающих настоятельно требуют отчетливого представления об основных особенностях экологии отдельных видов. Крот имеет существенное значение в пушном промысле Беларуси [Савицкий и др., 2005], являясь значимым промысловым видом. Очень значительна и многообразна биоценотическая роль крота. Все вышеуказанное отражает актуальность проведенного исследования, целью которого являлось изучение экологических особенностей крота обыкновенного.

The modern aims of using nature resources of commercial mammals strongly demand the clear understanding about the main ecological features of different species. The talpa is essential in fur-trade being the prominent commercial species (Savitky and others, 2005). The biocentric role of talpa is very prominent and varied. All the above reflects the thematic justification, the aim of which is the studying of the talpa's ecological features in conditions.

*Ключевые слова:* почва, замеры, расчеты, методы отлова кротов, эффективность методов.

*Keywords:* soil, measurements, calculations, methods of trapping moles, the efficiency of the methods.

Современные задачи использования природных ресурсов и, в частности, промысловых млекопитающих, настоятельно требуют отчетливого представления о географии ресурсов и основных особенностях экологии отдельных их видов. Весьма значительна и многообразна биоценотическая роль крота. Крот явился предметом пристального изучения ученых морфологов, физиологов, паразитологов, а также почвоведов и лесоводов. Своеобразие его экологии продолжает привлекать внимание ученых [1–3].

Данная работа посвящена анализу современного состояния крота европейского (*Talpa europaea*) – типичного представителя насекомоядных млекопитающих Беларуси.

Изучение роющей деятельности крота обыкновенного *Talpa europaea* осуществлялось по её косвенным проявлениям – приповерхностным ходам и кротовинам в таких типах биотопов, как поле, смешанный лес и пойменный луг. Учеты велись параллельно геоботаническим исследованиям, в процессе которых закладывались стандартные пробные площади размером 20 x 20 м. Также была освоена методика отлова кротов при помощи кротоволок [3].

Анализ полученных данных по биотопическому распространению крота европейского показал, что наибольшее распространение этого вида приурочено к открытым ландшафтам – 41 %. Видимо, богатые почвы перегноем с их благоприятной кормовой базой, послужили высокой численности этого эдафобионта.

Сделана попытка исследовать корреляционную связь между количеством осадков, температурой воздуха, влагообеспеченностью почвы летом и экологическими параметрами популяций.

Относительное количество молодняка в летних отловленных пробах зависит, в первую очередь, от интенсивности размножения ( $r = +0,73$ ). Метеоусловия же летнего периода оказывают на сохранность молодняка менее существенное влияние.

Установлено, что зависимость выживаемости сеголеток от среднемесячных температур летнего периода умеренная ( $r = +0,28$ ), но несколько выше от влагообеспеченности почвы. В тоже время, избыточное увлажнение оказывает отрицательное влияние на молодняк ( $r = -0,47$ ).

Таким образом, изменения численности кротов в разнотипных биотопах связаны в основном с наличием и доступностью дождевых червей. Количество червей, в свою очередь, связано с температурой, выпадением осадков и распределением их по временам года. Все эти изменения, как правило, охватывают одновременно огромные территории.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Козло, П. Г. Звери: Популярный энциклопедический справочник / П. Г. Козло. – Минск: Бел ЭН, 2003. – 205 с.



2. *Савицкий, Б. П.* Млекопитающие Беларуси / Б. П. Савицкий, С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко. – Минск : Изд. центр БГУ, 2005. – 319 с.

3. *Мальш, С. С.* Общая экология / С. С. Малаш. – Минск : БГУ, 2011. – 186 с.

## **ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ЗЕМНОВОДНЫХ В ПЕРИОД ИХ РАЗМНОЖЕНИЯ**

### **ASSESSMENT OF ANTHROPOGENOUS INFLUENCE ON AMPHIBIOUS DURING THEIR MANIFOLDING**

***А. В. Хандогий, А. А. Суша, В. Д. Лопатин***  
***A. Handogy, A. Susha, V. Lopatin***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
sysh\_a@mai.ru*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Анализируется состояние популяций земноводных г. Минска, а также охраняемой природной территории. Приводятся данные отрицательного влияния урбанизации на биоразнообразие и размножение земноводных в самый уязвимый период их жизненного цикла.

In article the condition of populations of Amphibia of Minsk and the protected natural territory is analyzed. There is negative influence of an urbanization on a biodiversity and reproduction as the most vulnerable period of their life cycle are provided.

*Ключевые слова:* антропогенное влияние, амфибии, микрорайон «Уручье», заказник «Лебяжий», пос. Щомыслица, размножение.

*Keywords:* anthropogenous influence, amphibians, residential district «Uruchye», wildlife area «Swan», settlement of Shchomyslitsa, manifolding.

Антропогенная нагрузка с каждым днем усиливает свое влияние на состояние окружающей среды. Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью изучения животных урбанизированных территорий, малой изученностью батрахофауны городов и важной ролью земноводных как компонентов биогеоценозов [1–3].

Цель исследования – оценить степень антропогенной нагрузки на биоразнообразие земноводных в самый уязвимый период их жизни – в период размножения. Для написания данной работы проводились исследования по сравнительной оценке состояния батрахофауны на территории заказника «Лебяжий» и микрорайона «Уручье» г. Минска, а также производилась оценка влияния автомобильного транспорта и строительства автомагистралей на численность амфибий (на примере д. Щомыслица Минского р-на).

В результате исследований установлено, что на территории микрорайона «Уручье» г. Минска обитает 4 вида земноводных – прудовая и травяная лягушки, серая жаба и чесночница обыкновенная, что в четыре раза меньше по сравнению с биоразнообразием заказника «Лебяжий», где обитают 7 видов амфибий: тритон обыкновенный, жаба серая, зеленая лягушка, лягушка остромордая, травяная лягушка, прудовая и озерная лягушки. Обитавшие здесь ранее – зеленая жаба, тритон обыкновенный и краснобрюхая жерлянка, в настоящее время полностью исчезли. За последние 15 лет наблюдений, биоразнообразие амфибий в этой части столицы уменьшилось в 1,5 раза и в 2 раза по сравнению с заказником «Лебяжий».

Вместе с биоразнообразием изменилась и плотность населения прудовой и травяной лягушек, серой и зеленой жаб в этой части г. Минска – микрорайона «Уручье». В настоящий момент она крайне низкая – 2,3 и 0,7 и 0,3 и 0,1 особей / 1 км<sup>2</sup>, что в десятки раз меньше по сравнению с особо охраняемой природной территорией – заказником «Лебяжий».

Анализ особенностей размножения амфибий в условиях города показал, что по сравнению с охраняемой территорией, находящейся в черте города, показатель плотности кладок икры на 1 м<sup>2</sup> водоема в водоемах Уручья уменьшается в 20 раз – с 9,0 до 0,5; среднее количество икры в скоплении почти в 1,5 раза – с 20,4 до 29,0; коэффициент кучности икротетания почти в 4 раза – с 2,4 до 8,9; расстояние между местами икротетания более чем в 2 раза – с 58,0 до 24,8; коэффициент реализации репродуктивного потенциала более чем в 2 раза – с 1,3 до 0,6. Также антропогенная нагрузка приводит к уменьшению количества икринок в кладках городских популяций лягушек (в 1,3 раза).

Для городских популяций прудовой лягушки характерно наличие морфологических аномалий (полидактилия). Соотношение полов амфибий городского ландшафта смещено в сторону самок (66,7%), что, по-видимому, обусловлено меньшей жизнеспособностью самцов.

В городских популяциях значительно преобладают особи старших возрастных групп (более 75%), в то время как доля сеголеток сильно уменьшается (не более 25%).

В условиях урбанизированной зоны изменяется фенетическая структура популяций – возрастает доля морфы *striata* от 24,1±2,8% до 44,4±3,7%, наблюдается повышенная смертность земноводных на дорогах, особенно во время миграций.

В результате исследования на территории д. Щомыслица установлено, что на 1500 м автомобильной дороги Щомыслица – Минск приходилось примерно 236 лягушек, погибших под колесами автомобильного транспорта. В отдельные годы текущего столетия (2006 г.) здесь на дороге погибало до 350 лягушек. Показатель плотности погибших амфибий на этой автомобильной дороге составлял 0,46 лягушки на 1 метр (2016 г.).

Таким образом, антропогенная нагрузка в различных формах её проявления оказывает негативное влияние на количественный и качественный состав земноводных. Это четко проявляется в уменьшении в 1,5–4 раза репродуктивных популяционных показателей батрахофауны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дробенков, С. М. Земноводные Беларуси: распространение, экология и охрана / С. М. Дробенков, [и др.]. – Минск : Беларус. наука, 2006. – 215 с.
2. Денисман, Л. Г. Методы количественного учета амфибий и рептилий / Л. Г. Динесман, М. Л. Калецкая // Методы учета численности и географического распространения наземных позвоночных. – М., 1952. – С. 329–341.
3. Хандогий, А. В. Особенности размножения амфибий на урбанизированной территории города Минска / А. В. Хандогий // Проблемы ландшафтной экологии животных и сохранения биоразнообразия: Материалы респ. науч.-прак. конф. (28–29 декабря, г. Минск). – Минск : БГПУ, 1999. – С. 52–53.

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОКРАСОЧНОГО ПОЛИМОРФИЗМА СИНАНТРОПНОГО СИЗОГО ГОЛУБЯ (*Columba livia* L.) В г. МИНСКЕ И СТРАНАХ БЛИЖНЕГО ЗАРУБЕЖЬЯ

### THE COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PAINTING POLYMORPHISM OF THE SINANTROPNY ROCK PIGEON (*Columba livia* L.) IN MINSK AND NEIGHBORING COUNTRIES

**И. М. Хандогий<sup>1</sup>, М. В. Можейко<sup>2</sup>, Е. С. Лев<sup>2</sup>**

**I. Khandogiy<sup>1</sup>, M. Mozheiko<sup>2</sup>, E. Lev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
[handogiy@mail.ru](mailto:handogiy@mail.ru)

<sup>2</sup> Учреждение образования «Гимназия № 19 г. Минска»,  
г. Минск, Республика Беларусь  
[Vasilina6.092@gmail.com](mailto:Vasilina6.092@gmail.com)

Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus,  
Establishment of education «Gymnasium № 19 of Minsk», Minsk, Republic of Belarus

Рассматриваются полиморфические особенности микропопуляций сизого голубя в г. Минске и странах ближнего зарубежья. Изучены его окрасочные морфы в условиях урбанизированной среды.

In article is considered polymorphic features of micropopulations of a rock pigeon in Minsk and neighboring countries. Its painting morphs in the conditions of the urbanized environment are studied.

**Ключевые слова:** окрасочный полиморфизм, морфа, микропопуляция, ближнее зарубежье, ассортативное скрещивание.

**Keywords:** painting polymorphism, morph, micropopulation, neighboring countries, assortativny crossing.

Окрасочный полиморфизм в естественной среде обитания встречается у многих видов животных, в том числе у синантропной формы сизого голубя [*Columba livia* J. F. Gmelin, 1789]. У голубей, обитающих в населенных пунктах, наиболее резко выраженным является полиморфизм окраски. В природных популяциях полиморфизм, характерный для городских птиц, не обнаружен [2–3; 6].

Несмотря на довольно большое количество публикаций, посвященных изучению отдельных сторон биологии сизого голубя в ближнем зарубежье [1; 4–6], целенаправленного изучения его окрасочного полиморфизма в городской среде обитания г. Минска до настоящего времени не проводилось [3], что и определяет актуальность нашего исследования.

Исследования проводились в экологических условиях г. Минска, который включал городские кварталы различных типов городской застройки. Объектом исследования являлся синантропный сизый голубь (*Columba livia*). Учет окрасочного полиморфизма голубей проводился в соответствии с особенностями окраски анатомических фрагментов оперенья по общепринятым методикам [1–2; 6], согласно которым выделяется 5 основных окрасочных морф: серые, черно-чеканные, коричневые, пегие и меланисты.

По окрасочному полиморфизму в г. Минске выявлены достоверные различия по частотам окрасочных фенотипов между голубями на всех стационарах столицы. Соотношение окрасочных морф в разных районах Минска устойчиво и примерно одинаково. Повсеместно в столице наиболее высок процент голубей черно-чеканной морфы –  $62,1 \pm 17,8$  %. Доля сизой морфы невелика –  $22,3 \pm 13,9$  %. Процентное отношение абберантов к другим морфам варьирует в пределах  $15,6 \pm 3,4$  %. Достоверные различия между черно-чеканными, сизыми и абберантными морфами четко просматриваются на всех 7 стационарах. Что касается достоверных различий между сизыми и абберантными морфами, то они имеют место только на трех стационарах из семи.

Сравнительный анализ окрасочного полиморфизма сизого голубя в городах стран ближнего зарубежья и Беларуси показал примерно аналогичную ситуацию по этим популяционным показателям. Так, во всех странах ближнего зарубежья доминирующей морфой окрасочного полиморфизма являются черно-чеканная. В Российской Федерации – от 46 до 95 %, Молдавии 39 % и Туркмении 33 % соответственно. Сизая морфа, как исходная форма, в рассматриваемых регионах колеблется от 2 до 42 %. Все остальные морфы – коричневые, пегие и меланисты (абберанты) составляют от 0 % (Воткинск, Удмуртия) до 47 % (Кишинев, Молдавия). В целом, окрасочный полиморфизм популяций сизого голубя Беларуси подобен таковому в российских городах (Омск, Челябинск и Магнитогорск). Причина этого явления – предмет отдельных исследований.

Таким образом, мы можем предположить, что у синантропного сизого голубя имеет место наследственно детерминированный полиморфизм оборонительного поведения, который оказывает влияние на многие жизненно важные свойства отдельных особей, в том числе и на проявление окрасочного полиморфизма. В поддержании окрасочной гетерогенности сизых голубей, вероятно, немаловажную роль играет как ассортативное скрещивание морф, так и снижение пресса хищников до минимума.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аринина, А. В. Адаптивные особенности сизого голубя (*Columba livia* L.) в условиях урбанизированной среды: на примере города Казани : автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.16 / А. В. Аринина. – Казань, 2007. – 20 с.
2. Ваничева, Л. К. Синантропные популяции сизых в голубей и их использование при мониторинге тяжелых металлов промышленных центрах Западной Сибири : автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.08. / Л. К. Ваничева – Новосибирск, 1997. – 19 с.
3. Домбровский, В. Ч. Особенности полиморфизма городской популяции сизого голубя (*Columba livia*) в Минске / В. Ч. Домбровский, В. В. Гричик // Вестник Белорусского гос. университета. Серия 2: химия, биология, география. – 1994. – Вып. 3. – С. 29–32.
4. Лихачева, Е. А. Сравнительный анализ окрасочного полиморфизма сизого голубя (*Columba livia*) в центральной и восточной части г. Владимир и некоторых городах Владимирской области / Е. А. Лихачева, В. В. Романов // Дни науки студентов Владимирского государственного университета им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых : сб. материалов науч.-практ. конф. (25 марта – 10 апр. 2015 г., г. Владимир). – Владимир, 2015. – С. 93–96.
5. Москвитин, С. С. О различии основных окрасочных морф синантропных *Columba livia* Gm. По ряду эстерных и интерьерных характеристик / С. С. Москвитин, А. С. Кенц // Экология. №5. 982. – С.72–73.
6. Салимов, Р. М. Окрасочный полиморфизм синантропных сизых голубей Урала и сопредельных территорий : автореф. дис. канд. биол. наук : 03.00.08 / Р. М. Салимов. – Екатеринбург, 2008. – 21 с.

# ОСОБЕННОСТИ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ РАЗЛИЧНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

## FEATURES OF RADIAL GROWTH OF PINE STANDS OF DIFFERENT GEOGRAPHICAL ORIGIN

**А. Н. Хох<sup>1</sup>, Д. Е. Кузменков<sup>1</sup>, Л. Ю. Зендель<sup>2</sup>**  
**A. Khokh, D. Kuzmenkou, L. Zendel**

<sup>1</sup>Научно-практический центр Государственного комитета  
судебных экспертиз Республики Беларусь,  
Минск, Республика Беларусь  
nrc@sudexpertiza.by

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
info@iseu.by

<sup>1</sup>Scientific and Practical Centre of The State Forensic Examination Committee of The Republic of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Приводятся результаты исследования изменчивости радиального прироста сосновых древостоев, произрастающих в различных эколого-географических условиях Республики Беларусь. Проанализирована вариабельность ширины годичных слоев в зависимости от местопроисрастания.

Results of a research of variability of a radial gain of the pine forest stands growing in various ekologo-geographical conditions of the Republic of Belarus are given in work. Variability of width of year layers is analysed depending on the habitat.

*Ключевые слова:* дендрохронологический анализ, древесно-кольцевые хронологии, радиальный прирост, сосна обыкновенная, ширина годичного слоя.

*Keywords:* dendrochronological analysis, tree-ring chronologies, radial growth, Scots pine, tree-ring width.

В связи с тем, что сосновые насаждения широко представлены во всех регионах Республики Беларусь и доминируют как по занятой площади, так и по запасам древесины, актуальными вопросами на сегодняшний день остаются исследования радиального прироста популяций сосны обыкновенной, его изменчивости, возрастной структуры древостоев и т. п.

В качестве объектов исследования в настоящей работе были выбраны сосняки мшистые, преобладающие в республике и занимающие в совокупности более 40 % от всей площади сосновых лесов. Для проведения сравнительного анализа в августе 2016 г. было заложено 2 временные пробные площади (ВПП) (№ 1 в северной части республики (Россонский лесхоз); № 2 – в южной (Лельчицкий лесхоз)) с близкими таксационными характеристиками. При закладке пробных площадей учитывались тип леса и возраст древостоя – основные показатели, от которых в основном зависит ширина годичного слоя. Кроме отбора образцов древесины, описывался живой напочвенный покров, подлесочный ярус, подрост деревьев, рельеф и микрорельеф [1].

На каждой пробной площади с 25 деревьев без признаков ослабления I–II класса Крафта (господствующие и согосподствующие) по двум радиусам, расположенным в диаметрально противоположных направлениях, на высоте 1,3 м от уровня земли были отобраны образцы древесины (буровые керны). Средний возраст исследуемого древостоя 90 лет.

Измерение параметров радиального прироста (общей ширины годичного слоя, ширины зон ранней и поздней древесины) и перекрестная датировка выполнены на измерительном комплексе LINTAB-6 (модель VM-B). Для контроля правильности выполненных измерений каждая индивидуальная серия перекрестно датировалась в программе TSAP-Win (version 4.64 for Microsoft Windows, Rinntech, Frank Rinn, Германия) [2] со средней групповой хронологией. Если диагностировался низкий уровень синхронности, образец поступал на повторное измерение.

В результате проведенных исследований выявлено, что средний коэффициент чувствительности хронологий сосны в исследованных древостоях составляет 0,29 (ПП № 1) и 0,12 (ПП № 2). Это свидетельствует о том, что большей чувствительностью отличаются хронологии сосны из южных регионов Беларуси, а меньшей – из северной.

Наиболее интенсивный радиальный прирост наблюдался у деревьев сосны обыкновенной на ПП № 1 в первые 14–16 лет. Затем, происходило его постепенное снижение, и в 1943, 1981 и 1993 гг. прирост характеризовался минимальными значениями (в среднем  $\approx 0,8$  мм). На ПП №2 максимальные значения наблюдались в более поздние сроки – в 18–20 лет, в последующие 20 лет отмечался резкий спад, а затем незначительное снижение прироста. Минимальные значения прироста наблюдались в 1963, 1980 и 1996 гг. (в среднем  $\approx 0,6$  мм).

Средняя ширина годичного слоя (ШГС) на ПП № 1 составляет 2,2 мм, а на ПП № 2 – 1,3 мм. Так как пробные площади находились в одинаковых экологических условиях, можно предположить, что на радиальный прирост большое влияние оказывают климатические факторы (температуры воздуха, количество осадков и др.).

Необходимо отметить, что у разных деревьев на пробной площади в один и тот же год ШГС сильно различается. Расчет коэффициентов вариации за последние 20 лет показывает она изменяются в пределах 46,3 % для ПП № 1, а для ПП № 2 – 32,1 %, то есть для сосняков характерна достаточно высокая изменчивость ширины годичного слоя, которая выше на 14 % на ПП № 2; расхождение между самыми высокими и самыми низкими значениями ШГС также выше на ПП № 2.

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод, что радиальный прирост сосновых древостоев выше в южной части республики, чем в северной. Одной из причин повышенной изменчивости ШГС в южной части республики может являться неустойчивость увлажнения и повышенная теплообеспеченность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Абаимов, А. П.* Лесоведение и лесоводство: учеб. пособие / А. П. Абаимов. – Красноярск: КрасГУ, 2003. – 197 с.
2. *Rinn, F.* TSAP-Win: time series analysis and presentation for dendrochronology and related applications. Version 4.64. User reference / F. Rinn. – Heidelberg, Germany: Frank Rinn Distribution, 2013. – 100 p.

## ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ РАЗМЕРАМИ АНАТОМИЧЕСКИХ СТРУКТУР ЛИШАЙНИКА *HYPOGYMNNIA PHYSODES* (L.) NYL. И ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ ПРОИЗРАСТАНИЯ ВИДА STUDY OF THE CONNECTION BETWEEN THE SIZES OF ANATOMICAL STRUCTURES OF THE LICHEN *HYPOGYMNNIA PHYSODES* (L.) NYL. AND ECOLOGICAL GROWTH CONDITIONS OF THE SPECIES

**О. М. Храмченкова<sup>1</sup>, В. Н. Сеглин<sup>2</sup>**  
***O. Hramchenkova<sup>1</sup>, V. Seglin<sup>2</sup>***

<sup>1</sup>Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,  
г. Гомель, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Институт радиобиологии НАН Беларуси,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
*hramchenkova@gsu.by, seglinv@mail.ru*

<sup>1</sup>Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus

<sup>2</sup>Institute of radiobiology of the NAS of Belarus, Gomel, Belarus

Определены размеры анатомических структур лишайника *Hypogymnia physodes*, отобранного в различных типах сосновых лесов. Установлено, что возраст соснового насаждения, сомкнутость кроны древесной растительности, а также влажность почвы не связаны с толщиной верхней и нижней коры, диаметром водорослевых клеток и диаметром гиф гриба лишайника гипогимнии вздутой.

The sizes of anatomical structures of the lichen *Hypogymnia physodes* that was selected in various types of pinewoods were identified. It was established that the age of the pine plantation, the crown density of the woody vegetation, as well as the soil moisture, are not related with the thickness of the upper and lower crust, the diameter of the cells algae and the diameter of the fungus hyphae of the lichen *Hypogymnia physodes*.

**Ключевые слова:** *Hypogymnia physodes*, слоевище, атранорин, микобионт, фотобионт, верхний и нижний коровой слой, диаметр водорослевых клеток, диаметр гиф.

**Keywords:** *Hypogymnia physodes*, thallus, atranorin, mycobiont, photobiont, upper and lower cortical layers, diameter of the cells algae, diameter of the hyphae.

Воздействие различных загрязнителей сказывается на морфологическом и анатомическом строении лишайников, а также влияет на протекающие в них физиологические процессы. Признаки токсического действия загрязнителя при этом выступают как специфическое проявление изменений физиолого-биохимических процессов [1–2].

На процессы жизнедеятельности лишайников в естественных условиях их произрастания влияют условия освещения, свойства субстрата, состав атмосферного воздуха, доступность влаги, температура, которые в совокупности вызывают комплекс изменений, способствующих развитию приспособлений к условиям макро- и микроклимата [3].

Цель исследования – поиск связи между размерами анатомических структур лишайника *Hypogymnia physodes* и некоторыми особенностями мест обитания вида.



Пробы *Hypogymnia physodes* отбирали на территории ГЛХУ «Гомельский лесхоз» в 10 типах сосняков: лишайниковом, вересковом, брусничном, орляковом, черничном, приручейно-травяном, долгомошном, багульниковом, осоковым и осоково-сфагновом. Выбор пробных площадей основывался на материалах, предоставленных РДЛУП «Гомельлеспроект». Изготовление срезов слоевищ *Hypogymnia physodes* выполняли по [3].

Толщина верхнего и нижнего корового слоя слоевищ *Hypogymnia physodes* варьирует в пределах 5,95–8,06 мкм и 5,37–7,37 мкм соответственно, диаметр водорослевых клеток лишайника – в пределах 3,16–3,99 мкм, а диаметр гиф микобионта находится в диапазоне значений от 1,07 до 1,28 мкм.

Статистически установлено, что возраст соснового насаждения, сомкнутость кроны древесной растительности, а также влажность почвы не связаны с толщиной верхней и нижней коры, диаметром водорослевых клеток и диаметром гиф гриба лишайника *Hypogymnia physodes* (таблица).

Таблица – Корреляция между размерами анатомических структур лишайника *Hypogymnia physodes* и экологическими особенностями местообитания

	Верхняя кора	Нижняя кора	Диаметр водорослей	Диаметр гиф
Возраст соснового насаждения	$r = -0,17; p = 0,16$	$r = 0,12; p = 0,30$	$r = -0,18; p = 0,13$	$r = 0,22; p = 0,06$
Влажность почвы	$r = 0,21; p = 0,08$	$r = -0,02; p = 0,86$	$r = -0,19; p = 0,12$	$r = 0,01; p = 0,98$
Сомкнутость кроны соснового насаждения	$r = -0,01; p = 0,99$	$r = -0,20; p = 0,08$	$r = -0,21; p = 0,07$	$r = 0,25; p = 0,03$

Полученные данные в абсолютных величинах согласуются с литературными данными.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. The Lichens of Great Britain and Ireland / C.W. Smith [et al.] – London: The British Lichen Society, Department of Botany, The Natural History Museum, Cromwell Road. – London: SW7 5BD, 2009. – 1046 p. – Англ.

2. Горбач, Н. В. Возможности использования *Hypogymnia physodes* (L.) Ach. в качестве индикатора загрязнения атмосферного воздуха SO<sub>2</sub> / Н. В. Горбач, Н. Н. Кобзарь // Экология и биология низших растений: тез. докл. 9 Всесоюзного симпозиума микологов и лишенологов Прибалтийских советских республик и Белорусской ССР, Минск, 17–19 нояб. 1982 г. / Акад. наук Белорусской ССР. Ин-ут эксперимент. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск, 1982. – С. 224–225.

3. Храменкова, О. М. Методические подходы к изучению анатомического строения лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. / О. М. Храменкова, А. Г. Цуриков // Экологический вестник. – 2015. – Т. 34, №4. – С. 110–115.

## МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ЕСТЕСТВЕННЫМИ ПАРАЗИТАМИ ПЧЁЛ METHODS OF CONTROLLING OF NATURAL PARASITES OF THE BEE

**А. Г. Чернецкая, А. Р. Федорчук**  
**A. Chernetskaya, A. Fedorchuk**

Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
ryshkel@yandex.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Из всех живущих на земле насекомых пчёлы считаются одними из самых полезных для человека, а также они играют ключевую роль в опылении растений. Мы постоянно пользуемся продуктом под названием мёд. Он помогает при лечении болезней и является вкусным лакомством. Одной из основных проблем пчеловодства являются клещи варроа (*Varroa*) [1]. В настоящее время для борьбы с варроа чаще всего используются различные химические методы. Нам стоит тщательно выбирать препараты, чтобы не нанести вред пчелам.

The bee is one of the most useful insects in the world. They play an important role in entomogamy. We all use such product like honey. It helps to treat some illnesses or it can be a dainty. One of the main problems of beekeeping is the mite (*Varroa*) [1]. nowadays various chemical methods for Varroa control are used. that is why we should choose preparations more carefully, in order not to harm the apiary.

**Ключевые слова:** пчёлы, паразиты пчёл, методы борьбы с паразитами пчёл, эффективность методов.

*Keywords:* the bees, parasites of bees, methods of controlling of natural parasites of the bees, the effectiveness of methods.

Для исследований были выбраны две пасеки на Юго-Западе Клецкого района. Первая пасека насчитывает 20 пчелиных ульев, вторая – 43. В качестве препаратов для борьбы с варроа были выбраны Варостоп (содержащий флуметрин), разбавленная муравьиная кислота, а также термическое воздействие, основанное на создании температурных условий, несовместимых с жизнедеятельностью клеща варроа. Последний метод проводится при помощи термокамеры, в которой пчелиный улей выдерживают 15–20 минут, при температуре 42–46 °С. Клещ при этом осыпается, а пчёлы после обработки возвращают в улей [3]. Результаты исследований приведены в таблице.

Таблица – Сравнение эффективности методов борьбы с паразитами пчел

Методы	Всего ульев		Количество пораженных ульев до обработки		Количество пораженных ульев после обработки		Эффективность метода
	п		п	%	п	%	
Химические методы							
Муравьиная кислота	21		14	66,6	3	14,2	85,8
Варостоп	21		13	61,9	6	28,6	71,4
Физические методы							
Термическая обработка	21		16	76,2	4	19,0	81,0

Обычно обработка ульев проводится дважды в год в раннюю весеннюю и осеннюю поры, совместно с механической очисткой, обжигом ульев. Иногда приходится проводить вынужденную обработку пчелиных семей сразу после зимовки или в медосборный сезон. После обработки в медосборный сезон пчелиная продукция становится непригодна к употреблению, рекомендуется подкармливать пчёл, забрав из улья рамки с испорченным мёдом [2].

Наибольшую эффективность воздействия на варроа была отмечена у разбавленной муравьиной кислоты, а наименьшая у Варостопа. Эффективность первого препарата на 14,4 %. Самым экологичным методом обработки улья из выбранных является термический, так как он не влияет на качество меда. Однако при термической обработке было собрано наименьшее количество мёда – 11 литров, в то время, как с ульев, обработанных Варостопом и разбавленной муравьиной кислотой, было собрано по 18–19 литров с улья. В соответствии с результатом исследования рекомендуется использовать один из наиболее эффективных методов в качестве борьбы с варроа – обработка улья муравьиной кислотой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гунякин, А. А. Размножение паразитов в расплоде пчёл / А. А. Гунякин. – Ленинград: Лениздат, 1995. – 124 с.
2. Гайнанов, Х. С. Повышение продуктивности пчёл / Х. С. Гайнанов, И. С. Гайнанов. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 318 с.
3. Паньшин, А. В. Термокамера / А. В. Паньшин // Пчеловодство. – 2012. – № 10. – С. 21–22.

### ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ РАЗНОГО ВИДА НА ПРОЦЕСС ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ЯЧМЕНЯ

### INFLUENCE OF THE RADIATION OF A DIFFERENT TYPE ON THE PROCESS OF GROWTH OF BARLEY SEEDS

**Н. В. Шамаль<sup>1</sup>, Р. А. Король<sup>1</sup>, Т. И. Милевич<sup>1</sup>, С. О. Гапоненко<sup>1</sup>, В. П. Герасименя<sup>2</sup>**  
**N. Shamal<sup>1</sup>, R. Korol<sup>1</sup>, T. Milevich<sup>1</sup>, S. Gaponenko<sup>1</sup>, V. Gerasimenj<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,

<sup>2</sup>ООО «Инбиофарм»,  
г. Москва, Российская Федерация  
namahasha@rambler.ru

<sup>1</sup>Institute of Radiobiology of the NASB, Gomel, Republic of Belarus  
<sup>2</sup>Inbiofarm, Moscow, Russia

Изучается влияние ионизирующего (ИИ) и электромагнитного излучения (ЭМИ) на процессы прорастания и формирования проростков ячменя. Установлено, что ЭМИ и ИИ оказало положительное влияние

на прорастание семян ячменя и стимулировало процессы роста в проростках. Сочетание обоих факторов привело к синергетическому эффекту их положительного действия, что проявилось в увеличении прорастания семян и высоких значениях биомассы первого листа проростков. Формирование популяции растений под воздействием ионизирующей радиации и электромагнитного излучения шло за счет увеличения доли нормально-сформированных проростков.

In the present work, the effects of ionizing and electromagnetic radiation on the processes of germination and the formation of barley seedlings were studied. The seeds of barley were irradiated with the  $\gamma$ -ray at a dose of 2,5; 5,0 Gy. Part of the exposed and unexposed seeds germinates in the area of electromagnetic radiation exposure. The electromagnetic has a positive effect on the germination of barley seeds and stimulates the growth processes in seedlings. Irradiation by gamma rays of seed stimulating doses and subsequent germination in electromagnetic radiation zone leads to positive synergy effects of both factors. The impact was manifested in an increase in seed germination and high values of biomass of the first sheet of the seedling. Formation of the plant population under the influence of ionizing radiation and electromagnetic radiation is by increasing the share of high-grade seedlings.

*Ключевые слова:* ячмень, ионизирующее излучение, электромагнитное излучение, всхожесть, проросток.

*Keywords:* Barley, ionizing radiation, electromagnetic radiation, germination, seedlings.

Одной из проблем биологической науки является поиск новых технологий целенаправленного воздействия на животные и растительные организмы и, в частности, воздействия физических факторов – излучения разных видов. Цель исследования – изучение влияния электромагнитного излучения на процессы прорастания и формирования проростков, выросших из гамма-облученных семян.

Исследования проводили на ячмене (*Hordeum vulgare*) сорта «Бровар». Семена облучали на  $\gamma$ -установке «Игур» (источник –  $^{137}\text{Cs}$ ) в дозе 2,5; 5,0 Гр (мощность дозы 0,165 Гр/мин) и далее проращивали в рулонах на воде. Часть облученных и необлученных семян проращивали в зоне слабого электромагнитного излучения (ЭМИ) промышленной частоты, генерируемого установкой КЗАР «Аэротон» (патенты РФ № 2169458 и 2201665).

Одним из основных параметров жизнеспособности растений является всхожесть семян. Всхожесть контрольных растений ячменя составила 87 %. При предпосевном гамма-облучении семян наблюдается тенденция к увеличению этого параметра на 2,6–3,0 %. При воздействии электромагнитного излучения в период прорастания всхожесть семян выросла на 5,6 %. При последовательном воздействии ИИ и ЭМИ количество проросших семян ячменя составило 106,5 и 107,4 % соответственно для дозы облучения 2,5 и 5,0 Гр.

Важным фактором прорастания семян является быстрый переход растительного организма от гетеротрофного к автотрофному типу питания и формирование нормальных проростков, обеспечивающих высокий потенциал жизнеспособности популяции. На 3-й день в контрольном варианте доля сформированных проростков (4 балла) составила 1,3 %. Гамма-облучение стимулировало рост растений, что отражается в увеличении доли 4-балльных проростков до 5–6 %. Электромагнитное излучение стимулировало рост растений во всех вариантах. У необлученного варианта доля 4 балльных растений составила 10,8 %. В вариантах с гамма-облучением доля 4-балльных растений увеличилась вдвое по сравнению с обычными условиями выращивания и составила 10–13 %. К 5-му дню во всех вариантах эксперимента преобладающее количество растений (88,4–92,3 %) имело 5-балльную оценку (длина ростка более 5 см). Наблюдалась тенденция к увеличению доли сформированных проростков (сумма 3–5 балльных растений) при облучении. При воздействии ЭМИ также отмечается тенденция к увеличению доли сформированных проростков за счет 5-ти балльных растений во всех вариантах.

Анализ 9-дневных проростков показал, что сырая биомасса листьев контрольных растений составила 84,3 мг. При облучении в дозах 2,5 и 5,0 наблюдается увеличение биомассы листьев на 12 и 16 % соответственно. При выращивании растений в зоне действия ЭМИ увеличение биомассы листьев ячменя составило 14 %. В вариантах опыта с последовательным воздействием на семена ИИ и ЭМИ биомасса листьев сформированных проростков увеличилась на 19–26 % по сравнению с контрольными растениями.

Проведенные исследования показали, что ионизирующее и электромагнитное излучение оказывает положительное действие на прорастание семян ячменя и стимулирует ростовые процессы у проростков. Воздействие ИИ на семена и последующее прорастание в зоне ЭМИ ведет к синергизму положительного действия обоих факторов, что выражается в существенном увеличении всхожести семян и высоких значениях биомассы первого листа. Морфофизиологическая оценка растений показала, что формирование популяции растений при воздействии ИИ и ЭМИ идет за счет увеличения доли полноценных проростков.

# ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОВИТОСТИ *DROSOPHILA MELANOGASTER* ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В 1800 МГц

## CHANGING THE FERTILITY OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* UNDER THE INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC RADIATION OF 1800 MHz

**А. С. Шафорост, М. А. Бакшаева**  
**A. Shafarost, M. Bakshaeva**

Институт радиобиологии НАН Беларуси,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
asofocl@mail.ru  
Institute of radiobiology of NAS of Belarus, Gomel, Republic of Belarus

Кратковременное воздействие ЭМИ диапазона мобильной связи в 1800 МГц в период созревания половых клеток приводит к снижению количества куколок при получении потомства от облученных самцов и интактных самок.

A short-term exposure to the EMR of the 1800 MHz mobile band during maturation of germ cells leads to a decrease in the number of pupae in the generation of offspring from irradiated males and intact females.

*Ключевые слова:* ЭМИ, мобильный телефон, Дрозофила, плодовитость.

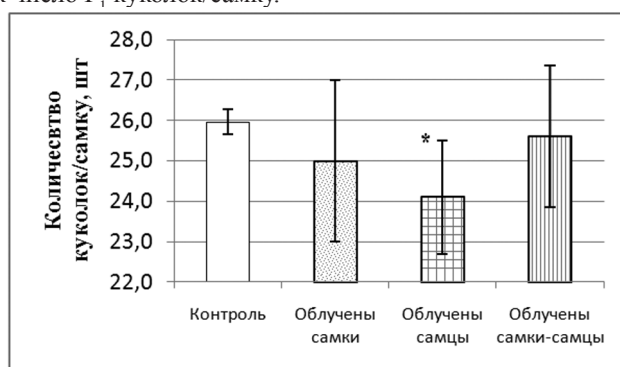
*Keywords:* EMR, mobile phone, *Drosophila melanogaster*, fertility.

*Drosophila melanogaster* является одним из наиболее часто используемых моделей для изучения влияния антропогенных факторов. Цель нашей работы – оценка репродуктивной способности *Drosophila melanogaster*, *Canton S*, wild-type, после воздействия ЭМИ диапазона мобильной связи (1800 МГц).

Контрольных и опытных мух содержали при температуре 25 °С и искусственном режиме освещения день/ночь – 12/12 ч на питательной среде СТ: агар 0,7 %, сахароза 3 %, крупа манная 3 %, изюм 1,5 %, дрожжи пекарские 3 %, дрожжевой экстракт 0,5 %, 1 % нипагин (10 % р-р в этаноле), пропионовая кислота 0,5 %.

Для эксперимента получали синхронизированную популяцию [1]. Получившуюся суспензию яиц раскапывали по пробиркам с питательной средой SY 10 % из расчета 100 яиц на пробирку. На 9-е сутки после посадки отбирали вылетевших мух, рассаживали по полу по 40 особей/пробирку. В течение 2-х дней животных подвергали 2-часовому воздействию на установке ЭМИ. Источником ЭМИ являлась экспериментальная установка мобильной связи, изготовленная в БГУИИР, позволяющая имитировать сигнал сотового телефона (1800 МГц) в режиме разговора. Плотность потока электромагнитной энергии находилась в пределах 2,0–20,0 мкВт/см<sup>2</sup>.

Облучению подвергали только что вылетевших самцов и/или самок. Формировали группы по 10 самцов и 10 самок на вials (из расчета 80 животных на группу) и оставляли на 3 суток для спаривания. Репродуктивную способность определяли как число F<sub>1</sub> куколок/самку.



Анализ полученных данных показывает снижение количества куколок/самок на 7,7 % ( $p < 0,1$ ) при спаривании облученных самцов с необлученными самками по сравнению с контролем. При облучении самок, а также животных обоих полов? наблюдается недостоверная тенденция к снижению анализируемого параметра. По литературным данным? при 2-кратном 5-минутном воздействии в течение первых 2-х суток на самцов и самок *Drosophila melanogaster* линии *Oregon R*, wild-type, ЭМИ диапазона мобильной связи 900 МГц в режиме моделирования разговорной речи наблюдается достоверное снижение репродуктивной способности на 60 % [2]. Снижение плодовитости в группе с облученными самцами и интактными самками на фоне отсутствия эффекта в других группах требует проведения дополнительных исследований для установления механизмов влияния ЭМИ (1800 МГц) на созревание половых клеток у *D. melanogaster*.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Markow, T. A., S. Beall, and L. M. Matzkin, Egg size, embryonic development time and ovoviviparity in *Drosophila* species. // *J Evol Biol.* – 2009. – № 22 (2). – p. 430.
2. Panagopoulos, D. J., A. Karabarbounis and L. H. Margaritis, Effect of GSM 900-MHz Mobile Phone Radiation on the Reproductive Capacity of *Drosophila melanogaster* // *ELECTROMAGNETIC BIOLOGY AND MEDICINE.* – 2004. – Vol. 23, № 1. –P. 29–43.

## МОНИТОРИНГ ГЕЛЬМИНТОФАУНЫ ЗЕМЛЕРОЙКОВЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ, НАСЕЛЯЮЩИХ БЕРЕГА МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ В СМЕШАННЫХ ЛЕСАХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

## MONITORING OF THE HELMINTH FAUNA OF SORICID MAMMALS LIVING ON THE BANKS OF DRAINAGE CHANNELS IN THE MIXED FOREST OF BELORUSSIAN POLESIE

**В. В. Шумалов**

**V. Shimalov**

*Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина,  
г. Брест, Республика Беларусь  
shimalov@brsu.brest.by*

*Brest State University named after A.S. Pushkin, Brest, Republic of Belarus*

Представлены результаты, проведенного в течение 2015–2016 гг. мониторинга гельминтофауны землеройковых млекопитающих, населяющих берега мелиоративных каналов, проходящих в смешанных лесах Брестского Полесья (западная часть Белорусского Полесья). У двух видов зверьков обнаружено 24 вида гельминтов (6 видов трематод, 10 видов цестод, 7 видов нематод, 1 вид акантоцефал). Общая зараженность гельминтами составила 96,3 %.

The result of monitoring of the helminth fauna of soricid mammals living on drainage channel banks in the mixed forest of Brest Polesie (western part of Belorussian Polesie) during 2015–2016 are presented. 24 species of helminths (6 species of trematodes, 10 species of cestodes, 7 species of nematodes, 1 species of acanthocephalan) were found in 2 species of soricids. The total rate of infection by helminths was 96,3 %.

*Ключевые слова:* мониторинг, гельминтофауна, землеройковые млекопитающие, мелиоративные каналы, смешанный лес, Белорусское Полесье.

*Keywords:* monitoring, helminth fauna, soricid mammals, drainage channels, mixed forest, Belorussian Polesie.

С 2015 г. нами начат третий период мониторинга за состоянием гельминтофауны землеройковых млекопитающих, населяющих берега мелиоративных каналов в Белорусском Полесье (первый проводился в 1996–1999 гг., второй – в 2005–2010 гг.). Зверьки отлавливались давилками «Геро», которые выставлялись на территории Брестского Полесья (Брестский и Малоритский районы Брестской области; западная часть Белорусского Полесья) в линию вдоль берега канала в смешанных лесах по 25 штук в течение 4 суток. За два года отработано 1000 ловушко-суток (л-с) и поймано 27 экз. землеройковых млекопитающих 2-х видов: обыкновенная бурозубка и малая бурозубка. Среди них было 24 экз. обыкновенной бурозубки (11 самцов, 13 самок; 7 половозрелых, 17 неполовозрелых) и 3 экз. малой бурозубки (все половозрелые самки). Численность составила 2,7 особей на 100 л-с. Абсолютным доминантом была обыкновенная бурозубка: 2,4 особи на 100 л-с.

Все зверьки, за исключением одного неполовозрелого самца обыкновенной бурозубки, оказались зараженными гельминтами. Общая зараженность составила 96,3 %. Наиболее часто зверьки заражены цестодами (на 92,6 %), чем нематодами (на 77,8 %), трематодами (на 55,6 %) и акантоцефалами (на 3,7 %). У зараженных животных локализовалось от 2 до 9 видов гельминтов (у малых бурозубок отмечено совместное паразитирование только 2 видов гельминтов).

Найдено 24 вида гельминтов: 6 видов трематод, 10 видов цестод, 7 видов нематод и 1 вид акантоцефал. У обыкновенной бурозубки было обнаружено 22 вида (6 видов трематод, 9 видов цестод, 7 видов нематод), а у малой бурозубки – 4 вида (по одному виду трематод, цестод, нематод и акантоцефал). Общими для обоих видов зверьков оказались трематода *Rubinstrema exasperatum* [Rudolphi, 1819] и нематода *Longistriata depressa* [Dujardin, 1845]. У обыкновенной бурозубки доминировали в заражении цестода *Ditestolepis diaphana* [Cholodkowsky, 1906] (ЭИ 62,5; ИИ 2-240; ИО 28,8) и нематода *L. depressa* (ЭИ 62,5; ИИ 1-22; ИО 3,0). У малой бурозубки чаще встречались цестода *Neoskrjabinolepis schaldybini* [Spassky, 1947] и нематода *L. depressa* (заражено по 2 особи;



ИИ 6-34 и 1-1; ИО 13,3 и 0,7 соответственно). Трематода *Alaria alata* [Goeze, 1782], нематоды *Ascarops strongylina* [Rudolphi, 1819], *Porrocaecum depressum* [Zeder, 1800] и *Porrocaecum* sp., акантоцефал *Centrorhynchus aluconis* [Müller, 1780] находились на личиночной стадии. Из них *A. alata* и *A. strongylina* имеют медико-ветеринарное значение. Первый вид известен в мире в качестве паразита человека, кошек и собак, а второй – свиней. Хозяевами обоих видов в нашем случае является обыкновенная бурозубка.

Для фауны Беларуси установлено 2 новых вида гельминтов – трематода *Prosolecithus danubica* [Tkach et Bray, 1995] (хозяин – обыкновенная бурозубка) и акантоцефал *C. aluconis* (хозяин – малая бурозубка). Правда, первый вид был найден нами еще в 1998 г. и ошибочно принят за вид *Skrjabinoplagiorchis polonicus* [Soltys, 1957].

## ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛИФОСАТСОДЕРЖАЩИХ ГЕРБИЦИДОВ ПРОТИВ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

### EXPEDIENCY OF GLYPHOSATE-CONTAINING HERBICIDES APPLICATION AGAINST COW PARSNIP (*Heracleum sosnowskyi* Manden)

**О. А. Шкляревская**

**O. Shklyarevskaya**

РУП «Институт защиты растений»,  
аг. Прилуки, Минский р-н, Республика Беларусь  
belizr@tut.by

RUE “Institute of Plant Protection”, Ag. Pryluky, Minsk region, Republic of Belarus

Приведены данные об уничтожении борщевика (*Heracleum sosnowskyi* Manden) как результат применения гербицидов, содержащих глифосат, с различными скоростями и периодами применения.

The data on cow parsnip (*Heracleum sosnowskyi* Manden) kill as a result of glyphosate-containing herbicides at different rates and periods of application are presented.

*Ключевые слова:* борщевик Сосновский, глифосатсодержащий гербицид.

*Keywords:* Cow-grass Sosnovsky, glyphosate-containing herbicide.

Широкое распространение нежелательных зарослей борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) в Республике Беларусь оказывает негативное влияние на естественное биоразнообразие ландшафтов и представляет угрозу здоровью населения.

В настоящее время в «Государственном реестре средств защиты растений...» для практического применения разрешено внесение ряда глифосатсодержащих гербицидов – Торнадо 500, ВР (глифосата кислоты, 500 г/л) в норме 5,0 л/га, Агроцикл проф, ВР, Торнадо 540, ВР (глифосат, 540 г/л) в норме 4,1–5,1 л/га, Буран супер, ВР, Гроза ультра, ВР, Пилараунд экстра, ВР (глифосата кислоты, 550 г/л) – 4–5 л/га.

Актуальны является вопрос об определении эффективности действия данных гербицидов на борщевик Сосновского, уточнении сроков его применения и влияние на другие растительные компоненты фитоценоза.

В результате проведенных в 2012–2014 гг. в г. Минске и Минском районе исследований, расположенных на участках с высокой плотностью размещения борщевика Сосновского, были получены следующие данные:

- Гербициды на основе глифосата можно вносить весной после отрастания борщевика Сосновского либо по вегетирующим растениям после проведения очередного подкоса участка. Биологическая эффективность однократного внесения глифосатсодержащих гербицидов на участках с обильным произрастанием борщевика Сосновского весной через 60 дней после обработки составляет 29,6–49,3 % по численности и 64,1–83,9 % по массе. Применение гербицида во второй половине вегетации несколько выше: гибель растений при учете весной следующего года составляет 62,2–70,1 % по численности и 97,0–99,1 % по массе.

- Срок применения глифосатсодержащих гербицидов ограничен ранними фазами развития борщевика Сосновского (высота растений 20–30 см). В данном случае снижение его массы через 60 дней после обработки находится на уровне 70–75 %; при применении глифосатов при высоте борщевика Сосновского 60–80 см фитотоксическое действие на борщевик Сосновского практически отсутствует.

В связи с этим, важным элементом в технологии применения глифосатсодержащих гербицидов против борщевика Сосновского является мониторинг эффективности применения препарата и проведение повторной обработки, которая может носить уже локальный характер против единичных выживших экземпляров борщевика Сосновского либо его всходов. Таким образом, при работе только глифосатсодержащими гербицидами требуется 2–3 кратная обработка территорий, занятых борщевиком Сосновского в течение вегетационного сезона.

При внесении глифосатов была отмечена высокая биологическая эффективность (94–100 %) против однодольных и двудольных травянистых растений. Заращение участков происходит через 2–3 месяца после обработки.

**ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
САПОНИТСОДЕРЖАЩЕГО БАЗАЛЬТОВОГО ТУФА**  
**TOXICOLOGICAL-HYGIENIC ASSESSMENT  
OF A SAPONIC-CONTAINING BASALT TUFF**

**Е. С. Юркевич, В. И. Иода**  
**E. Yurkevich, V. Ioda**

*Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»  
г. Минск, Республика Беларусь  
rspch@rspch.by*

*Republican unitary enterprise «Scientific practical centre of hygiene», Minsk, Republic of Belarus*

Научно обосновано безопасное применение сапонитсодержащего базальтового туфа, пригодного для переработки и использования в агропромышленном комплексе для удешевления стоимости комбикормов и премиксов для сельскохозяйственных животных и птиц, а также для решения проблем плодородия почвы. Приведены результаты токсикологических исследований, обоснована возможность дальнейшего использования в качестве многофункционального и высококачественного сырья в Республике Беларусь. Установлено, что изученное удобрение по токсиколого-гигиеническим показателям может быть рекомендовано для использования в качестве мелиоранта комплексного действия – магнийсодержащего удобрения для применения на кислых грунтах.

In the work scientifically justified the safe use of saponite-containing basalt tuff, suitable for the processing and using in the agro-industrial complex aiming at reducing the cost of mixed fodders and premixes for the farm animals and birds, as well as for the solving of problems of soil fertility. The results of toxicological studies are given, the possibility of further use as a multifunctional and high-quality raw material in the Republic of Belarus. It is established that the fertilizer studied for toxicological and hygienic indices can be recommended for the usage as a meliorant complex action – magnesium-containing fertilizer for use on acidic soils.

*Ключевые слова:* сапонитсодержащий базальтовый туф, мелиорант, удобрения, агропромышленный комплекс, сельское хозяйство.

*Keywords:* saponite-containing basaltic tuff, meliorant, fertilizers, agro-industrial complex, agriculture.

В Республике Беларусь для развития экономики и промышленного производства актуальными являются применение местных сырьевых ресурсов и разработка безотходных технологий, связанных с добычей обнаруженных в недрах полезных ископаемых [1].

Обнаруженные в Брестской области Беларуси залежи сапонитсодержащих туфов вендской трапповой формации позволяют использовать их не только в качестве многофункционального и высококачественного сырья для производства минеральных волокон, теплоизоляционных плит, стекловидных и стеклокристаллических покрытий, технологических добавок в производстве керамических изделий, но и для улучшения продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы [2–3].

В настоящее время в агропромышленном производстве актуальной является проблема удовлетворения потребности высокопродуктивных животных в минеральных элементах, дефицит которых составляет до 50–70 %. Этот недостаток компенсируется за счет минеральных добавок в составе комбикормов, премиксов и смесей. Установлено, что полноценное минеральное питание является одним из факторов повышения продуктивности животных.

По результатам многолетних исследований украинских ученых доказано, что применение сапонитовой муки в качестве минеральной добавки при изготовлении комбикормов и премиксов позволяет удешевить стоимость комбикормов, приводит к сокращению смертности молодняка, повышает иммунитет и стабилизирует обмен веществ организма животных. [4].

Для предупреждения неблагоприятных последствий применения новых видов мелиорантов и кормовых добавок, в том числе изготовленных с использованием природного минерального сырья, проведены исследования на теплокровных животных [5]. В опытах использовали молодых половозрелых белых крыс-самцов с массой тела 200–220 граммов.

Целью работы является проведение токсикологических исследований пробы сапонитсодержащего базальтового туфа для научного обоснования возможности использования в качестве мелиоранта (магнийсодержащего удобрения) и кормовой добавки для сельскохозяйственных животных в Республике Беларусь.

Основными методами исследования являются: санитарно-химические, токсиколого-гигиенические, гематологические, биохимические и статистические методы.

Объектом исследований является сапонитсодержащий базальтовый туф из сапонитовой глины метаморфизованных туфов, с содержанием магния от 8 до 12 % (образец Пинск-26), который на легких по гранулометрическому составу кислых грунтах повышает емкость впитывания грунта, частично нейтрализует грунтовую кислотность и увеличивает содержание обменного магния, что приводит к повышению урожайности [2; 4].

Острая токсичность изучена при однократном внутрижелудочном введении в максимально возможном объеме (3 мл/200 г). Установлено, что по параметрам острой внутрижелудочной токсичности сапонитсодержащий базальтовый туф относится к малоопасным химическим соединениям (IV класс опасности по ГОСТ 12.1.007–76) [6].

Сенсибилизирующую способность изучали в тесте опухания лапы мыши (ТОЛМ). Постановка разрешающей внутрикожной пробы не сопровождалась развитием отечно-пролиферативной реакции, сенсибилизирующей способности не отмечено.

Кожно-раздражающие свойства изучены путем однократных аппликаций исследуемого образца на выстриженные участки кожи спины белых крыс (доза 20 мг/см<sup>2</sup>, площадь 4x4 см). По результатам исследования местно-раздражающего действия не установлено (0 баллов).

Ирритативное действие изучено при однократном внесении образца (50 мкл) в нижний конъюнктивальный свод глаза кроликов. По окончании эксперимента отмечено слабовыраженное раздражающее действие на слизистые оболочки (1 балл).

При 30-суточном введении в желудок (1/10, 1/20 и 1/50 DL<sub>50</sub>) кумулятивной активности на уровне проявления смертельных эффектов не отмечено. Общетоксический характер действия характеризуется снижением уровня эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина; увеличением липопротеидов высокой плотности, снижением рН, суточного диуреза, увеличением белка, глюкозы, мочевины, увеличением относительной массы надпочечников.

По результатам исследований сапонитсодержащий базальтовый туф не представляет опасности для работающих и может быть рекомендован для использования в качестве магнийсодержащего удобрения на кислых грунтах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьменкова, О. Ф. Сравнение неопротерозойской Волыньско-Брестской магматической провинции с крупными провинциями континентальных платобазальтов мира, природа высокотитанистого базитового магматизма / О. Ф. Кузьменкова, А. А. Носова, Л. В. Шумлянский // Литасфера. – 2010. – № 2 (33). – С. 3–16.
2. Онищенко, Г. Г. Профилактическая медицина и эпидемиология / Г. Г. Онищенко, В. И. Покровский. – Минск : Наука, 2010. – С. 394–396.
3. Трахтенберг, И. М. Проблема нормы в токсикологии (современные представления и методические подходы, основные параметры и константы / И. М. Трахтенберг [и др.]. – М., 1991. – 208 с.
4. Гуськова, Т. А. Доклиническое токсикологическое изучение лекарственных средств как гарантия безопасности проведения их клинических исследований / Т. А. Гуськова // Токсикол. вестн. – 2010. – № 5. – С. 2–5.
5. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь : справ. изд. / сост. Л. В. Плешко [и др.]. Минск : Промкомплекс, 2014. 627 с.
6. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности : введ. 17.12.1992 г. // Система стандартов безопасности труда : сб. стандартов. – Минск, 2008. – Ч. 1. – С. 183–186.

## СОСТОЯНИЕ БАТРАХОФАУНЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ И МЕЛИОРАТИВНЫХ ЗОН МИНСКОГО И ПЕТРИКОВСКОГО РАЙОНОВ

## CONDITION OF AMPHIBIOUS NATURAL AND MELIORATION TERRITORY OF THE MINSK AND PETRIKOV REGIONS

**А. Г. Чернецкая, М. Н. Асипчик**  
**A. Chernetskaya, M. Asipchik**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
ryshkel@yandex.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Проанализировано состояние популяций амфибий Минского и Петриковского районов в естественных и мелиоративных условиях. Существует отрицательное влияние мелиорации на биоразнообразие и числен-

ность амфибий, поскольку осушение полностью изменяет состав прибрежной фауны, необходимой для жизни земноводных.

The article analyzes the state of the amphibian populations of the Minsk and Petrikov regions in natural and meliorative conditions. There is negative influence of melioration on biodiversity and the number of amphibia since the reclamation completely changes the composition of the coastal fauna necessary for the life of amphibians.

*Ключевые слова:* мелиорация, земноводные, Петриковский район, Минский район.

*Keywords:* melioration, amphibia, Petrikov region, Minsk region.

Главной угрозой, которая ведет к сокращению численности земноводных, является потеря и деградация местообитаний. К частым причинам деградации пресноводных местообитаний относятся фрагментация рек и других водотоков, водозабор, а также осушительная мелиорация. При мелиорации коренным образом изменяется состав прибрежной фауны, необходимой для жизни амфибий. Более того, земноводные хладнокровны, поэтому имеют относительно небольшие индивидуальные участки обитания и низкую способность к расселению.

На выбранных участках Петриковского и Минского районов проводились обширные мелиорационные работы. На территории Петриковского района исследование проводилось на двух участках: мелиорационный канал и мелиорированный суходольный луг. Площадь участков составляет 9795 и 9966 соответственно. На территории Минского района исследования проводились на участках, вдоль мелиорационного канала, площадью 6360 и 6603.

В процессе исследования фауны земноводных на территории Петриковского района было найдено 46 особей, относящихся к 8 видам из 5 семейств, принадлежащих к отряду бесхвостых (*Anura*). Не было найдено не одного представителя хвостатых (*Caudata*).

Вблизи мелиоративного канала было найдено 27 земноводных следующих видов: Чесночница обыкновенная (*Pelobates fuscus*) – 4,3±0,9 экз/га, Лягушка прудовая (*Rana lessonae*) – 7,5±2,3 экз/га, Лягушка травяная (*Rana temporaria*) – 3,4±1,1 экз/га, Жаба серая (*Bufo bufo*) – 3,1±0,7 экз/га, Лягушка озерная (*Pelophylax ridibundus*) – 4,1±0,3 экз/га, Жаба зеленая (*Bufo viridis*) – 3,5±0,6 экз/га, Квакша обыкновенная (*Hyla arborea*) – 1,2±0,2 экз/га, Жерлянка краснобрюхая (*Bombina bombina*) – 2,2±0,5 экз/га.

На территории суходольного луга было найдено 19 земноводных: Чесночница обыкновенная (*Pelobates fuscus*) – 7,3±1,2 экз/га, Лягушка травяная (*Rana temporaria*) – 4,2±1,8 экз/га, Жаба серая (*Bufo bufo*) – 3,3±1,3 экз/га, Жаба зеленая (*Bufo viridis*) – 2,6±0,5 экз/га, Квакша обыкновенная (*Hyla arborea*) – 2,2±0,3 экз/га, Жерлянка краснобрюхая (*Bombina bombina*) – 1,4±0,8 экз/га.

Во время проведения учета на территории Минского района было найдено 73 особи земноводных, относящихся к 3 видам из 1 семейства, принадлежащих к отряду бесхвостых (*Anura*). Травяная лягушка (*Rana temporaria*) – 46±4,9 экз/га, Прудовая лягушка (*Rana lessonae*) – 13,6±1,4 экз/га, Остромордая лягушка (*Rana arvalis*) – 6±0,6 экз/га.

Территория Петриковского района отличается большим видовым разнообразием батрахофауны – 8 видов, но меньшим числом особей – 46 и плотностью их размещения, по сравнению с территорией Минского района – 3 вида, 73 особи.

На территории Петриковского района наиболее многочисленными являются Травяная лягушка (*Rana temporaria*) – 7,6±1,4 экз/га и Чесночница обыкновенная (*Pelobates fuscus*) – 11,6±1,3 экз/га. На территории Минского района наиболее многочисленным видом является Травяная лягушка (*Rana temporaria*) – 46±4,9 экз/га. Следовательно, эти виды, обладают наибольшей экологической пластичностью и способны хорошо приспосабливаться к изменениям среды обитания.

Видовой состав населения земноводных на мелиоративных каналах в 1,5 раза превышает таковой осушенных луговых угодий. Только здесь отмечены водные формы земноводных – прудовая и озерная лягушки.

Интенсивные мелиоративные работы ведут к резкому сокращению численности тритонов (*Triturus cristatus*, *Triturus vulgaris*) и камышовый жабы (*Bufo calamita*).

**РАДИОБИОЛОГИЯ, РАДИОЭКОЛОГИЯ  
И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**





**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПЕКТРА НЕЙТРОНОВ  
В ПОДКРИТИЧЕСКОЙ СБОРКЕ «ЯЛІНА–ТЕПЛОВАЯ»  
DETERMINATION OF THE NEUTRON SPECTRUM  
IN THE SUBCRITICAL ASSEMBLY “YALINA–THERMAL”**

**В. А. Береснева<sup>1</sup>, А. И. Дубровский<sup>2</sup>  
V. Beresneva<sup>1</sup>, A. Dubrowsky<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ОИЭЯИ-Сосны» НАН Беларуси,  
<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ  
Минск, Республика Беларусь  
vaberesneva93@gmail.com  
<sup>1</sup>“JIPNR-Sosny” NASB;  
<sup>2</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Одним из экспериментов, проводимых на подкритической сборке «Яліна–тепловая», является измерение спектра нейтронов в экспериментальных каналах с использованием нейтронно-активационного метода. Для исследования нейтронно-физических характеристик сборки необходимо точно знать спектр нейтронов в ее объеме. Однако определение нейтронного спектра с высокой точностью – сложная и нетривиальная задача.

One of the experiments conducted on the subcritical assembly “Yalina-Thermal” is the measurement of the neutron spectrum in experimental channels using the neutron activation method. It is necessary to know exactly the neutron spectrum in the volume of assembly to study its neutron-physical characteristics. However, the determination of the neutron spectrum with high accuracy is complex and nontrivial task.

*Ключевые слова:* ядерно-физическая система, спектрометрия нейтронов, компьютерное моделирование, метод Монте-Карло.

*Keywords:* nuclear-physical system, neutron spectrometry, computer simulation, Monte Carlo method.

В настоящее время существует множество методов измерения нейтронных спектров, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. В данной работе рассматривается метод активационных детекторов. Выбор метода обусловлен рядом причин. Средства измерения, применяемые в методе времени пролета, представляют собой громоздкие, дорогостоящие и сложные стационарные установки. Сцинтилляционный метод получил широкое распространение, однако он оказывается неработоспособным при большой мощности дозы  $\gamma$ -излучения. Так же, как и сцинтилляционные детекторы, водородсодержащие пропорциональные счетчики не работают в полях с высокой мощностью дозы  $\gamma$ -излучения. Таким образом, все указанные выше методы не позволяют проводить измерения на действующих при номинальной мощности исследовательских и энергетических ядерно-физических системах. Единственным способом измерения больших потоков нейтронов на фоне мощного  $\gamma$ -излучения является метод активационных детекторов, применяемый для измерения характеристик полей нейтронов еще с ранних экспериментов Ферми [1]. Можно сказать, что этот метод на сегодняшний день единственный для измерения характеристик нейтронных полей в объеме ядерно-физической системы. Это обусловлено простотой конструкции, широким диапазоном измеряемых плотностей потока и энергий нейтронов, большой радиационной и температурной устойчивостью, высоким пространственным разрешением.

Активационные детекторы изготавливают в виде фольг, проволок, таблеток, размеры которых определяются условиями эксперимента. После облучения детектора измеряется наведенная нейтронами активность. Измеряя наведенную активность активационного детектора по характерной для данного образца  $\gamma$ -линии, можно определить скорость реакции данного образца и использовать эту величину для восстановления спектра [2].

Существует чрезвычайно широкий набор программ, используемых для восстановления спектров по данным о скоростях ядерных реакций, имеющих разные пороги. К наиболее часто используемой программе следует отнести SAND-II, в которой реализован итерационный метод восстановления спектра нейтронов по определенным экспериментальным скоростям пороговых реакций [3]. Особенностью таких программ является использование априорной информации об измеряемом спектре нейтронов. Такая информация может быть задана в виде аналитической функции или численной информации, полученной, например, методом Монте-Карло.

Целью данной работы является реализация модельного эксперимента для получения спектра нейтронов в подкритической сборке «Яліна–тепловая». Работа осуществлялась с помощью программы расчета переноса излучения MCNP5, реализующей метод Монте-Карло, а также программы восстановления спектра нейтронов SAND-II.

Рассчитанные в программе MCNP5 и восстановленные в программе SAND-II спектры нейтронов хорошо согласуются, что доказывает корректность работы программы SAND-II и целесообразность ее применения для

восстановления спектров по экспериментальным данным скоростей реакций с использованием спектра, рассчитанного методом Монте-Карло в качестве опорного.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ломакин, С. С. Радиометрия нейтронов активационным методом / С. С. Ломакин, В. И. Петров, П. С. Самойлов. – Москва: Энергоатомиздат, 1983. – 141 с.
2. Крамер-Агеев, Е. А. Активационные методы спектрометрии нейтронов / Е. А. Крамер-Агеев, В. С. Трошин, Е. Г. Тихонов. – Москва: Энергоатомиздат, 1976. – 236 с.
3. Patrick J. Griffin. User's Manual for SNL-SAND-II Code / Patrick J. Griffin, J. G. Kelly, Jason W. VanDenburg. Sandia National Laboratories, 1994. – 104 с.

## НАКОПЛЕНИЕ $^{238-240}\text{Pu}$ и $^{241}\text{Am}$ ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧАЭС

### $^{238-240}\text{Pu}$ AND $^{241}\text{Am}$ ACCUMULATION BY GRAIN CROPS GROWN ON THE TERRITORY OF BELARUS SECTOR OF CHERNOBYL EXCLUSION ZONE

**Ю. И. Бондарь, В. Н. Забродский, В. И. Садчиков, В. Н. Калинин**  
***Yu. Bondar, V. Zabrotski, V. Sadchikov, V. Kalinin***

*Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение  
«Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»,  
г. Хойники, Республика Беларусь  
zapovednik@tut.by*

*Polesye State Radiation Ecological Reserve, Khoyniki, Gomel reg., Republic of Belarus*

Работа посвящена определению удельной активности  $^{241}\text{Am}$  и  $^{238,239+240}\text{Pu}$  в зерне и соломе овса, ячменя, тритикале. Рассчитаны коэффициенты накопления и перехода  $^{241}\text{Am}$  и  $^{238,239+240}\text{Pu}$  в зерно и солому этих культур из супесчаных и дерново-подзолистых почв. Полученные результаты сопоставлены с базой данных МАГАТЭ.

The work is devoted to determination of activity concentration of  $^{241}\text{Am}$  and  $^{238,239+240}\text{Pu}$  in the samples of grain crops (oat, barley, triticale) grown on the territory of Belarusian part of Chernobyl exclusion zone. The concentration ratios and aggregated transfer factors of these radionuclides from sandy-loam and sod-podzol soils to grain and straw were calculated. The comparative analysis of the received results with IAEA database is carried out.

*Ключевые слова:*  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{238,239+240}\text{Pu}$ , коэффициенты накопления и перехода, радиоактивное загрязнение, почва, зерновые культуры, овес, ячмень, тритикале, солома.

*Keywords:*  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{238,239+240}\text{Pu}$ , accumulation and transition factors, radioactive pollution, soil, grain crops, oat, barley, triticale, straw.

В настоящее время основными дозообразующими радионуклидами, выброшенными в окружающую среду в результате чернобыльской аварии, являются  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Вместе с тем, трансурановые элементы выделяют в группу наиболее биологически значимых радионуклидов, обладающих высокой токсичностью и большими периодами полураспада  $^{238}\text{Pu}$  – 88,  $^{239}\text{Pu}$  –  $2,41 \cdot 10^4$ ,  $^{240}\text{Pu}$  – 6540,  $^{241}\text{Am}$  – 432 года. Высокая токсичность и продолжительные периоды полураспада определяют радиэкологическую значимость  $^{241}\text{Am}$  и изотопов плутония при их вовлечении в биологический круговорот. В отличие от  $^{137}\text{Cs}$ , доза облучения от  $^{90}\text{Sr}$  и ТУЭ формируется в основном за счет инкорпорированных в организме радионуклидов [1-4].

Аккумуляция ТУЭ основными сельскохозяйственными зерновыми культурами до сих пор изучено недостаточно, а соответствующая научная информация в настоящее время только накапливается. В научной печати имеются работы, связанные с изучением перехода плутония и америция по трофическим цепям, основные результаты которых внесены в базу данных МАГАТЭ [5–6].

Целью настоящего исследования являлось определение уровней загрязнения, коэффициентов накопления и перехода альфа-излучающих изотопов  $^{238-240}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Am}$  в основные сельскохозяйственные зерновые культуры (овес, ячмень, тритикале) и солому от этих культур на территории зоны отчуждения.

Объектами исследования по проекту были зерновые овса, ячменя, тритикале и солома этих культур, а также различные виды почв, соответствующие выбранным участкам полей этих зерновых культур. Отбор проб почвы и зерновых культур проводился в 2014–2015 гг. на участках, которые расположены в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике на территории Хойникского р-на Гомельской области, вблизи б.н.п. Бабчин и б.н.п. Воротец на расстоянии 42 км напрямую от ЧАЭС в направлении на север.

В результате проведенных после отбора проб инструментальных и радиохимических измерений получены удельные активности ( $A_v$ )  $^{238,239,240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  почвы, зерна и соломы на 6-ти рассматриваемых участках в 2014 г. и на 4-х участках в 2015 г. По полученным экспериментальным результатам рассчитаны средние значения коэффициентов накопления  $^{239,240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  ( $F_v$ ) в зерне и соломе, а также коэффициентов перехода ( $T_v$ ) этих радионуклидов из почвы в зерно и солому.

Значения  $F_{v,\text{Pu}}$  в 2014 г. для зерна на 6-ти участках изменяются от  $0,73 \cdot 10^{-3}$  до  $6,6 \cdot 10^{-3}$ , для соломы  $6,6 \cdot 10^{-3} - 2,53 \cdot 10^{-2}$ , а в 2015 г. на 4-х участках от  $0,94 \cdot 10^{-3} - 7,3 \cdot 10^{-3}$  и  $6,7 \cdot 10^{-3} - 3,2 \cdot 10^{-2}$  для зерна и соломы соответственно. Значения  $F_{v,\text{Am}}$  в 2014 г. для зерна на 6-ти участках изменяются от  $0,82 \cdot 10^{-3}$  до  $9,7 \cdot 10^{-3}$ , для соломы  $6,6 \cdot 10^{-3} - 2,8 \cdot 10^{-2}$ , а в 2015 г. от  $0,72 \cdot 10^{-3} - 5,6 \cdot 10^{-3}$  и  $3,9 \cdot 10^{-3} - 2,8 \cdot 10^{-2}$  для зерна и соломы соответственно. Диапазон  $T_{v,\text{Pu}}$  для зерна изменяется от  $0,23 \cdot 10^{-5}$  до  $2,3 \cdot 10^{-5}$ , для соломы  $2,3 \cdot 10^{-5} - 8,4 \cdot 10^{-5}$ , а  $T_{v,\text{Am}}$  –  $0,25 \cdot 10^{-5} - 3,3 \cdot 10^{-5}$  и  $2,3 \cdot 10^{-5} - 8,9 \cdot 10^{-5}$  соответственно. Аккумуляция америция в растения несколько выше, чем плутония.

Полученные в данной работе значения коэффициентов  $F_v$  и  $T_v$ , исследованных ТУЭ для зерновых культур, хорошо согласуются с обобщенными данными МАГАТЭ для песчаных, супесчаных и дерново-подзолистых почв [5–6]. Самые высокие концентрации и значения коэффициентов  $F_v$  и  $T_v$  на дерново-подзолистой почве для всех радионуклидов приходится на овес и солому. На примере зерновых культур показана необходимость рассмотрения накопления и перехода ТУЭ и  $^{90}\text{Sr}$  в сельскохозяйственные культуры как в зоне отчуждения, так и на прилегающих к ней территориях.

Настоящая работа выполнена по проекту МАГАТЭ ВУЕ/7/004 2014–2015 гг. «Укрепление потенциала для оценки поведения трансурановых элементов в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС и на прилегающих территориях».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Конопля, Е. Ф. Радиация и Чернобыль: Трансурановые элементы на территории Беларуси / Е. Ф. Конопля, В. П. Кудряшов, В. П. Миронов. – Гомель: РНИУП. «Институт радиологии», 2007. – 128 с. (С. 93–103).
2. Конопля, Е. Ф. Трансурановые элементы на территории Беларуси / Е. Ф. Конопля [и др.] // Радиационная биология. Радиозкология. – 2009. – Т. 49, № 4. – С. 495–501.
3. Sokolik, G. A., Soil-plant transfer of plutonium and americium in contaminated regions of Belarus after the Chernobyl catastrophe / G. A. Sokolik, S. V. Ovsianikova, T. G. Ivanova, S. L. Leinova // Environment International. 2004. – Т. 30, № 4. – С. 939–947.
4. Санжарова, Н. И. Пересмотр параметров миграции радионуклидов в агроэкосистемах / Н. И. Санжарова [и др.] // Радиационная биология. Радиозкология. – 2009. – Т. 49, № 3. – С. 268–276.
5. Quantification of Radionuclide Transfers in Terrestrial and Freshwater Environments for Radiological Assessments. IAEA-TECDOC-1616. – Vienna: IAEA, 2009.
6. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and fresh-water environments. IAEA Technical Reports Series № 472. – Vienna: IAEA, 2010.

### ИЗМЕРЕНИЯ *IN SITU* ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЦЕЗИЕМ-137 ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧАЭС

### *IN SITU* MEASUREMENTS OF DENSITY CONTAMINATION OF THE TERRITORY OF BELARUS SECTOR OF CHERNOBYL EXCLUSION ZONE BY $^{137}\text{Cs}$

**Ю. И. Бондарь, В. Н. Забродский, В. Н. Калинин, В. И. Садчиков**  
**Yu. Bondar, V. Zabrotski, V. Kalinin, V. Sadchikov**

*Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»,  
г. Хойники, Республика Беларусь  
kalinin1953@yandex.by  
Polessye state radiation-ecological reserve, Khoiniki, Republic of Belarus*

Целью исследований было одновременное картирование радиоактивного загрязнения и определение вертикального распределения  $^{137}\text{Cs}$  без отбора проб почвы. Ученые из Шотландии выполнили расчет глубины залегания радионуклида в почве непосредственно по результатам обработки гамма-спектров.

The purpose of research was simultaneous mapping of radioactive contamination and determination of vertical distribution of radioactive nuclides without takeoff of core samples of soil. The scientists of Scotland (University Stirling) carried out calculation of depth of  $^{137}\text{Cs}$  in soil immediately by results of gamma spectrum processing.

*Ключевые слова:* радионуклид, радиоактивное загрязнение, распределение по глубине, гамма-спектр, спектрометр, детектор.

*Keywords:* radionuclide, radioactive contamination, vertical distribution, gamma spectrum, spectrometer, detector.

Применение метода радиоэкологических измерений *in situ* для определения плотности загрязнения территории в практике белорусских исследователей является до последнего времени новым. Не нашло ещё широкого применения одновременное картирование радиоактивного загрязнения и определение вертикального распределения радионуклидов без отбора кернов почвы. Выполненная по проекту работа была посвящена экспериментальной проверке и развитию методов определения указанных параметров с помощью портативных сцинтилляционных детекторов непосредственно на местности, которые в настоящее время интенсивно разрабатываются в Норвегии и Великобритании. Расчет глубины залегания  $^{137}\text{Cs}$  в почве группа из Шотландии (Университет Стирлинга) выполняла непосредственно по результатам обработки гамма-спектра [1].

Для циклов измерений были подобраны и апробированы четыре площадки в белорусском секторе зоны отчуждения Чернобыльской АЭС между б.н.п. Красноселье и б.н.п. Борщевка. Они отличаются по типам почвы (дерново-подзолистая, песчаная, торфянистая, периодически затопливаемая паводковыми водами), уровнями радиоактивного загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  от 215 до 2414 кБк/м<sup>2</sup> и высокой мозаичностью плотности загрязнения на этих участках. Кроме того, для полевых работ были использованы площадки, где ранее прошли лесные пожары в районе б.н.п. Тульговичи и б.н.п. Пучин и контрольные близлежащие площадки, с такими же почвенно-растительными свойствами, на которых термического воздействия пожара не было. Эти площадки в 2012–2013 гг. были детально изучены в радиационном плане в рамках завершеного проекта с NRPA (Норвежского агентства по радиационной защите).

Для измерений *in situ* были использованы портативные гамма-спектрометрические системы, обладающие небольшой массой, достаточно высокой механической прочностью, мобильностью и быстротой развертывания. В спектрометрах были использованы компактные сцинтилляционные детекторы: NaI(Tl), LaBr(Ce) и детектор CZT (кадмий, цинк, теллур), который относится к полупроводниковым датчикам. Для послойного анализа образцов почвы из кернов был использован полупроводниковый детектор из высокочистого германия (HPGe).

Плотность загрязнения почвы на участках была очень точно определена группой NRPA, где наблюдалось совпадение с данными лаборатории спектрометрии и радиохимии ПГРЭЗ, причем результаты обоих датчиков NaI(Tl) и CZT также совпадали. Получению корректных данных способствовала специально разработанная в NRPA программа InSiCal для измерений *in situ*.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Tyler, A. N. Accounting for spatial variability and fields of view in environmental gamma ray spectrometry / A. N. Tyler, D. C. W. Sanderson, E. M. Scott, J. D. Allyson. Journal of environmental radioactivity/ 1996. – № 33. – С. 213–235.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПОСЛЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ

### INFORMATION PROJECTS FOR ENSURING OF RADIATION SAFETY OF POPULATION AFTER THE CHERNOBYL CATASTROPHE

*Н. Я. Борисевич*  
*N. Borisevich*

*Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь,  
г. Минск, Республика Беларусь  
rbic@tut.by*

*The Scientific Research Institute of Fire Safety and Emergencies (RIFSE-Belarus), Minsk, Republic of Belarus*

Реализован ряд интерактивных образовательных проектов, направленных на формирование радиоэкологической культуры у населения: выставка для детей, тематические брейн-ринги, конкурсы, экскурсии в пострадавшие от чернобыльской катастрофы районы.

A number of interactive educational projects aimed at the formation of radioecological culture among the population have been implemented: the exhibition for children, thematic brain rings, competitions, excursions to Chernobyl-affected areas.



*Ключевые слова:* радиоэкологическая культура, тематические мероприятия, пострадавшие от чернобыльской катастрофы районы.

*Keywords:* radioecological culture, thematic events, Chernobyl-affected areas.

Проведены разработка и внедрение информационных проектов, направленных на повышение радиоэкологической грамотности населения, формирование безопасного образа жизни в условиях проживания на загрязненных после чернобыльской катастрофы территориях.

Особое внимание уделено организации работы с детьми и молодежью, направленной на развитие у них навыков безопасного проживания на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, а также в развитии их знаний о чернобыльской трагедии.

Разработана детская тематическая выставка к 30-летию катастрофы на Чернобыльской АЭС «Пройди путем возрождения». Стенды тиражированы и переданы в отделы образования 21 наиболее пострадавшего района для демонстрации в школах.

Реализован ряд интерактивных образовательных проектов. Наибольшую значимость, позитивный отзыв участников и специалистов показали следующие:

- тематические брейн-ринги среди молодежи пострадавших территорий России и Беларуси по тематике радиационной безопасности;
- практические мероприятия по формированию среди молодежи навыков безопасного проживания на территориях, подвергшихся радиационному воздействию в формате соревнований по летней рыбалке, наглядного определения специалистом-радиологом содержания радионуклидов в пойманной рыбе и разъяснения результатов измерений, интеллектуальных конкурсов с участием белорусских и российских команд из пострадавших районов Гомельской и Брянской областей (проведено на базе детского реабилитационно-оздоровительного центра «Пралеска»).

• Одно из направлений деятельности – создание популярных иллюстрированных пособий для детей и родителей. Разработано 6 информационных выпусков по основам радиационной безопасности для младшего школьного «Капелька» с целью развития познавательной активности в области радиоэкологии, радиационной безопасности.

Разработки в области информирования населения имеют социальный эффект, заключающийся в формировании адекватного восприятия обществом современной постчернобыльской ситуации; снижении социально-психологической напряженности, обусловленной радиационным фактором; повышении уровня информированности и просвещенности населения в области радиационной безопасности.

Соцопросы свидетельствуют о повышении радиоэкологической грамотности студентов, изменении отношения к распределению в пострадавшие районы в качестве первого места работы. Так, после проведения тематической экскурсии студентов вузов г. Гомеля в пострадавшие районы, количество желающих распределиться на работу в эти районы увеличилось с 30 до 63 %. Изменили свое представление о жизни в пострадавших районах в лучшую сторону 84,2 % участников экскурсии.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА PROSPECTS OF OBTAINING CONTROLLED THERMONUCLEAR FUSION**

***О. М. Бояркин, В. А. Горская  
O. Boyarkin, V. Gorskaya***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
vavaka-1@mail.ru, oboyarkin@tut.by  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Рассматривается управляемый термоядерный синтез, выявляются преимущества и недостатки основных реакций термоядерного синтеза. На основании закона подобия для  $t$ , в ходе которого было выяснено, что время удержания плазмы будет 12 сек. Также представлены цели основного проекта ИТЭР.

The report tells about controlled thermonuclear fusion, the advantages and disadvantages of the main reactions of thermonuclear fusion are considered. Based on the similarity law for  $t$ , during which it was found that the plasma confinement time will be 12 sec. The objectives of the main ITER project are also presented.

*Ключевые слова:* управляемый термоядерный синтез, проект ИТЭР, токамак, плазма.

*Keywords:* controlled thermonuclear fusion, ITER project, tokamak, plasma.

В нашей работе рассмотрены достижения и перспективы по созданию управляемых термоядерных реакций синтеза. Как правило, в качестве основных реакций исследуются:



Основными компонентами данных реакция являются тритий и дейтерий. Дейтерий можно добывать из воды, а тритий создается искусственно, облучая нейтронами литий. Во время реакции нейтроны вызывают в стенках реактора наведенную радиоактивность, тем самым снижая прочность конструкционных материалов.

Нагрев и удержание плазмы магнитного поля осуществляется при относительно низком давлении и высокой температуре (в реакции дейтерия с тритием 80 % энергии уносит нейтрон, а 20 % ядро гелия). Для этого используются реакторы типа токамаков или стеллараторов. Чтобы управлять потоками тепла и частиц, на стенку вводят диверторную обмотку, отклоняющую периферийные магнитные силовые линии в специальную камеру. Также существуют системы вспомогательного нагрева плазмы: мощные пучки нейтральных атомов больших энергий (до 500 кэВ), высокочастотные и сверхвысокочастотные генераторы электромагнитного излучения.

Если рассматривать закон подобия для  $\tau_E$ , связывающий его с основными плазменными и геометрическими параметрами горячей зоны, то он будет выглядеть:

$$\tau_E \approx I_p \cdot n^{0,4} \cdot R^{1,7} \cdot a^{0,2} \cdot P_H^{-0,6} \cdot k^{0,7}$$

$$\tau_E \approx \frac{W}{P_H} \approx 12 \text{сек.}$$

Основные параметры – это поперечный размер  $2a$ , большой радиус тора  $R$ , ток, текущий по плазме  $I_p$ , плотность  $n$ , тороидальное магнитное поле, мощность нагрева  $P_H$ , удлинение плазменного шнура по вертикали  $k$ .

Экстраполяция ИТЭРа предполагает увеличение  $\tau_E$  в 4 раза. А цель самого проекта – создать самый большой в мире токамак, который сможет реализовать реакцию управляемого синтеза на больших шкалах в течении большого периода времени, а также использовать углерод в качестве источника энергии. Токамак ИТЭР будет первой установкой, которая проверит существующие технологии, материалы и физические режимы, необходимые для создания электростанций, основанных на реакции термоядерного синтеза. Цели, которые ставят участники проекта, следующие: 1) достигнуть мощности реакции синтеза порядка 50 MW; 2) создать deuterium-tritium плазму, в которой реакция поддерживается за счет внутреннего нагревания; 3) проверить размножение трития, то есть продемонстрировать возможность рождения трития в вакуумной камере.

## СПЕКТР РЕАКТОРНЫХ АНТИНЕЙТРИНО ОТ U-235 THE SPECTRUM OF REACTOR ANTINEUTRINOS FROM U-235

**О. М. Бояркин, А. В. Пинчук**  
**O. Boyarkin, A. Pinchuk**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
bog-artemys@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

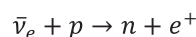
Вычисляется полное сечение реакции во втором порядке теории возмущений. С учетом величины потока  $\bar{\nu}_e$  построен спектр антинейтрино для  $U^{235}$ .

In this paper, the total cross section of the reaction is calculated in the second order of perturbation theory. Taking into account the value of the flux  $\bar{\nu}_e$ , the antineutrino spectrum for  $U^{235}$  is constructed.

*Ключевые слова:* реакторное антинейтрино, сечение обратного бета-распада.

*Keywords:* reactor antineutrino, cross section of reverse beta decay.

Nuclear reactor monitoring in the “on-line” regime is a field of activity of applied neutrino physics. The nuclear reactor represents exceptionally clean and powerful source of electron antineutrinos whose spectrum is formed as a result of the beta-decay of the four main fissioning isotopes  $U^{235}$ ,  $Pu^{239}$ ,  $U^{238}$ ,  $Pu^{241}$  that are part of the nuclear fuel. The unique penetrating power of electron antineutrino  $\bar{\nu}_e$  allows to avoid the distorting medium effect and to detect  $\bar{\nu}_e$  that are practically identical to that produced by actinoid fission, independently on a source-to-detector distance. For their detection the inverse beta-decay reaction is traditionally used



In that work the total cross section of the reaction in the second order of the perturbation theory is calculated. Taking into account the value of the  $\bar{\nu}_e$  flux the antineutrino spectrum for  $U^{235}$  is built.

## ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОИЗВОДСТВА И КОНВЕРСИИ ЩЕПЫ ИВЫ БЕЛОЙ (*SALIX ALBA*)

### LIFE CYCLE ASSESSMENT FROM OF PRODUCTION AND CONVERSATION OF *SALIX ALBA* CHIPS

**А. А. Бутько<sup>1</sup>, В. А. Пашинский<sup>1</sup>, Е. В. Иванова<sup>1</sup>, О. И. Родькин<sup>2</sup>**  
**A. Butsko<sup>1</sup>, V. Pashynsky<sup>1</sup>, E. Ivanova<sup>1</sup>, A. Rodzkin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

butko\_andrei@mail.ru

<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Представлены результаты оценки жизненного цикла производства и конверсии щепы при возделывании древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста – клона Волмянка ивы белой (*Salix alba*).

The paper presents the results of the assessment of the life cycle of production and conversion of wood chips in the cultivation of tree and shrub species with a short growth period (*Salix alba*).

**Ключевые слова:** оценка жизненного цикла продукции, быстрорастущие древесно-кустарниковые породы, ива, *Salix alba*, технологическая карта, категории воздействия.

**Keywords:** Life Cycle Assessment, short rotation coppice, willow, *Salix alba*, technological map, impact categories.

Важность проблемы охраны окружающей среды и возможных воздействий, связанных с изготавливаемой и потребляемой продукцией, повышает интерес к разработке методов, направленных на снижение этих воздействий.

Целью исследований является оценка жизненного цикла производства и конверсии щепы ивы белой (*Salix alba*).

Исследование производственной системы производили исходя из экологических перспектив, категорий воздействия, связанных с результатами инвентаризационного анализа жизненного цикла. Оно выполнено по методическим требованиям международного стандарта ISO 14042:2000.

Границы системы жизненного цикла продукции выявлены с использованием базовой технологической карты производства щепы при возделывании древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста, состоящей из V этапов, включающих 28 технологических операций [1]. Базовая технологическая карта разработана на основании действующих организационно-технологических нормативов по планированию работ в сельскохозяйственном производстве и собственных научных исследований.

Принятые категории воздействия: землепользование, изменение климата; истощение озона стратосферы; образование фотооксиданта; окисление; эвтрофикация; совместное действие окисления и эвтрофикации; экологическая токсичность; токсичность для людей.

Принятые показатели категорий: потенциально исчезающая часть видов растений в природных зонах; усиление воздействия инфракрасного излучения; количество образованного тропосферного озона; критическая нагрузка по окислению; критическая нагрузка по эвтрофикации; увеличение предсказанной экологической концентрации, деленное на предсказанную концентрацию без наблюдаемого эффекта (PNEC) для пресных и морских вод, их донных отложений, а также экосистемы суши; влияние на человека (канцерогенный эффект, респираторный эффект обусловленный органическими и неорганическими веществами, а также изменением климата).

По результатам исследований разработана математическая модель «Bio willow» реализованная в пакете Microsoft Excel, позволяющая определить критерий оценки воздействия жизненного цикла в зависимости от предлагаемой технологической карты.

Данный подход дает возможность выявить количественные экологические показатели продукции, которые характеризуют возможные последствия в разрезе принятых категорий воздействия, а также обосновать выбор оптимальной технологии при сравнении альтернативных вариантов.

Предложенная модель достаточно успешно может быть адаптирована для других видов ивы, древесно-кустарниковых пород с коротким периодом роста, а также другой растениеводческой продукции. Кроме того, результаты исследований могут быть востребованы при оценке жизненного цикла с учетом различных способов конверсии биомассы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Бутько, А. А.* Оценка энергоемкости производства щепы при возделывании древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста ивы белой вида *Salix alba* / А. А. Бутько, В. А. Пашинский, О. И. Родькин // Энергоэффективность. – 2016. – № 6. – С. 24–27.

### **РЕАКЦИЯ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ КРЫС-САМЦОВ НА ВНЕШНЕЕ ОБЛУЧЕНИЕ В ДОЗЕ 1,0 ГР И ПОСЛЕДУЮЩЕЕ ДЛИТЕЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ (50 Гц)**

### **REACTION OF REPRODUCTIVE SYSTEM OF MALE RATS FOR EXTERNAL IRRADIATION AT A DOSE OF 1.0 GY AND SUBSEQUENT INFLUENCE OF A MAGNETIC FIELD OF INDUSTRIAL FREQUENCY (50 Hz)**

***Г. Г. Верещачко, Н. В. Чуешова, Е. В. Цуканова, М. А. Бакшаева***

***G. Vereschako, N. Chueshova, E. Tsukanova, M. Bakshayeva***

*Институт радиобиологии НАН Беларуси,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
natalya-chueshova@tut.by*

*Institute of Radiobiology of the National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Republic of Belarus*

Исследуется влияние внешнего ионизирующего облучения в дозе 1,0 Гр излучения и магнитного поля промышленной частоты на репродуктивную систему самцов крыс. Было установлено, что после воздействия ускорения процесса сперматогенеза, снижается число эпидидимальных сперматозоидов и жизнеспособность значительного разрушения зрелых половых клеток путем апоптоза и некроза.

We studied the effect of an external ionizing irradiation at a dose of 1.0 Gy of radiation and the magnetic field of industrial frequency on the reproductive system of male rats. It was found that after exposure to an acceleration of the process of spermatogenesis, decreased epididymal spermatozoa number and viability of significant destruction of mature germ cells by apoptosis and necrosis.

*Ключевые слова:* внешнее облучение, магнитное поле, показатель крови крысы

*Keywords:* external irradiation, magnetic field, rat blood index

Цель работы – изучение биологических эффектов в репродуктивной системе (РС) крыс-самцов, подвергнутых облучению в дозе 1,0 Гр и последующем продолжительном воздействии магнитным полем промышленной частоты (МП ПЧ, 50 Гц) изолированно и сочетано в начальный и отдаленный периоды после экспозиции.

Исследования проводили на крысах-самцах линии Вистар. Все животные были разделены на 4 группы: 1) контроль; 2) животные, подвергнутые воздействию МП ПЧ (50 Гц, 0,4 мТ, 4 часа/день, 5 дней/неделю, количество дней экспозиции – 28); 3) крысы, облученные в дозе 1,0 Гр ( $^{137}\text{Cs}$ , м.д. 46 сГр/мин); 4) животные, облученные в дозе 1,0 Гр, а затем подвергнутые длительному воздействию МП ПЧ, как описано выше. Оценка состояния РС проводили на 1-е и 30-е сутки после прекращения экспозиции МП ПЧ, а по отношению к внешнему облучению в дозе 1,0 Гр – 40-е и 70-е сут соответственно.

Оценивали массу органов РС, в тестикулярной ткани анализировали количество различных типов сперматогенных клеток методом проточной цитофлуорометрии. Из эпидидимиса выделяли сперматозоиды, число которых подсчитывали и определяли их жизнеспособность, индекс DFI, активность глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназы (ГФДГ) и акрозина, число апоптотических и некротических сперматозоидов.

В начальном периоде (1-е сут) после воздействия всех исследуемых факторов наблюдается снижение массы семенников (более чем на 30 % на 40-е сутки при дозе 1,0 Гр) и увеличение этого показателя для семенных пузырьков (до 20 % при сочетанном влиянии). Спустя 30 суток абсолютная и относительная масса исследуемых органов РС снижается, более значительно при внешнем облучении и сочетанном действии двух антропогенных факторов, которое прежде всего проявляется в отношении эпидидимисов.

Облучение в дозе 1,0 Гр, влияние МП ПЧ (50 Гц) и их комбинированное воздействие на 1-е сутки вызывает стимуляцию начального этапа сперматогенеза и снижение числа продолговатых сперматид. К 30-м суткам после внешнего облучения (1,0 Гр) и сочетанном влиянии изучаемых факторов выявляются однонаправленные изменения количественного состава сперматогенных клеток, максимально выраженные для удлинённых сперматид, количество которых падает на 30 % и 50 % соответственно.

В начальном и отдаленном периодах после воздействия указанных антропогенных факторов происходит выраженное снижение количества и жизнеспособности эпидидимальных сперматозоидов, отмечается значительная

гибель зрелых половых клеток путем некроза и апоптоза. В отдаленном периоде выявляется повышение фрагментации ДНК и активности ГФДГ в сперматозоидах, и менее значимые отклонения активности акрозина в них. Установлена выраженная тенденция в повышенном содержании фруктозы в семенных пузырьках.

**ОТ ЗОНИРОВАНИЯ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЁННОЙ ТЕРРИТОРИИ  
К КЛАССИФИКАЦИИ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ  
ПО СРЕДНИМ ГОДОВЫМ ЭФФЕКТИВНЫМ ДОЗАМ ОБЛУЧЕНИЯ  
В ОТДАЛЁННОМ ПЕРИОДЕ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС**

**FROM ZONING RADIOACTIVE CONTAMINATED TERRITORIES  
TO CLASSIFICATION OF SETTLEMENTS AT THE AVERAGE ANNUAL  
EFFECTIVE DOSES IN REMOTE PERIOD AFTER THE ACCIDENT**

***Н. Г. Власова<sup>1</sup>, Ю. В. Висенберг<sup>2</sup>***  
***N. Vlasova<sup>1</sup>, Yu. Visenberg<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека  
г. Гомель, Республика Беларусь  
Natalie\_Vlasova@mail.ru*

*<sup>2</sup>Гомельский государственный медицинский университет, Гомель, Беларусь  
<sup>1</sup>The Republican Research Center for Radiation Medicine and Human Ecology  
Gomel, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>Gomel State Medical University, Gomel, Republic of Belarus*

В соответствии с принципами радиационной защиты представляется разумным классифицировать установки, расположенные на радиоактивно загрязненных территориях, при средних годовых эффективных дозах:  $<0,1$  мЗв / год (не требуется для проведения контрмер в сельском хозяйстве);  $\geq 0,1 - 1$  мЗв / год (необходимо проводить периодический мониторинг радиации);  $\geq 1$  мЗв / год (необходимо ввести набор защитных мер).

In accordance with the principles of radiation protection, it seems reasonable to classify the settlements located on the radioactive contaminated territories at an average annual effective doses:  $<0.1$  mSv/year (not required to carry out countermeasures in the agriculture);  $\geq 0.1 - 1$  mSv/year (periodic radiation monitoring should be carried out);  $\geq 1$  mSv/year (it is necessary to enter set of protective measures).

*Ключевые слова:* доза облучения, авария на ЧАЭС, радионуклид.

*Keywords:* irradiation, accident at the Chernobyl NPP, radionuclide.

В соответствии с Законами Республики Беларусь проводится отнесение населенных пунктов (НП) к зонам радиоактивного загрязнения 1 раз в 5 лет на основании данных о средней годовой эффективной дозе (СГЭД) облучения и средней плотности загрязнения территории НП долгоживущими радионуклидами. Перечень НП, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения, в зависимости от изменения радиационной обстановки пересматривается и утверждается Советом Министров РБ. Последнее постановление № 9 Совета Министров Республики Беларусь было принято 11.01.2016.

Термины «зонирование» или «зоны радиоактивного загрязнения территории» ассоциируются с кризисностью, характерной для ситуации аварийного облучения. К зонам относят НП, а не территорию. В рекомендациях МКРЗ № 103 выделяют ситуацию существующего облучения, когда решения о проведении контрмер, масштабах ведения радиационного контроля и принципах управления территориями радиоактивного загрязнения принимаются на фоне стабилизировавшейся радиационной обстановки, с учетом конкретных уровней облучения населения, в отличие от ситуации аварийного облучения, когда облучение носит непредвиденный характер. Поэтому в отдалённом периоде после аварии в сложившейся ситуации существующего облучения для выявления и установления различий в обеспечения соответствующего уровня радиационной и социальной защиты жителей НП, расположенных на радиоактивно загрязнённой территории, следует: 1). переходить от термина «зонирование территории», к понятию «классификация населённых пунктов»; 2). классифицировать НП по СГЭД облучения лиц критической группы.

Как показал проведенный анализ средних значений СГЭД (по Каталогу СГЭД облучения жителей НП Беларуси 2015 г.) в зонах радиоактивного загрязнения, СГЭД (внешнего и внутреннего) облучения различаются в 2–3 раза. СГЭД в зоне  $< 5$  Ки/км<sup>2</sup> существенно отличаются от таковых в зоне  $1 - 5$  Ки/км<sup>2</sup> и в зоне  $5-15$  Ки/км<sup>2</sup>, они ближе к зоне  $>15$ . Кроме того, выборки неразличимы по среднему значению СГЭД, что свидетельствует об



однородности СГЭД облучения жителей НП, отнесенных в различные зоны загрязнения, а значит о неадекватности методического подхода в отдалённом периоде после аварии.

Если дозы внешнего облучения пропорциональны плотности загрязнения, то дозы внутреннего облучения зависят от ряда факторов, в том числе нерадиационной природы: таких, как тип почв, наличие леса вблизи населённого пункта, численность жителей. В связи с распадом  $^{137}\text{Cs}$  и снижением плотности загрязнения доза внешнего облучения снижается, чего нельзя сказать о дозе внутреннего облучения: на протяжении последних 10 – 15 лет доза внутреннего облучения в среднем остаётся неизменной. Соотношение вкладов внешнего и внутреннего компонента со временем изменяется. Если в 90-е гг. вклад внешнего компонента превалировал над внутренним (хотя это было не везде так), то сейчас вклад внутреннего компонента возрос, и если не превосходит вклад внешнего, то составляет в среднем 50 %.

Как определено в Законе Республики Беларусь «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, других радиационных аварий»:

Основным критерием для принятия решения о необходимости проведения защитных мероприятий является доза облучения населения.

- СГЭД облучения населения от выпадений в результате аварии на ЧАЭС, не превышающая 1 мЗв, является допустимой и не требует вмешательств.

- Противорадиационные мероприятия следует проводить при превышении СГЭД облучения населения от выпадений в результате аварии на ЧАЭС 1 мЗв/год.

Так, в соответствии с принципами радиационной защиты, представляется разумным выделить 3 класса по СГЭД облучения лиц критической группы из НП:

- СГЭД  $< 0,1$  мЗв/год – по законодательству не требуется проведение контрмер;
- СГЭД  $\geq 0,1 - 1$  мЗв/год – на территории НП необходимо проводить периодический радиационный контроль;
- СГЭД  $\geq 1$  мЗв/год – жители НП нуждаются в обеспечении радиационной защиты, необходимо вводить защитные мероприятия.

По данным Каталога СГЭД-2015, провели классификацию НП по 3м классам. Средние значения СГЭД внешнего и внутреннего облучения значимо различимы по классам дозовых диапазонов, различие составляет 3,5–5. Распределения СГЭД внешнего и внутреннего облучения жителей НП, классифицированных по дозовым диапазонам, однородны и значимо различимы, в отличие от таковых, отнесенных к соответствующим зонам по постановлению.

Таким образом, переход от зонирования радиоактивно загрязнённой территории к классификации НП по СГЭД облучения в отдалённом периоде после аварии на ЧАЭС целесообразен и методически обоснован.

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТИРОИДНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ СТАРЕНИИ И АУТОИММУННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ**

### **COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF THE FUNCTIONING OF THE THYROID SYSTEM DURING AGING AND AUTOIMMUNE DISEASES**

***A. В. Герасимович, К. А. Соловьёва, В. Д. Свирид***

***A. Gerasimovich, K. Solovyova, V. Svirid***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*sancho162@gmail.com*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Исследуется содержание общего тироксина, свободного тироксина, трийодтиронина и тиротропина в сыворотке крови здоровых людей, людей старческого возраста (65–75 лет) и больных системной склеродермией. Установлено, что функция тироидной системы как при развитии системной склеродермии, так и при старении угнетается, а периферическое превращение тироксина в трийодтиронин не подвергается изменениям.

The content of total thyroxin, free thyroxin, triiodothyronine and tirtropine in the blood serum of healthy people, people of senile age (65–75 years), and patients with systemic scleroderma was studied. It has been established that the function of the thyroid system is inhibited both in the development of systemic scleroderma and aging, the peripheral conversion of thyroxin to triiodothyronine is not exposed to changes.

*Ключевые слова:* эндокринная система, щитовидная железа, общий тироксин, свободный тироксин, трийодтиронин и тиротропин, системная склеродермия, старение организма.

*Keywords:* endocrine system, thyroid gland, total thyroxine, free thyroxine, triiodothyronine and thyrotropin, systemic scleroderma, aging of the organism.

Эндокринная система – это система желез внутренней секреции со сложной регуляцией, иерархией, комплексом взаимосвязей между органами. Как в период старения, так и при развитии аутоиммунной патологии изменения функционирования эндокринных желез обусловлены как нарушением центральной регуляции, так и функциональными расстройствами, а также органическими повреждениями самих эндокринных желез [1].

Одна из причин ослабления эндокринной регуляции – возрастные изменения регуляции функционирования щитовидной железы, структуры гормонов и, соответственно, их активности [3].

Вместе с тем, развитие и течение аутоиммунных заболеваний связано не только с изменением общей и иммунологической реактивности организма, сложными ферментативными и обменными изменениями в метаболизме, но и с повреждением эндокринной регуляции [2]. Гормоны щитовидной железы выполняют важную роль в обменных процессах, иммуногенезе, проницаемости клеточных мембран, транспорте ионов, синтезе белка, активности ферментных систем.

Поэтому, исходя из вышеуказанных фактов, целью исследования было дать сравнительную характеристику гормонального статуса щитовидной железы в контрольной группе, у людей старческого возраста и у больных аутоиммунной патологией (системная склеродермия).

Общий тироксин, свободный тироксин, трийодтиронин и тиротропин определяли в сыворотке крови здоровых людей, людей старческого возраста (65–75 лет) и больных системной склеродермией (ССД) с помощью наборов для иммунологического анализа.

Показано, что содержание общего тироксина, свободного тироксина, трийодтиронина и тиротропина в сыворотке крови здоровых людей составило  $110,1 \pm 9,2$  нмоль/л,  $21,8 \pm 1,6$  пмоль/л,  $1,6 \pm 0,1$  нмоль/л и  $8,2 \pm 1,84$  мМЕ/л соответственно [4].

Показано, что при ССД уровни общего тироксина и тиротропина в крови достоверно снижались на 78 % и 21,3 % соответственно, а концентрация трийодтиронина не изменялась. Вероятно, при ССД нарушается и регуляция функции щитовидной железы (снижение уровня тиротропина), и синтез тиреоидных гормонов (снижение уровня тироксина). Однако периферическое превращение тироксина в трийодтиронин не подвергается изменениям.

У людей старческого возраста уровень общего тироксина был увеличен в 1,2 раза, а концентрация свободного тироксина значительно снижалась по сравнению с контролем в 1,5 раза. Содержание трийодтиронина в крови у стариков имел незначительную тенденцию к повышению. Следует отметить, что увеличение общего тироксина в группе людей старческого возраста не носило значимого характера. Вместе с тем уровень свободного (активного) тироксина у них значительно снижался. Однако превращение тироксина в трийодтиронин у стариков не отличалось от контрольной группы.

Полученные результаты указывают на то, что функция тироидной системы как при развитии ССД, так и при старении угнетается. Использование определения тироидного статуса позволит усовершенствовать диагностику ССД и даст дополнительные возможности для оценки динамики течения заболевания, а в возрастном аспекте даст возможность при значительных нарушениях функции щитовидной железы вовремя проводить их коррекцию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Yen, P. M.* Physiological and Molecular Basis of ThyroidHormone Action / P. M. Yen // *Physiological Reviews.* – 2001. – V. 81, № 3. – P. 1097–1142.
2. *Chiffot, H.* Incidence and prevalence of systemic sclerosis: a systematic literature review / H. Chiffot, B. Fautrel, C. Sordet // *Semin. Arthritis Rheum.* – 2008. – V. 37. – P. 223–235.
3. *Процаева, К.* Старение и щитовидная железа / К. Процаева // *LesNouvellesEsthetiques.* – 2012. – № 5. – С. 17–24.
4. *Gerasimovich, A.* The functioning of thyroid system in the cases of a systemic scleroderma / A. Gerasimovich // *Actual Environmental Problems: proceeding of the VI International Scientific Conference of young scientists, graduates, master and PhD students / International Sakharov Environmental Institute of BSU.* – Minsk, 2016. – P. 44.

# АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС СЕМЯН ПОПУЛЯЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS L.*), ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ХРОНИЧЕСКОГО ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

## ANTIOXIDANT STATUS OF SEEDS OF POPULATIONS OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS L.*) GROWING IN THE CONDITIONS OF CHRONIC IONIZING RADIATION

***Н. В. Гончарова, В. Ф. Ковалев***  
***N. Goncharova, V. Kovalev***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
goncharova@iseu.by  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Изучена антиоксидантная система семян популяций сосны обыкновенной, произрастающих в лесхозах Гомельской области. Установлено превышение фонового содержания радиоактивного цезия в хвое, ветках, коре и древесине сосны обыкновенной. Показано снижение антиоксидантного статуса семян – биохимического маркера стрессового состояния растений.

The antioxidant system of seeds of populations of Scots pine growing in forest enterprises of Gomel region. Found above the background content of radioactive cesium in pine needles, branches, bark and wood of Scots pine. Shows the decline of the antioxidant status of the seeds – biochemical marker of stress status of plants.

*Ключевые слова:* семена, антиоксидантный статус, хроническое облучение, малые дозы, триптофансодержащие белки, поглощенные дозы, техногенное загрязнение; цезий-137.

*Keywords:* antioxidant status, chronic irradiation, low doses, tryptophanase proteins, absorbed doses, industrial pollution; cesium-137.

Своевременная оценка устойчивости лесных экосистем имеет огромное значение в связи с постоянно усиливающимся антропогенным давлением. В Республике Беларусь сегодня наблюдается кризис лесных сообществ, который проявляется в сокращении площади лесных территорий, снижении их устойчивости, продуктивности, способности противостоять вредителям и болезням, в сокращении видового разнообразия.

До настоящего времени остается открытым вопрос о том, какие генетические процессы происходят в популяциях растений и животных, населяющих территории с относительно низким уровнем радиоактивного загрязнения. Конкретные микроэволюционные механизмы адаптации популяций к изменившимся условиям среды также остаются не до конца изученными. Нет полного понимания того, как сказывается на репродуктивной способности, адаптивной дифференциации и судьбе населяющих такие территории популяций характерные для этих условий повышенные частоты генетических и цитогенетических нарушений в соматических и половых клетках [1–2]. Результаты исследований влияния малых доз хронического облучения на состояние природных популяций позволят в дальнейшем выработать научно обоснованные принципы и нормы допустимого техногенного воздействия на природные экосистемы.

Цель исследования – оценка антиоксидантной активности в генеративных органах популяций сосны обыкновенной в лесных экосистемах Гомельской области.

Исследование проводили в загрязненных радионуклидами лесных экосистемах Гомельской области: ПГРЭЗ, Наровлянский и Ветковский лесхозы. Контрольные участки по основным параметрам, сходны с загрязненными участками, исключая радионуклидное загрязнение (мощность поглощенной в воздухе дозы минимальная, не превышает 0.1 мкГр/ч). Использование контрольных участков обусловлено необходимостью учета пространственной гетерогенности среды обитания популяций. Все экспериментальные и контрольные участки характеризуются значительным представительством сосновых деревьев в фитоценозе. Почвы – дерново-подзолистые, близки по физико-химическим свойствам.

В работе оценивали уровень антиоксидантов в семенах – биохимических маркеров стрессового состояния растений. В качестве такого маркера использовали триптофансодержащие белки. Показано, что с увеличением степени загрязнения экспериментальных участков, содержание их семян снижалось. В условиях максимального загрязнения радиоцезием уровень триптофановых белков был ниже фонового: в семенах сосны, произрастающей на территории опытных участков, в 4,2–8,9 раза.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Geras'kin, S. A. Effects of long-term chronic exposure to radionuclides in plant populations / S. A. Geras'kin, T. Evseeva, A. Oudalova // Journal of Environmental Radioactivity. – 2013. – V. 121. – P.22–32.
2. Geras'kin, S. A. Cytogenetic damage and reproductive effects in Scots pine populations affected by the Chernobyl accident / S. A. Geras'kin, A. A. Oudalova, N. S. Dikareva et al. // Ecotoxicology. – 2011. – V. 20. – P. 1195–1208.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОМИГРАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОН БЕЛАРУССКОЙ АЭС

### STUDY MIGRATION ABILITY SOD-PODZOLIC SOILS SANITARY PROTECTION ZONE OF THE BELARUSIAN NPP

**В. А. Горская, Л. Н. Москальчук**  
**V. Gorskaya, L. Maskalchuk**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ  
г. Минск, Республика Беларусь  
vavaka-1@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Изучение основных физико-химических свойств почв является сложной задачей, поскольку большинство почвенных характеристик и показателей, определяющих миграцию радионуклидов, находится в тесной взаимосвязи. Таким образом, мы можем исследовать поведение радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в почвах санитарно-защитной зоны района размещения Белорусской АЭС.

The study of the basic physical and chemical properties of soils is a complex task, because most of the soil characteristics and indicators that determine the migration of radionuclides are in close interrelation. Thus, we can investigate the behavior of radionuclides  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in the soils of the sanitary protection zone of the locality of the Belarusian Nuclear Power Plant.

*Ключевые слова:* радионуклиды  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , миграционные свойства, почвенные характеристики.

*Keywords:* radionuclides  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$ , soil migration properties, soil characteristics.

В связи со строительством Белорусской АЭС появляется новый источник поступлений во внешнюю среду теплового загрязнения и радиоактивных веществ.

Под миграцией радионуклидов в почве принято понимать совокупность процессов, приводящих к перемещению радионуклидов в почве или перераспределению их между различными ее фазами и состояниями в вертикальном и горизонтальном направлении. К процессам, вызывающих миграцию радионуклидов, относят: форму нахождения радионуклидов в почве, фильтрацию атмосферных осадков вглубь почвы, капиллярные потоки влаги к поверхности после испарения, перенос влаги под воздействием градиента температуры, диффузию адсорбированных и свободных ионов, перенос на мигрирующих коллоидных частицах, деятельность почвенных животных, хозяйственная деятельность человека. Подвижность радионуклидов обусловлена взаимодействием с веществами почвенного комплекса, что приводит к распределению радионуклидов по профилю почв [1].

Таким образом, степень воздействия отдельного взятого показателя зависит от свойств почвенно-поглощающего комплекса и от влияния всего комплекса в целом, что и будет определять миграционные свойства радионуклидов в почвах санитарно-защитной зоны Белорусской АЭС.

В результате выполненных исследований установлено, что: 1) преобладающей подстилающей породой в санитарно-защитной зоне Белорусской АЭС является суглинок, в минералогическом составе которого преобладают вторичные алюмосиликаты, обладающие высокими сорбционными свойствами по отношению к  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , что будет способствовать снижению миграции радионуклидов по почвенному профилю; 2) данные типы почв имеют низкое содержание гумуса (2,37 %) и в составе гумуса преобладают фульвокислоты, что отрицательно сказывается на их фиксирующей способности по отношению к  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  и способствует их миграции; 3) низкое содержание катионов ( $\text{K}^+$ ) способствует повышению подвижности  $^{137}\text{Cs}$ ; 4) гранулометрический состав (около 17 % глинистых и 80 % песчаных фракций) исследуемых образцов почв оказывает незначительное влияние на миграцию радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  (песчаная фракция) и  $^{90}\text{Sr}$  (глинистая фракция).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фрид, А. С. Механизмы и модели миграции  $^{137}\text{Cs}$  в почвах / А.С Фрид // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1999. – Т. 39, № 6. – С. 667–674.

**МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**  
**MEDICAL AND TECHNICAL ASPECTS OF ENSURING RADIATION SAFETY  
IN EMERGENCY SITUATIONS**

***А. Н. Гребенюк<sup>1, 2</sup>, А. В. Миляев<sup>1</sup>, Ю. В. Мирошниченко<sup>2</sup>, Е. Д. Куринной<sup>1</sup>***  
***A. Grebenyuk<sup>1, 2</sup>, A. Miliaev<sup>1</sup>, Yu. Miroshnichenko<sup>2</sup>, E. Kurinnoy<sup>1</sup>***

<sup>1</sup> ООО «Специальная и Медицинская Техника»  
<sup>2</sup> Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова  
Санкт-Петербург, Российская Федерация  
*grebenyuk\_an@mail.ru*

<sup>1</sup> *Special & Medical Equipment*  
<sup>2</sup> *Kirov Military Medical Academy*  
*St. Petersburg, Russia*

Рассмотрены медико-технические аспекты обеспечения радиационной безопасности персонала, спасателей и населения при радиационных авариях и катастрофах. Показано, что эффективное предупреждение радиационных поражений при чрезвычайных ситуациях на радиационно-опасных объектах достигается путем реализации базовых принципов защиты – временем, расстоянием, экранированием. Обоснована необходимость применения медицинских средств защиты при невозможности избежать сверхнормативного облучения. Представлены существующие лекарственные препараты, предназначенные для профилактики и лечения радиационных поражений. Дана подробная характеристика аптечек первой помощи, сумок медицинских, комплектов медицинского имущества и средств эвакуации, которые могут использоваться для оказания помощи при чрезвычайных ситуациях на радиационно-опасных объектах.

Medical and technical aspects of ensuring radiation safety of personnel, rescuers and the population in case of radiation accidents and catastrophes are considered. It is shown that the effective prevention of radiation injuries in emergency situations on radiation dangerous objects is achieved by the implementation of the basic principles of protection – time, distance, shielding. The necessity of using of medical means of radiation protection when it is impossible to avoid excessive irradiation is justified. Existing medicines for prevention and treatment of radiation injuries are presented. Detailed descriptions of first-aid kits, medical bags, medical equipment sets and means for evacuation that can be used to assist in emergencies on radiation-hazardous facilities are given.

*Ключевые слова:* радиационная авария, облучение, радиационное поражение, профилактика, лечение, противолучевые средства, аптечка первой помощи, сумка медицинская.

*Keywords:* radiation accident, irradiation, radiation injury, prevention, treatment, radioprotective agents, first aid kit, medical bag.

При чрезвычайных ситуациях на радиационно-опасных объектах, связанных с выбросом в окружающую среду большого количества радиоактивных веществ и потенциальной угрозой для жизни и здоровья людей, основными принципами организации и проведения защитных, в том числе и медицинских мероприятий, являются недопущение детерминированных эффектов облучения и максимальное снижение стохастических эффектов. В связи с этим, защитные, санитарно-гигиенические и лечебно-эвакуационные мероприятия должны носить экстренный характер.

Комплекс мер, обеспечивающих уменьшение интенсивности воздействия на организм ионизирующих излучений, предусматривает использование физических и медицинских способов радиационной защиты. Физическую радиационную защиту осуществляют временем (проведение работ, связанных с облучением, в течение минимально возможного отрезка времени), количеством (при невозможности избежать контакта – использование минимально возможного по технологии количества радиоактивного вещества или источника с минимально возможным выходом излучений), расстоянием (обеспечение во время работ с источниками ионизирующих излучений максимально возможным для данных условий расстоянием от источника до человека) и экранированием облучаемого объекта (использование специальных защитных материалов и устройств, экранирующих организм человека от прямого действия ионизирующих излучений, а также технических средств индивидуальной защиты). Медицинские средства играют в противорадиационной защите вспомогательную роль: их применение необходимо при невозможности избежать сверхнормативного облучения. Однако при проведении медицинских мероприятий, направленных на устранение негативных последствий радиации здоровью и ускорение восстановительных процессов в облученном организме, их использование обязательно.



Медицинская противорадиационная защита является одним из важнейших элементов системы медицинского обеспечения населения, персонала и спасателей при радиационных авариях. Она направлена на сохранение жизни, здоровья и трудоспособности людей в условиях действия поражающих факторов радиационной аварии, а ее целью является предотвращение возникновения детерминированных эффектов и сведение к минимуму стохастических эффектов облучения путем применения специальных лекарственных препаратов – медицинских средств противорадиационной защиты. Эти средства могут применяться как при оказании первой помощи непосредственно в очагах радиационных поражений, так и на этапах медицинской эвакуации в ходе оказания медицинской помощи. Оказание медицинской помощи при радиационных авариях осуществляется на этапах первичной медико-санитарной и/или скорой медицинской помощи, а также в стационарах, обладающих возможностями оказания специализированной, в т. ч. высокотехнологической, медицинской помощи. Особая роль при оказании медицинской помощи принадлежит средствам ранней патогенетической терапии радиационных поражений, средствам профилактики и купирования первичной реакции на облучение, а также антидотам радиоактивных веществ: беталейкин, дезоксинат, ферроцин, калия йодид, пентацин, метоклопрамид, латран. Для профилактики поражений могут использоваться препарат Б-190 и цистамин, для повышения радиорезистентности – гепарин, рибоксин, эстрогены, адаптогены, поливитамины.

Большинство современных медицинских средств противорадиационной защиты входит в состав аптечек первой помощи, сумок медицинских и комплектов медицинского имущества, предназначенных для оказания неотложной помощи при массовых поражениях людей в военное время и при чрезвычайных ситуациях мирного времени. Так, в состав аптечки первой помощи индивидуальной АППИ входит радиопротектор Б-190 и средство для профилактики первичной реакции на облучение латран. Сумка первой помощи СПП, наряду с этими лекарственными препаратами, содержит калия йодид, сумка фельдшера СФВ – калия йодид и ферроцин, сумка врача СВВ – калия йодид, ферроцин, унитиол и беталейкин. Эти и другие противолучевые средства входят в состав различных комплектов медицинского имущества, с помощью которых в полевых условиях быстро развертываются функциональные подразделения (приемно-сортировочное, противошоковое, эвакуационное, госпитальное и другие отделения) мобильных медицинских госпиталей. Для медицинской эвакуации тяжелых пораженных из очага радиационной аварии может использоваться многофункциональное эвакуационно-транспортное иммобилизирующее устройство МЭТИУ, позволяющее проводить мероприятия интенсивной терапии (искусственная вентиляция легких, дефибрилляция, мониторинг жизненно важных функций, дозированное введение лекарственных препаратов и др.) в автономном режиме. С помощью МЭТИУ можно осуществлять медицинскую эвакуацию пораженного в любых видах транспорта. Его использование позволяет существенно снизить летальность при жизнеугрожающих состояниях, особенно на передовых этапах медицинской эвакуации, поскольку дает возможность проводить интенсивную терапию с мониторингом физиологических функций и одновременно – транспортную иммобилизацию, вынос (вывоз) и транспортировку лиц с тяжелыми травмами и радиационными поражениями. Такой подход рационален не только с медицинской точки зрения, но и с экономической.

Наибольшая эффективность использования медицинских средств противорадиационной защиты и технических средств обеспечения оказания медицинской помощи и эвакуации пораженных достигается при грамотном проведении мероприятий физической радиационной защиты. Особенно важно, что современные медико-технические средства противорадиационной защиты обеспечивают не только профилактику и лечение самых тяжелых проявлений лучевой патологии, но и резко увеличивают шансы пораженных на сохранение жизни и здоровья в отдаленный период радиационной аварии.

## **ЗЕРЕННАЯ СТРУКТУРА БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ ФОЛЬГ СПЛАВОВ Sn-Zn-Bi И Sn-Zn-In, ОБЛУЧЕННЫХ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧНЫМИ ИОНАМИ Kr И Xe**

### **GRAIN STRUCTURE OF RAPIDLYSOLIDIFIED FOILS OF Sn-Zn-Bi AND Sn-Zn-IN ALLOYS IRRADIATED BY HIGH-ENERGY IONS Kr AND Xe**

***О. В. Гусакова***  
***O. Gusakova***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
ol.gusakova@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Актуальность исследования сплавов систем Sn-Zn-Bi и Sn-Zn-In связана с необходимостью замены свинецсодержащих материалов, в частности в электронной промышленности. В работе представлены результаты исследования зеренной структуры быстрозатвердевших фольг тройных сплавов, подвергнутых облу-

чению ионами. Увеличение средних размеров зерен обусловлено нагревом образца в процессе облучения и протекает за счет собирательной рекристаллизации.

The relevance of studying the alloys of Sn-Zn-Bi and Sn-Zn-In systems is associated with the need to replace lead-containing materials, in particular in the electronics industry. The paper presents the results of the investigation of the grain structure of rapidly solidified foils of triple alloys subjected to ion irradiation. The increase in the average grain size is due to the heating of the sample during irradiation and proceeds through collective recrystallization.

*Ключевые слова:* сверхбыстрая закалка, зеренная структура, радиационная стойкость, сплавы олова.

*Keywords:* Ultrafast quenching, grain structure, radiation resistance, tin.

Поскольку Европейский союз и ряд других стран принял решение запретить поставки и продажу электроники, в которой используются припои с добавлением свинца, то возникла необходимость разработки материалов для бессвинцовой пайки [1]. Эта задача во многом решена предлагаемыми на рынке припоями на основе эвтектических сплавов Sn-Ag, Sn-Ag-Cu, Sn-Bi и др. Однако оптимизация составов сплавов и разработка технологий их производства актуальна до настоящего времени по самым разным причинам. Так, использование в припоях серебра приводит к необходимости демонтажа элементов пайки после выхода изделия из строя, а сплав Sn-Bi имеет высокую стоимость. Наиболее близким по температуре плавления к Sn-Pb ( $T_{пл} = 183\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) является сплав Sn-9 мас. % Zn ( $T_{пл} = 198,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Недостатком эвтектики Sn-Zn является склонность к окислению из-за высокой концентрации цинка. При добавлении в сплав висмута и индия состав эвтектики смещается в сторону уменьшения концентрации цинка, температура плавления сплава Sn-Zn-Bi-In понижается. Устойчивость полупроводниковых изделий к воздействию излучений определяется материалами активных и монтажных элементов, что делает актуальной разработку быстрозакаленных припоев, обеспечивающих создание коррозионно- и радиационно-стойких соединений.

В работе представлены результаты исследования зеренной структуры быстрозатвердевших фольг сплавов Sn-8 мас.%Zn-3 мас.%Bi и Sn-8 мас.% Zn-11 мас.%In, находящихся на стадии фазового старения, подвергнутых облучению ионами Kr и Xe с энергией 1,75 Мэв, и дозой от  $10^{10}$  до  $10^{12}\text{ см}^{-2}$ .

На рисунке представлен вид зеренной структуры исходного сплава Sn-8 мас.% Zn-11 мас.% и после облучения потоком ионов Xe с максимальной дозой  $10^{12}\text{ см}^{-2}$ .

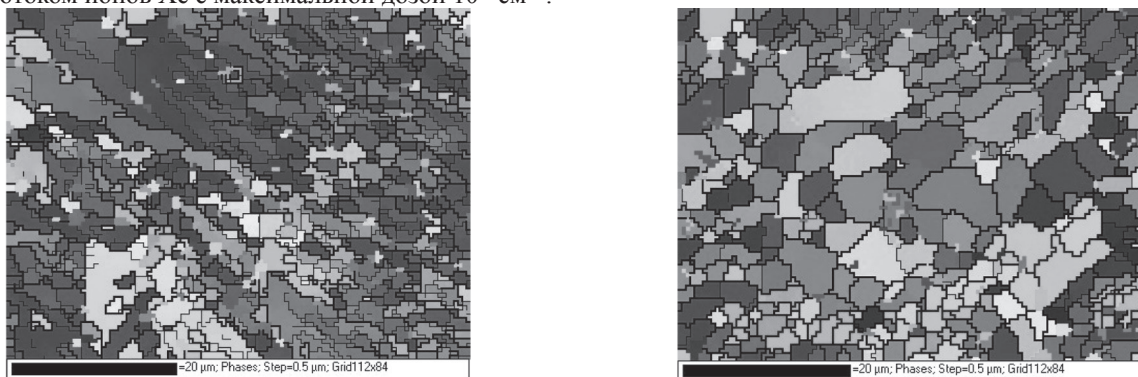


Рисунок – Зеренная структура сплава Sn-8 мас.% Zn-11 мас.% до (а) и после (б) облучения ионами ксенона

При максимальной дозе облучения Xe наблюдается увеличение среднего размера зерна для сплава Sn-8 мас.%Zn-3 мас.%Bi на 40 % (от 1,9 мкм до 2,6 мкм), а для сплава Sn-8 мас.% Zn-11 мас.%In на 10 % (от 2,0 мкм до 2,2 мкм). При облучении ионами Kr заметного изменения размеров зерен не происходит. Поскольку при комнатной температуре зеренная структура исследуемых сплавов не изменяется [1], то увеличение средних размеров зерен обусловлено нагревом образца в процессе облучения и протекает за счет собирательной рекристаллизации при уменьшении количества дисперсных зерен с размером менее 0,5 мкм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гусакова, О. В. Зеренная структура и текстура быстрозатвердевших фольг олова, полученных при различных режимах сверхбыстрого охлаждения / О. В. Гусакова, В. Г. Шепелевич // Материалы, технологии, инструменты. – 2010. – Т. 15, № 2.– С. 54–57.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ГАММА- И НЕЙТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЙ В ДЕТЕКТИРУЮЩИХ СРЕДАХ

## MODELLING OF TRANSPORT OF GAMMA- AND NEUTRON RADIATION IN DETECTOR MATERIALS

**А. И. Дубровский<sup>1</sup>, О. В. Гусакова<sup>1</sup>, В. А. Береснева<sup>2</sup>**  
**A. Dubrovsky<sup>1</sup>, O. Gusakova<sup>1</sup>, V. Beresneva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

<sup>2</sup>«ОИЭЯИ-Сосны» НАН Беларуси

г. Минск, Республика Беларусь

a1dubrovskii@gmail.com

<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU

<sup>2</sup>"JIPNR-Sosny" NASB

Minsk, Republic of Belarus

В свете прогрессивного развития информационных технологий во всем мире широкое применение находят неаналитические численные методы расчета с использованием мощных вычислительных систем. В частности, весьма эффективным сегодня представляется использование метода Монте-Карло для моделирования переноса ионизирующих излучений и симуляции радиационных взаимодействий.

In the state of progressive extension of information technologies around the world, non-analytic methods of calculation are widely used by means of powerful computer systems. In particular, it is very effective today to use the Monte Carlo method to simulate the transport of ionizing radiations and radiation interactions.

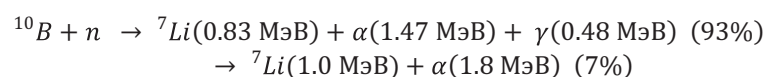
*Ключевые слова:* метод Монте-Карло, моделирование, ионизирующее излучение.

*Keywords:* Monte-Carlo method, modeling, ionizing radiation.

Современные компьютеры и вычислительные системы сегодня, как правило, обладают достаточным количеством ресурсов для решения сложных и трудоемких задач путем моделирования случайных процессов. Это особенно актуально в сфере ядерной индустрии, когда постановка реального эксперимента является дорогостоящей и трудноосуществимой физически. В частности, разработка приборов радиационного контроля – это сложный и наукоемкий процесс, который может быть в значительной степени упрощен использованием Монте-Карло-кодов с целью детального исследования взаимодействия ионизирующих излучений с детектирующими материалами. Грамотная реализация модельного эксперимента позволяет быстро подобрать материал детектора, его объем, форму, вспомогательные конструктивы и их геометрические параметры так, чтобы в результате сборки характеристики будущего дозиметрического и/или спектрометрического прибора полностью соответствовали предъявляемым к нему требованиям. Иными словами, путем несложных экспресс-расчетов можно быстро и эффективно определить некоторые характеристики детектора еще на стадии планирования прибора радиационного контроля, что значительно упрощает и удешевляет процесс его разработки.

На сегодняшний день среди наиболее популярных Монте-Карло кодов можно выделить MCNPX и GEANT4. Каждый из них имеет ряд преимуществ и недостатков, а также свою специфику написания модели (ее геометрию и физическую составляющую). Кроме того, существуют разные типы задач, связанных с регистрацией ионизирующих излучений, которые с большей или меньшей степенью точности могут быть решены при помощи MCNPX и GEANT4. Поэтому для обчета детектора, который предположительно ляжет в основу прибора, следует отдать предпочтение тому Монте-Карло-коду, который может лучше справиться с поставленной задачей.

Результаты исследования показали, что GEANT4 способен корректно разыгрывать мультичастичную задачу, когда необходимо смоделировать ядерную реакцию, подсчитать продукты взаимодействия и их характеристики. Это было проверено на примере реакции B-10(n,α)Li-7:



Более того, GEANT4 позволяет моделировать оптические процессы, возникающие в объеме сцинтиллятора. В свою очередь, MCNPX с этими задачами традиционными методами не справляется.

С другой стороны, при моделировании детекторов гамма-излучения удобно использовать коды серии MCNP, которые включают все физические процессы, протекающие при взаимодействии гамма-излучения низких энергий с материалами, и не требуют знаний программирования на языке C++.

**СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА  
ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННОГО ТОМОГРАФА, СОВМЕЩЕННОГО  
С КОМПЬЮТЕРНЫМ ТОМОГРАФОМ**

**MODERN SYSTEM OF CONTROL OF QUALITY OF POSITRON-EMISSION  
TOMOGRAPH COMBINED WITH COMPUTER TOMOGRAPH**

***Е. В. Емельяненко, И. Г. Тарутин***  
***E. Emelyanenko, I. Tarutin***

*РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова  
агр. Лесной 3, Минская обл., Республика Беларусь  
zheka-ava@mail.ru*

*N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus, Lesnoy Minsk District, Republic of Belarus*

Представлены современные методы контроля качества для позитронно-эмиссионного томографа Discovery IQ. Данные методы адаптированы к определенным условиям клинической эксплуатации указанного аппарата в РНПЦ ОиМР им. Н.Н. Александрова, с учетом имеющихся возможностей и особенностей оборудования.

In this article is presented modern methods of quality control for positron emission tomograph Discovery IQ. The methods are adapted to the specific conditions of the clinical operation of indicated equipment at the N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus, taking into account the existing features and equipment capabilities

*Ключевые слова:* контроль качества, ПЭТ/КТ-сканер, фантом, ПЭТ-центр, качество изображения.

*Keywords:* quality control, PET/CT scanner, phantom, PET – center, image quality.

В Государственном учреждении «РНПЦ ОиМР им. Н. Н. Александрова» в 2015 г. установлено три комбинированных ПЭТ-КТ сканера «Discovery 710» и два «Discovery IQ» производства компании «General Electric». Данное оборудование обладает большим спектром функциональных возможностей за счет современной детектирующей системы в ПЭТ и возможности совмещения изображения с изображением, полученном на компьютерном томографе (КТ). Совмещенное изображение позволяет получить целостную картину метаболической активности и анатомической информации, что позволяет достаточно точно локализовать очаги накопления РФП.

Точность и корректность информации, получаемой на ПЭТ/КТ-изображениях, в значительной степени зависит от технических характеристик томографов и нуждается в своевременном и периодическом контроле. Существующие стандарты радионуклидной диагностики предъявляют достаточно высокие требования к качеству получаемого изображения, а также радиационной нагрузке на пациента. Таким образом, ставится две задачи: получение качественного изображения и минимизация радиационной нагрузки на пациентов, что является достаточно непростым условием, при сохранении максимальной информативности изображения.

**Методика эксперимента.** Получены серии реконструированных изображений водонаполненного фантома с F-18 ФДГ (2-фтор-2 дезоксиглюкоза). Проведен анализ реконструированного ПЭТ-изображения фантома и совмещенного ПЭТ – КТ-изображения. Рассчитан кросс-калибровочный коэффициент, проведена проверка однородности изображения. Выполнен анализ и подобраны коэффициенты для оптимального качества реконструкции с алгоритмами QClear и VRHD.

**Результаты и их обсуждение.** Максимальное значение рассчитываемой удельной активности незначительно отличается от максимальной измеряемой (1 %) удельной активности в зоне интереса. Краевых эффектов в совмещенном изображении не наблюдается. Смещений изображений не наблюдается. Полученные результаты свидетельствуют о корректной работе оборудования. Подобранные коэффициенты реконструкции изображения позволяют получить оптимальное качество паталогических очагов – оконтуривание, контрастность (Рисунок 1–2), а также минимизировать шум.



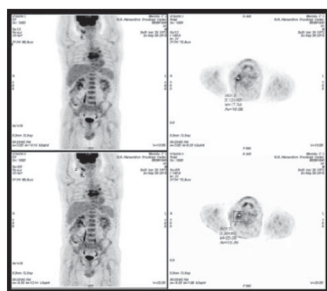


Рисунок 1 – Изображение до реконструкции

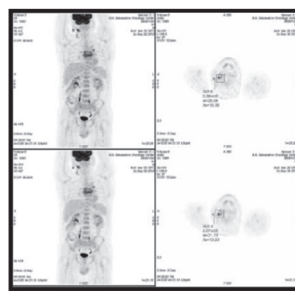


Рисунок 2 – Изображения после реконструкции с алгоритмом QClear (коэффициент 500)

Разработанные методы контроля качества изображения позволяют в достаточной мере обеспечить гарантию качества для комбинированного ПЭТ/КТ-сканера Discovery IQ в условиях Республиканского ПЭТ центра. Остаются открытыми вопросы гармонизации существующих стандартов гарантии качества для КТ- и ПЭТ-сканеров. Требуется создание отечественного стандарта гарантии качества работы комбинированных ПЭТ/КТ-сканеров, адаптированных к условиям конкретных отделений ПЭТ/КТ-диагностики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Наркевич, Б. Я. Медицинская физика / Б. Я. Наркевич, В. А. Костылев. – М. : Медицина, 2008.
2. Рудас, М. С. Позитронно-эмиссионная томография в клинической практике: учеб.-метод. пособие / М. С. Рудас, И. Ю. Насникова, Г. Г. Матякин. . – М.: ЦКБ УДП РФ, 2007.
3. Государственный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р МЭК 61223-2-6-2001 Оценка и контроль эксплуатационных параметров рентгеновской аппаратуры в отделениях (кабинетах) рентгенодиагностики. Ч. 2–6. Испытания на постоянство параметров. Аппараты для рентгеновской компьютерной томографии. – М. : Госстандарт России, 2001.
4. International Electrotechnical Commission. Evaluation and Routine Testing in Medical Imaging Departments – Part 2–6: Constancy Tests Imaging Performance of Computed Tomography X-Ray Equipment. Ed. 2.0. IEC 61223-2-6. – Geneva: IEC, 2006.
6. Протокол контроля качества работы аппаратов и приборов ядерной медицины, д-р техн. наук, проф. И. Г. Тарутин, канд. мед. наук Б. Д. Шитиков, вед. инженер В. Н. Апанович, 2007.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГНОЗА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР THE ANALYSIS OF FORECAST ON RADIOACTIVE CONTAMINATION IN SOME CROPS

**А. И. Ерошов<sup>1</sup>, И. Н. Марцуль<sup>2</sup>, А. И. Антоненков<sup>2</sup>**  
**A. Eroshov<sup>1</sup>, I. Martsul<sup>2</sup>, A. Antonenkov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
an.eroshov@iseu.by

Белорусский государственный экономический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State Economic University, Minsk, Republic of Belarus

Проведено исследование динамики коэффициентов перехода в некоторые зерновые и кормовые культуры. Установлено, что их значения уменьшились за последние 20–25 лет в семь-восемь раз.

The dynamics of transition coefficients in some cereals and fodder crops is studied. It is established that their values have decreased seven to eight times in the past 20–25 years.

*Ключевые слова:* прогнозирование, удельная активность, коэффициент перехода, радиоактивное загрязнение.

*Keywords:* forecast, specific activity, conversion factor, radioactive contamination.



Поступление радионуклидов в основные сельскохозяйственные культуры зависит от целого ряда факторов, к числу которых относится плотность радиоактивного загрязнения, время взаимодействия радионуклидов с почвой, агрохимическая характеристика, тип и гранулометрический состав почвы и др.

Комплексным показателем, характеризующим закономерность загрязнения сельскохозяйственной культуры радионуклидом, является коэффициент перехода (Кп), который представляет собой отношение удельной активности радионуклида в образце хозяйственно-ценной части растения к плотности загрязнения почвы. Кп рассчитывают из фактических результатов определения содержания радионуклида в растениях и почве и используют для прогнозирования загрязнения растениеводческой продукции.

В настоящее время прогноз возможного уровня загрязнения сельскохозяйственной культуры производят по формуле:

$$УА = Кп \cdot П \cdot 37, \text{ где}$$

УА – удельная активность растений, Бк/кг;

Кп – коэффициент перехода цезия-137 в растения с учетом различных почвенных условий, нКи/кг:Ки/км<sup>2</sup>;

37 – коэффициент пересчета нКи /кг в Бк\кг.

Ранее (1) исследование Кп проводилось по данным Наровлянской и Хойникской ветеринарных лабораторий, где была проведена выборка удельной активности зерна озимой ржи, ячменя, овса, клубней картофеля и сена многолетних злаковых трав, образцы которых были получены для радиационного контроля из колхозов и совхозов, где преобладают дерново-подзолистые легкие (песчаные и супесчаные) почвы с плотностью загрязнения цезием-137 от 185 до 555 кБк/м<sup>2</sup>. В выборку включены послеаварийные годы, начиная с 1989, когда в основном преобладал корневой путь поступления радионуклидов в продукцию растениеводства. В 2012–2016 гг. использованы данные из Лоевского и Калинковичского районов.

Обобщение результатов исследований показало, что наибольшее загрязнение изучаемых культур было в 1989–1991 гг. наблюдений. Удельная активность зерна составляла от 320 Бк/кг у ячменя и до 610 у овса. Большим загрязнением характеризовались отдельные пробы клубней картофеля – до 1360 Бк/кг. Но уже через год активность зерна у всех зерновых культур уменьшилась почти в два раза, а клубней картофеля – почти в семь раз. В последующие годы наблюдалось менее значительное снижение как удельной активности изучаемых культур, так и Кп. В отличие от зерновых культур и картофеля, коэффициенты перехода цезия-137 в сено многолетних трав были значительно выше как в первые послеаварийные годы, так и в настоящее время. Это, вероятнее всего, связано с тем, что травы, имея более мощную корневую систему, могут более полно использовать как питательные вещества из корнеобитаемого слоя почвы, так и радиоактивные загрязнители. Кроме этого, травы, в отличие от зерновых и пропашных культур, убирают в фазу наибольшей питательной ценности (бутонизации или цветения), которая характеризуется большим содержанием минеральных веществ, в том числе и радиоактивных, в вегетативной массе. Удельная активность и Кп, полученные по данным ветеринарных лабораторий Лоевского и Калинковичского районов в основном согласуются с аналогичными данными других районов.

Значительное уменьшение Кп в первые послеаварийные годы в первую очередь связано с изменением прочности связи радионуклидов с почвенно-поглощающим комплексом и потенциальной доступности их растениям. Так, если по данным на 1989 г. (1) обменные (доступные для растений) формы цезия-137 для большинства почв составляли 50–70 % от общего содержания, то уже в 1994 г. (2) доля легкодоступного корневым системам растений была в пределах от 2,1 до 10,4 %. Основное количество цезия-137 (69,8 – 82,0 %) находилось в прочносвязанной форме, в том числе и внедренной в кристаллическую решетку глинистых минералов. Доступность растениям цезия-137 существенно уменьшается во времени по мере процесса «старения» радионуклида и фиксации его почвой. За период с 1987 по 2013 г. доля подвижного радиоактивного цезия уменьшилась с 29–74 до 3–12 % от валового, или в среднем более чем в шесть раз.

На снижение удельной активности цезия в зерне, клубнях и сене существенное влияние также могли оказать специальные защитные мероприятия: внесение повышенных доз удобрений, выращивание более продуктивных сортов, совершенствование технологий выращивания, другие контрмеры. Уменьшение радиоактивного загрязнения связано также и с естественным распадом цезия-137, а также его перераспределением в почве.

Таким образом, на основании полученных результатов исследований можно заключить, что коэффициенты перехода цезия-137 для прогнозирования возможного загрязнения сельскохозяйственных культур необходимо чаще уточнять в первые послеаварийные годы, а в последующие – их значения стабильнее и могут более продолжительное время использоваться для целей прогнозирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Смеян, Н. И., Марциуль И. Н.* Материалы научной конференции (20–21 июля 1989 г.) «Основные положения концепции сельскохозяйственного производства в зоне радиоактивного загрязнения выбросами Чернобыльской АЭС». – Минск 1990.
2. *Багдзевіч, І. М.* Основы агрономії / І. М. Багдзевіч. – Мінск: Ураджай, 1999.

**ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОМЕРНОГО ЗАГЛУБЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ  
 $^{134}\text{Cs}$  И  $^{137}\text{Cs}$  НА РЕЗУЛЬТАТЫ *IN SITU* ИЗМЕРЕНИЙ**  
**EFFECT OF UNSTEADY DEPTH DISTRIBUTION OF  $^{134}\text{Cs}$  AND  $^{137}\text{Cs}$   
RADIONUCLIDES ON *IN SITU* MEASUREMENTS**

**А. И. Жуковский<sup>1</sup>, А. О. Ничипорчук<sup>1</sup>, О. М. Аншаков<sup>1</sup>, А. А. Хрущинский<sup>2</sup>,  
М. С. Морозик<sup>3</sup>, Л. Ф. Бабичев<sup>4</sup>, С. А. Кутень<sup>2</sup>**  
**A. Zhukouski<sup>1</sup>, A. Nichiparchuk<sup>1</sup>, O. Anshakou<sup>1</sup>, A. Khutchinsky<sup>2</sup>, M. Marozik<sup>3</sup>,  
L. Babichev<sup>4</sup>, S. Kutsen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>УП «АТОМТЕХ»

г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Институт ядерных проблем БГУ,

г. Минск, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,

г. Минск, Республика Беларусь

<sup>4</sup>ОИЭЯИ-Сосны НАН Беларуси,

г. Минск, Республика Беларусь

alexzhukovski@gmail.com

<sup>1</sup>SPE ATOMTECH, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Institute of Nuclear Problems, Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

<sup>3</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

<sup>4</sup>Joint Institute for Power and Nuclear Research - SOSNY, NAS of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

Обсуждаются результаты Монте-Карло моделирования процесса *in situ* измерений с помощью сцинтилляционного детектора загрязненной радионуклидами цезия почвы. Изучено влияние неравномерного заглубления радионуклидов  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$  на функцию отклика детектора. Показана возможность выполнения *in situ* измерений некультивируемых почв без проведения предварительного отбора и анализа проб, дополнительных коллимирующих устройств путем определения эффективной толщины загрязненного слоя.

The paper discusses the results of the Monte Carlo modeling of the *in situ* measurements using a scintillation detector of soil contaminated by cesium radionuclides. The effect of non-uniform depth of  $^{134}\text{Cs}$  and  $^{137}\text{Cs}$  radionuclides on the detector response function has been analyzed. We have shown the possibility of *in situ* measurements in non-cultivated soils without preliminary sampling, additional collimating devices by determining the effective thickness of the contaminated layer.

**Ключевые слова:** Монте-Карло моделирование, теоретический аппаратный спектр, *in situ* измерение, эффективная толщина загрязненного слоя участка почвы, неравномерное заглубление радионуклида.

**Keywords:** Monte Carlo modeling, theoretical spectrum, *in situ* measuring, unsteady radionuclide depth.

За последние годы произошло несколько радиационных аварий с большими радиэкологическими последствиями. В 2011 г. произошла крупная радиационная авария на АЭС Фукусима (Япония). В результате чего были загрязнены значительные территории региона Тохоку радионуклидами  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$  [1]. С момента крупнейшей радиационной аварии, произошедшей на ЧАЭС, прошло уже более 30 лет, тем не менее, проведение периодического радиационного мониторинга почв остается на сегодняшний день одной из приоритетных задач, в том числе и для Беларуси [2].

Использование портативных и легких спектрометров с возможностью проведения измерений методом *in situ* позволяет быстро оценить удельную активность контролируемых радионуклидов и плотность загрязнения с необходимой точностью того или иного участка почвы. Основным условием возможности применения метода *in situ* при обследовании загрязненных территорий является наличие априорной информации об источнике гамма-излучения (радионуклидный состав, толщина загрязненного слоя почвы, размеры загрязненного участка почвы и т. д.). Необходимая информация может быть получена непосредственно в процессе измерения путем определения основных параметров источника гамма-излучения (эффективного радиуса участка и толщины загрязненного слоя), заключающийся в анализе аппаратного спектра в процессе измерения с использованием теоретических энергетических спектров, полученных путем моделирования методом Монте-Карло [3].

В процессе миграции радионуклиды  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$  распределяются неравномерно по почвенному профилю, как правило, с уменьшением по мере заглубления. [4–5]. В типичных случаях естественного заглубления радиоцезия (до 10–15 см) функция отклика гамма-спектрометра для *in situ* измерений с расположением устройства

детектирования на поверхности почвы формируется эффективным слоем загрязненного участка, в котором содержится более 85 % радионуклидов.

Проведенные теоретические исследования позволили оценить степень отклонения формы расчетных аппаратных спектров, полученных при использовании Монте-Карло модели почвы с равномерно заглубленным в грунте радионуклидом, и для случая, когда распределение радионуклида по почвенному профилю можно описать степенной функцией. В качестве критерия, характеризующего степень эквивалентности рассмотренных моделей, использовалось соотношение значений количества импульсов в низкоэнергетической области теоретических аппаратных спектров.

Принимая во внимание относительное содержание радионуклидов в эффективном слое почвы и степень ослабления гамма-излучения в зависимости от толщины загрязненного слоя при неравномерном загрязнении по почвенному профилю, погрешность, обусловленная неравномерным распределением контролируемых радионуклидов, не будет превышать 15% применительно к *in situ* измерениям в геометрии измерения «устройство детектирования на поверхности загрязненной почвы».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Chino, M. Utilization of  $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  in the environment to identify the reactor units that caused atmospheric releases during the Fukushima Daiichi accident. / M. Chino [et al.] // Scientific reports. – 2016. № 6, 31376. – 14 p.

2. О приоритетных направлениях научных исследований Республики Беларусь на 2016–2020 годы: постановление совета министров Республики Беларусь 12 марта 2015 г. № 190 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2015. 5/40254.

3. Жуковский, А. И. Измерение радиоактивности почв методом *in situ*. / А. И. Жуковский, К. Моги, С. А. Кутень // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз-тэхн. навук. – 2016. – № 3. – С. 105–110.

4. Израэль, Ю. А. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия–Беларусь) / Ю. А. Израэль, И. М. Богдевич. – Минск, 2009. – 140 с.

5. Агеец, В. Ю. Миграция радионуклидов в почвах Беларуси / В. Ю. Агеец // Весці НАН Беларусі. Сер. аграрн. навук. – 2002. – № 1. – С. 61–65.

## ОЦЕНКА ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ БЕЛОРУССКОЙ АЭС НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

## ASSESSMENT OF THE THERMAL IMPACT OF THE BELARUSIAN NPP ON THE ENVIRONMENT

**В. А. Иванюкович, М. Л. Михайлюк**  
**U. Ivaniukovich, M. Mikhailyuk**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
u.ivaniukovich@gmail.com*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Посредством математического моделирования оценивалось влияние градирен на микроклимат территории Белорусской АЭС. Ожидается, что аномалии температуры и влажности, вызванные тепловыми и влажностными выбросами градирен, будут незначительными и достигнут максимальных значений 3 °С для температуры воздуха и 1,4 % для относительной влажности. Таким образом, прогнозируемое значение тепловых выбросов от градирен Белорусской атомной электростанции по микроклимату не окажет существенного влияния на окружающую среду.

By means of mathematical simulation the influence of cooling towers on the microclimate of the territory of the Belarusian NPP was assessed. Temperature and humidity anomalies caused by thermal and humidity emissions of cooling towers are expected to be insignificant and will reach maximum values of 3 °C for air temperature and 1.4 % for relative humidity. Thus, the predicted value of thermal emissions from the cooling towers of the Byelorussian Nuclear Power Plant on the microclimate will not have a significant impact on the environment.

*Ключевые слова:* Белорусская АЭС, тепловое загрязнение, градирня, математическое моделирование, температурные поля, влажность

*Keywords:* Belarusian NPP, thermal pollution, cooling towers, simulation, temperature fields, humidity

Основными источниками тепловых выбросов АЭС являются системы охлаждения энергетических установок, в первую очередь – башенные испарительные градирни. При работе градирни в атмосферу через устье башни выбрасывается большое количество теплого и влажного воздуха, который образует паровоздушный факел.

Для моделирования распространения тепловых выбросов из градирен Белорусской АЭС был использован метод конечных элементов, имеющий ряд преимуществ в построении сетки и определении граничных условий, и позволяющий учитывать геометрические размеры и расположение объектов, а также удобный в представлении и интерпретации результатов.

В исследовании использована математическая модель конвективного теплообмена и осаждения капельной влаги на поверхности. Для моделирования тепловых выбросов был использован программный пакет COMSOL Multiphysics, который позволяет учесть географические и климатические особенности выбранной площадки, а также все необходимые элементы инфраструктуры АЭС.

При проведении вычислительных экспериментов рассматривается нижний приземный ярус воздушных масс, ответственный за выброс и локализацию атмосферных загрязнений

Была разработана модель распространения теплового факела из башенных градирен Белорусской АЭС. В модели учтены трехмерные параметры всех зданий и сооружений, размещенных на территории станции в соответствии с генеральным планом строительства. В результате моделирования получены поля температур и удельной влажности для различных метеорологических факторов.

Установлено, что область влияния градирен на микроклимат ограничивается территорией промплощадки АЭС. Аномалии температуры и влажности, создаваемые тепловыми и паровлажностными выбросами градирен, ожидаются незначительными и достигнут максимальных значений 3°C для температуры воздуха и 1,4 % для относительной влажности. Таким образом, прогнозируемое значение тепловых выбросов из градирен Белорусской АЭС на микроклимат не окажет существенного влияния на окружающую среду.

## **СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ ЧЕРЕЗ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС**

### **POPULATION STATUS OF RODENTS IN 30 YEARS AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT**

***Е. М. Кадукова, С. Н. Сушко, С. В. Гончаров, Ф. И. Куц,  
С. О. Гапоненко, К. В. Шафорост, Н. В. Веялкина***

***E. Kadukova, S. Sushko, S. Goncharov, F. Kutz,  
S. Gaponenko, K. Shaforost, N. Veyalkina***

*ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
helena.kad@mail.ru*

*SSI «Institute of Radiobiology of NAS Belarus», Gomel, Republic of Belarus*

Представлены результаты исследований популяций мышевидных грызунов, обитающих на территории Полесского Государственного радиационно-экологического заповедника с различным уровнем радиоактивного загрязнения, через 30 лет после аварии на ЧАЭС. Полученные данные свидетельствуют не только об изменениях гематологических, морфофизиологических и цитогенетических показателей, но и о процессах, протекающих в организмах млекопитающих, которые направлены на формирование защитно-приспособительных реакций.

The results of studies of rodents' populations from the Polesye State Radiation Ecological Reserve with the different levels of radioactive contamination after 30 years of the Chernobyl accident were present in the report. The obtained data not only testify to changes in hematological, morphophysiological and cytogenetic indices, but also about the processes taking place in mammalian organisms and aimed at the formation of protective-adaptive reactions.

*Ключевые слова:* мышевидные грызуны, морфофизиологические параметры, гематологические и биохимические показатели, микроядерный тест.

*Keywords:* rodents, morphophysiological parameters, hematological and biochemical indicators, micronuclear test.

Важнейшим звеном в определении изменений природной среды является наблюдение за её состоянием, которое охватывает не только контроль источников загрязнений, но и исследования реакции биологических систем на эти воздействия. Наиболее перспективный подход оценки состояния природной среды содержится в концепции



экологического мониторинга, где определенная роль отводится биоиндикации. Одним из универсальных объектов биоиндикации является многовидовая группа мышевидных грызунов, играющих важную ценотическую роль в экосистемах и отличающихся чувствительностью к изменениям среды.

Медико-биологические аспекты действия повышенных уровней радиоактивности в природной среде на мелких млекопитающих исследуются коллективами ученых на различных территориях с повышенным уровнем природной или техногенной радиоактивности, в частности в зоне Ухтинского радиоэкологического полигона [1], на территории Восточно-Уральского радиационного следа [2–3], в 30-километровой зоне аварии на ЧАЭС. Однако до сих пор нет единых критериев в оценке нормы и патологии организмов, испытывающих длительное радиационное воздействие дозами малой интенсивности.

Целью выполняемой работы явилась оценка состояния популяций мышевидных грызунов видов *Clethrionomys glareolus* (рыжая полевка), *Sylvaeus flavicollis* (желтогорлая мышь), *Apodemus agraris* (мышь полевая), обитающих в условиях повышенной радиоактивности на территории Полесского Государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ), через 30 лет после аварии на ЧАЭС. Отлов животных проводился на участках ПГРЭЗ, характеризующихся различной плотностью загрязнения изотопами  $^{137}\text{Cs}$ , а также плутония и америция, средние значения мощности экспозиционной дозы по  $^{137}\text{Cs}$  на которых составили от 3,23 до 5,32 мкЗв/ч. Был проведен комплекс морфофизиологических (исследование интерьерных и экстерьерных морфологических параметров), гематологических показателей (параметры красной и состав белой крови), биохимических (состояние систем ПОЛ-АОС, липидного обмена) и цитогенетических (микроядерный тест: определение частоты полихроматофильных эритроцитов (ПХЭ) с микроядрами в костном мозге грызунов) исследований. В качестве групп сравнения использовали мышевидных грызунов аналогичных видов, отловленных в Гомельском районе на территориях с уровнем экспозиционной дозы в пределах нормы.

Показано, что наиболее распространенным типом функционального ответа видов на изменения реакции среды является изменение размеров тела. Для оценки состояния грызунов использовался стандартный для экологии набор экстерьерных признаков (масса и длина тела, а также длина хвоста, ступни, высота уха). Данные характеристики отражают как видовые особенности строения тела животных, так и влияние экологических факторов, так как в определенной мере они являются еще и индикаторами физиологического состояния организма [4]. В докладе описаны изменения относительных масс внутренних органов, функции которых непосредственно связаны с обменом веществ и энергии в организме, – печени, почек, сердца. Показано, что их изменения зависят от вида грызунов и уровня загрязненности территории.

При анализе параметров системы крови мышевидных грызунов, отловленных в 2016 г. на территории ПГРЭЗ, не было установлено достоверных различий в количестве клеток белой крови по сравнению с грызунами соответствующих видов, отловленных на контрольном участке. В то же время претерпевали изменения соотношения клеток белой крови, то есть её качественный состав.

Определение средних величин количества микроядер в полихроматофильных эритроцитах костного мозга показало: у желтогорлых мышей количество микроядер повысилось в 4,85 раз, у рыжих полевок – 4,3 раза по сравнению с уровнями нарушений у контрольных животных.

В докладе обсуждаются видовые особенности вклада изотопов  $^{137}\text{Cs}$  в формирование дозовой нагрузки у мышевидных грызунов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Маслова, К. И. Атлас патоморфологических изменений у полевок-экономок из очагов локального радиоактивного загрязнения / К. И. Маслова, Л. Д. Материй, О. В. Ермакова. – СПб.: Наука, 1994. – 192 с.
2. Тарахтий, Э. А. Количественно-морфологическое исследование системы крови лесной мыши и красной полевки, обитающих на территории ВУРСа / Э. А. Тарахтий, Т. Л. Кардонина // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1991. – Т. 31. Вып. 6. – С. 803–814.
3. Сейсебаев, А. Т. Комплексный радиобиоэкологический мониторинг СИП: Общий подход / А. Т. Сейсебаев [и др.] // Вестник НЯЦ РК «Радиоэкология. Охрана окружающей среды». – 2001. – С. 73–78.
4. Васильев, А. Г. Реализация морфологического разнообразия в природных популяциях млекопитающих / А. Г. Васильев [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 232 с.



# ОСОБЕННОСТИ ВАРЬИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ ДОЗЫ Г-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ГЕОХИМИЧЕСКИ СОПРЯЖЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПЕРЕПАДА ВЫСОТ

## FEATURES OF Г-DOSE RATE VARIATION ON THE TERRITORY OF GEOCHEMICALLY CONJUGATE LANDSCAPES UNDER HEIGHT DIFFERENTIAL

**С. А. Калиниченко, В. Е. Белаш, А. А. Баленок, А. Н. Чекан**

**S. Kalinichenko, V. Belash, A. Balenok, A. Chekan**

*Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение  
«Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»,  
г. Хойники, Республика Беларусь  
s-a-k@list.ru*

*State Environmental Research Institution «Polesye State Radiation-Ecological Reserve»  
Khoyniki, Republic of Belarus*

Изучаются особенности варьирования мощности дозы  $\gamma$ -излучения на территории геохимически сопряженных ландшафтов при изменении перепада высот. Установлены низкие коэффициенты варьирования и корреляции.

The research considers the features of  $\gamma$ -dose rate variation on the territory of geochemically conjugate landscapes under height differential. Low variation coefficients and correlation are established.

*Ключевые слова:* мощность дозы  $\gamma$ -излучения, зона отчуждения ЧАЭС, геохимически сопряженные ландшафты, коэффициенты варьирования и корреляции.

*Keywords:*  $\gamma$ -dose rate, the exclusion zone of CNPP, of geochemically conjugate landscapes, variation and correlation coefficients.

Изучение пространственного распределения радионуклидов представляет несомненный практический интерес, поскольку позволяет выявить своеобразие пространственной структуры геохимических полей разного генезиса и точнее учитывать экологическое влияние неоднородностей природного фона. К тому же закономерности вторичного перераспределения радионуклидов в ландшафтно-геохимических системах типа вершина-склон замыкающее понижение, наименее изучены, несмотря на то что именно такого рода неоднородности способны определять реальные условия проживания людей в населенных пунктах и загрязненность сельхозпродукции.

Основной задачей исследований являлось детальное изучение закономерностей распределения  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$  в поверхностном слое почвы геохимически сопряженных элементарных ландшафтов, загрязненных радионуклидами после аварии на ЧАЭС, в зависимости от изменения высотных уровней.

Анализ показал, что на территории экспериментального полигона «Ясева гора» значения мощности дозы  $\gamma$ -излучения (МД) на высоте 3–4 см обнаружили невысокую вариабельность, коэффициент вариации составил 12,3 %. На высоте 1 м от поверхности почвы вариабельность была еще несколько ниже ( $V=9,1$  %), что закономерно в связи с нивелированием значений эманации от точечных источников с увеличением высоты. При этом коэффициент корреляции между значениями МД на высоте 1 м и на поверхности почвы составляет 0,79, что аналогично полученным нами ранее данным для других экспериментальных полигонов. Низкие отрицательные значения коэффициентов корреляции позволяют говорить нам лишь о тенденции в зависимости распределения значений МД от высотных уровней ( $r_{xy} = -0,06, -0,04$ ). Изменение значений МД на территории исследуемого биогеоценоза на поверхности почвы и на высоте 1 м имеет идентичную картину проекционных следов. При этом наблюдается обратная зависимость значений МД от высоты – на вершине холма зафиксированы наиболее низкие значения МД. Менее всего варьировали значения МД на высоте 1 м, представляя собой производный результат измерения от нескольких источников. Значения варьирования МД у поверхности почвы на исследуемом полигоне на 26 % выше, чем на высоте 1 м. Проведенный вариационный анализ подтвердил логнормальный характер распределения значений МД на высоте 3–4 см и 1 м от поверхности почвы на территории экспериментального полигона. Несмотря на значительную идентичность между параметрами распределения мощности дозы на различной высоте от поверхности почвы и видимую обратную зависимость МД от высотных уровней, достоверную связь между этими категориями установить не удалось.

# АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ФЛУКТУАЦИИ МОЩНОСТИ ДОЗЫ $\gamma$ -ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ПОСТОЯННОЙ РЕПЕРНОЙ СЕТИ В ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

## THE ANALYSIS OF $\gamma$ -DOSE RATE FLUCTUATION DYNAMICS IN THE OBJECTS OF THE PERMANENT REFERENCE NETWORK IN THE EXCLUSION ZONE OF CHERNOBYL NPP

**С. А. Калиниченко<sup>1</sup>, В. В. Головешкин<sup>1</sup>, О. А. Шуранкова<sup>2</sup>**  
**S. Kalinichenko<sup>1</sup>, V. Goloveshkin<sup>1</sup>, O. Schurankova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение  
«Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»,  
г. Хойники, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии  
Национальной академии наук Беларуси,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
s-a-k@list.ru

<sup>1</sup>State Environmental Research Institution «Polesye State Radiation-Ecological Reserve»  
Khoyniki, Republic of Belarus

<sup>2</sup>State Scientific Institution «Institute of Radiobiology of National Academy of Sciences of Belarus»  
Gomel, Republic of Belarus

Исследуются динамические процессы флуктуации мощности дозы  $\gamma$ -излучения на объектах постоянной реперной сети. Акцентируется внимание на влиянии метеорологических параметров на изменение радиационной обстановки в зоне отчуждения.

There are studies on the dynamics of  $\gamma$ -dose rate fluctuation in the objects of the permanent reference network. Special attention is drawn to the meteorological parameters and its influence on the radiation situation in the exclusion zone.

*Ключевые слова:* мощность дозы  $\gamma$ -излучения, зона отчуждения ЧАЭС, реперная сеть, метеорологические параметры.

*Keywords:*  $\gamma$ -dose rate, the exclusion zone of CNPP, the permanent reference network, meteorological parameters.

Проведен сравнительный анализ количественных показателей за многолетний период инструментальных наблюдений коэффициентов увлажнения и величин мощности дозы  $\gamma$ -излучения (МД) за теплый период (апрель – октябрь). Наибольшие среднемесячные значения МД отмечаются в теплый период года. В весенне-летний период это связано в основном с отсутствием растительного покрова на почве и за счет колебания метеорологических величин. Наиболее четко просматриваются изменения МД от метеопараметров на постоянных пробных площадках с повышенным режимом увлажнения, где в засушливый период регулярно отмечается увеличение значений МД, что связано со значительным уменьшением почвенной влаги в корнеобитаемом слое, которая снижает поток  $\gamma$ -излучения, обладает идентичным с почвой массовым коэффициентом ослабления.

Установлено, что флуктуации по годам и незначительное снижение (около 10 %) МД происходит в основном за счет погодно-климатических условий учетного года, в том числе и водного режима исследуемой территории, а также за счет естественных процессов распада. Поэтому погодно-климатические условия наряду с другими природными факторами играют преопределяющую роль в формировании радиационной обстановки. Изменение тех или иных метеорологических величин способствуют изменению характера динамики МД. В засушливые периоды, когда коэффициент увлажнения менее единицы, МД возрастает в среднем на 6 %. В силу аномальных погодных условий с отсутствием в зимние месяцы устойчивого снежного покрова и низким экранированием поверхности почвы, в 2016 г. сезонная изменчивость МД имела нетипичную картину с отсутствием видимого снижения. Ситуация по каждому из исследованных нами реперных пунктов складывается неоднозначно и имеет свои особенности. Так, самые высокие темпы снижения за данный период были характерны для реперного участка, находящегося на залежи (1,7 раза за 8 лет). Медленнее всего снижение МД происходит на участках покрытых лесом и площадках, расположенных на гидроморфных почвах, где грунтовые воды в ряде случаев выходят на поверхность. Некоторое исключение в данном случае представляют площадки, расположенные в березняке и на берегу озера Персток, отличающиеся наиболее сложным режимом увлажнения. Хотя и здесь можно проследить аналогичную тенденцию, если исключить некоторые года, отличающиеся своими микроклиматическими и погодными условиями. Обнаружена общая тенденция для большинства реперных участков в варьировании зна-

чений МД по годам: так года с пиковыми (наиболее высокими или наиболее низкими величинами) чаще всего совпадают.

## ПОЛЕ ЗАХВАТНОГО ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ РАДИОНУКЛИДНОГО ИСТОЧНИКА НЕЙТРОНОВ NEUTRON CAPTURE GAMMA RAY FIELD FROM RADIONUCLIDE NEUTRON SOURCE

**Д. И. Комар, С. А. Кутень**  
**D. Komar, S. Kutsen**

УП «АТОМТЕХ», Минск, Республика Беларусь  
*info@atomtex.com*  
SPE «АТОМТЕХ», Minsk, Belarus

Рассмотрены проблемы построения источника захватного гамма-излучения с радионуклидным источником нейтронов. Геометрия тепловых нейтронов поверочной установки нейтронного излучения с  $^{238}\text{Pu}$ -Be источником быстрых нейтронов позволяет получить эталонное поле захватного гамма-излучения от мишеней из титана и никеля. С помощью спектрометрического блока детектирования с кристаллом NaI(Tl)  $\text{Ø}63 \times 160$  мм, получены результаты с мишенями из титана, никеля, железа и без мишени от открытого  $^{238}\text{Pu}$ -Be-источника нейтронов.

There were analyzed the problems of constructing the source of capture gamma rays from radionuclide neutron source. The usage of geometry thermal neutron of neutron calibration facility with  $^{238}\text{Pu}$ -Be fast neutron source results in the production of the reference field capture gamma radiation from the target of titanium and nickel. Using a spectrometric detector with a NaI(Tl)  $\text{Ø}63 \times 160$  mm, were acquired results for Ti, Ni, and Fe targets, and without a target for bare  $^{238}\text{Pu}$ -Be neutron source.

*Ключевые слова:* мгновенное захватное гамма-излучение, мишень из титана, мишень из никеля.

*Keywords:* neutron capture prompt gamma-ray, titanium target, nickel target.

Широкое распространение техногенных источников высокоэнергетического вторичного гамма-излучения приводит к ряду прикладных задач радиационной защиты, в которых спектрометрические и дозиметрические измерительные приборы используются в фотонных полях в диапазоне энергий от 4 до 10 МэВ. Корректная калибровка предполагает наличие в эталонном спектре излучения одиночных линий с известной энергией. Для получения эталонного фотонного поля с энергиями до 10 МэВ можно использовать захватное гамма-излучение от мишеней из титана и никеля, находящихся в поле нейтронов от радионуклидного источника нейтронов. Целью настоящей работы является экспериментальное и теоретическое (при помощи моделирования методами Монте-Карло) исследование возможности применения стандартной геометрии тепловых нейтронов установки поверочной нейтронного излучения (УПН-АТ140, УП «АТОМТЕХ») с  $^{238}\text{Pu}$ -Be источником нейтронов (типа ИБН-8-6), как источника захватного гамма-излучения в диапазоне энергий до 10 МэВ для поверки и калибровки спектрометров и дозиметров гамма-излучения в расширенном диапазоне энергий.

Коллиматор с вставкой тепловых нейтронов формирует пучок от радионуклидного источника со значительной составляющей нейтронов тепловых энергий [1]. Размещение мишеней в канале коллиматора позволит получить поле гамма-излучения с характерными для материала мишени энергиями. Экспериментальные спектры получены на спектрометрическом блоке детектирования NaI(Tl)  $\text{Ø}63 \times 160$  мм с нелинейной характеристикой преобразования канал–энергия в диапазоне до 10 МэВ. В качестве дополнительной фильтрации предложено использовать отражатель нейтронов из полиэтилена и свинцовые диски. Показано, что размещение дисков из свинца в коллиматоре перед мишенью позволяет фильтровать весь спектр, при этом незначительно ослабляя излучение именно от мишени. На основании теоретических и экспериментальных данных подтверждена возможность калибровки спектрометров в диапазоне до 10 МэВ в поле мгновенного захватного гамма-излучения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Комар, Д. И. Формирование поля захватного гамма-излучения до 10 МэВ для метрологического обеспечения приборов радиационной защиты / Д. И. Комар, Р. В. Лукашевич, В. Д. Гузов, С. А. Кутень // Приборы и методы измерений. – 2016. – № 3. – С. 296–304.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ СОВРЕМЕННОГО ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

## USE OF RADIOMETRIC DETAILS FOR THE DETERMINATION OF THE SPEED OF MODERN SEDIMENTATION

**В. Э. Латыпова<sup>1</sup>, А. Фахриева<sup>1</sup>, А. Р. Самигуллина<sup>1</sup>, О. В. Никитин<sup>2</sup>**  
**V. Latypova<sup>1</sup>, A. Fakhrieva<sup>1</sup>, A. Samigullina<sup>1</sup>, O. Nikitin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>МБОУ СОШ № 167,

г. Казань, Российская Федерация

<sup>2</sup>Институт экологии и природопользования КФУ,

г. Казань, Российская Федерация

<sup>1</sup>MBOU school №167, City of Kazan, Russia

<sup>2</sup>Institute of Ecology and Nature Management KFU, City of Kazan, Russia

*Ключевые слова:* радиометрическое датирование, осадконакопление.

*Key words:* radiometric dating, sedimentation.

Актуальность темы исследования обусловлена значительной важностью водных экосистем с замедленным водообменом – лентических экосистем (озера, пруды, водохранилища) для обеспечения множества экологических и водохозяйственных функций, а также одной из основных проблем, с которой этим экосистемам приходится сталкиваться в современных условиях – интенсивным осадконакоплением и заилением. Накопление донных отложений – нормальный процесс для аккумулирующих природных систем, однако интенсивное антропогенное воздействие может приводить к многократному ускорению естественных процессов заиления, в результате чего довольно быстро теряется возможность использования водоемов в хозяйственных и рекреационных целях, происходит деградация экосистемы водного объекта, вплоть до его полного исчезновения.

Цель работы: использовать радиометрическое датирование для определения скорости осадконакопления в водном объекте.

Задачи:

1. Провести отбор стратифицированных проб донных отложений в акватории пруда Адмиралтейский, выполнить пробоподготовку и провести анализ содержания природных и искусственных радионуклидов в пробах донных отложений.
2. Провести анализ распределения изотопа цезия-137 в пробах донных отложений и соотнести полученные значения с ядерными событиями в ретроспективе для выявления маркерных слоев.
3. На основании радиометрического датирования выполнить оценку скорости осадконакопления в водном объекте.

Гипотеза: в донных отложениях водных объектов можно выделить маркерный слой по содержанию искусственных радионуклидов, который можно использовать для оценки скорости современного осадконакопления.

Объект исследования: стратифицированные колонки донных отложений из акватории пруда Адмиралтейский Кировского района г. Казани.

Предмет исследования: активность гамма-излучающих радионуклидов: природных – калия-40, радия-226, тория-232 и искусственного – цезия-137.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Предложенный метод позволяет осуществлять выявление маркерного слоя в донных отложениях и определять скорость современного осадконакопления в водном объекте.
2. Содержание природных радионуклидов не изменяется по слоям стратифицированных колонок донных отложений, отобранных в акватории пруда Адмиралтейский, составляя в среднем  $397,0 \pm 177,5$  Бк/кг для  $^{40}\text{K}$ ,  $14,1 \pm 11,5$  Бк/кг для  $^{226}\text{Ra}$ ,  $11,1 \pm 12,5$  Бк/кг для  $^{232}\text{Th}$ , что говорит об их однородном поступлении в течение времени. Отличия наблюдаются лишь по искусственному радионуклиду – цезию-137.
3. Распределение изотопа цезия-137 в пробах донных отложений варьировало в диапазоне  $2,2 \pm 0,65$  –  $36,9 \pm 11$  Бк/кг. Был выделен маркерный слой, соответствующий интенсивным ядерным испытаниям 55–64-х гг. XX в., активность цезия с учетом поправки на период полураспада для данного слоя составила  $36,9 \pm 11$  Бк/кг. Маркерный слой, соответствующий Чернобыльской катастрофе выявлен не был, активность цезия для данного временного интервала с учетом поправки соответствовала  $6,6 \pm 1,9$  Бк/кг.
4. На основании радиометрического датирования, выполнена оценка скорости осадконакопления в пруду Адмиралтейский, составившая  $1,17$ – $1,40$  см/год, что превышает среднюю скорость осадконакопления для Республики Татарстан в  $2,3$ – $2,8$  раза.

# ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ РАДИАЦИОННЫХ МЕТАБОЛИТОВ РАЗЛИЧНЫХ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ

## BIOLOGICAL ACTIVITY ESTIMATION OF RADIATION METABOLITES OF DIFFERENT ORGANOCHLORINATED PESTICIDES

*Т. В. Мельникова, Л. П. Полякова, А. А. Удалова*  
*T. Melnikova, L. Polyakova, A. Oudalova*

*Обнинский институт атомной энергетики (ИАТЭ) Национального исследовательского ядерного  
университета (НИЯУ) «МИФИ»,  
г. Обнинск, Российская Федерация  
tritel2010@gmail.com*

*Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering, National Research Nuclear University MEPhI  
Obninsk, Russia*

Представлены результаты исследования биологической активности альфа-ГХЦГ и ДДЕ до и после облучения (доза 10 кГр, мощность дозы 1,35 Гр/с) их модельных (гексановых) растворов с концентрациями (0,01–0,1 мкг/мл). По данным биотестирования с использованием тест-реакции (спонтанной двигательной активности) инфузории спиростомы (*Spirostomum ambiguum*) установлен III тип чувствительности тест-организма на присутствие пестицида и его радиационных метаболитов.

The results of the study of the biological activity of alpha -HCH and DDE biological activity before and after irradiation (at dose of 10 kGy with dose rate of 1.35 Gy/sec) of their model (hexane) solutions (with concentrations 0.01–0.1 µg/ml). According to the bioassay based on the test-response (spontaneous motor activity) of the infusoria spirosteomy (*Spirostomum ambiguum*), this test-organism can be classified to the third type of sensitivity to the pesticide and its radiation metabolites.

*Ключевые слова:* биологическая активность, радиационные метаболиты, хлорорганические пестициды, спиростомы, спонтанная двигательная активность.

*Keywords:* Biological activity, radiation metabolites, organochlorinated pesticides, spirosteomy, spontaneous motor activity.

Одной из задач модернизации экономики и инновационного развития в России является внедрение радиационных технологий в производство сельскохозяйственной и пищевой продукции. Радиационная обработка пищевых продуктов с целью увеличения продолжительности их хранения и использования может оказаться не безопасной, если продукты изначально были загрязнены. Ранее нами было показано, что такие поллютанты как хлорорганические пестициды (ХОП) и полихлорированные бифенилы (ПХБ), содержащиеся в рыбе в остаточных концентрациях, подвергаются разложению под действием ионизирующего излучения, образуя «вторичное загрязнение» продукта. Исследование радиолиза ХОП в модельных растворах показало наличие в них различных по строению радиационных метаболитов – продуктов деструкции и трансформации пестицидов [1]. В связи с этим появляется необходимость в разработке методологии оценки степени опасности стойких органических загрязнителей, в том числе ХОП, обусловленной воздействием на них радиационного фактора.

Нами был применен биотест для получения сравнительной характеристики биологической активности различных ХОП до и после облучения их гексановых растворов. Исследовалась возможность применения инфузории спиростомы (*Spirostomum ambiguum*), для выявления тест-реакции на воздействие различных ХОП и продуктов их радиолиза, выделенных из этих растворов.

Гексановые растворы пестицидов альфа-ГХЦГ (альфа-изомер гексахлорциклогексана) и ДДЕ (дихлордифенилдихлорэтилен) с концентрацией 0,01, 0,02, 0,03 и 0,1 мкг/мл подвергались облучению в условиях: доза 10 кГр, мощность дозы 1,35 Гр/с на установке «Исследователь» (γ-излучение, <sup>60</sup>Co). Пестициды и их метаболиты переводились в водно-спиртовую среду, в которой изучалась тест-реакция инфузории. Концентрация ХОП в растворах определялась методом газожидкостной хроматографии на газовом хроматографе «Модель 3700». Тест-реакция инфузории регистрировалась с помощью стереоскопического микроскопа (бинокуляр, МБС10) по уровню спонтанной двигательной активности (СДА) с учетом того, что отклонение показателя от контроля (стимуляция или угнетение) одинаково свидетельствует о наличии биологического действия загрязнителя (пестицида) на спиростому. Результаты измерений статистически обрабатывались с использованием программы Microsoft Excel 2010, OriginPro 8.6 по параметрическому критерию Стьюдента.

В исходных растворах ХОП (до их облучения) был установлен III тип чувствительности тест-организма на присутствие загрязнителя. Вслед за немедленной, сильной реакцией у спиростомы наблюдалось ее затухание, сначала резкое, затем постепенное. Результатом присутствия радиационных метаболитов в растворах α-ГХЦГ



(после облучения) являлось снижение биологической активности инфузории от умеренного эффекта стимуляции (141 %) до высокого эффекта угнетения (62 %). В аналогичных условиях для растворов ДДЕ наблюдалось снижение показателя СДА (стимуляции) от высокого уровня (167 %) до умеренного (146 %). Установленные изменения состояния спироустомы повторялись в растворах облученных ХОП, исходные концентрации которых отличались на порядок.

Из итогов работы следует, что примененный биотест можно использовать для изучения особенностей биологического действия метаболитов различных ХОП в составе «вторичного загрязнения» пищевых продуктов после их радиационной обработки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Mel'nikova, T. V. Assessment of organochlorine hydrocarbons transformation in contaminated agricultural products and foodstuffs under gamma-radiation / T. V. Mel'nikova, L. P. Polyakova, A. A. Oudalova // J. of Physics: Conference Series 784 № 1 (2017) 012036 doi:10.1088/1742-6596/784/1/012036. – P. 1–5.

## ПЛУТОНИЙ И АМЕРИЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ PLUTONIUM AND AMERICIUM ON THE TERRITORY OF BELARUS

**В. П. Миронов, В. В. Журавков**  
**V. Mironov, V. Zhuravkov**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ  
г. Минск, Республика Беларусь  
zhvl@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

При попадании плутония и америция в организм ведущее значение в биологическом эффекте приобретает действие альфа-излучения. Высокая энергия и малый пробег альфа-частиц создает в микрообъемах клеток и тканей высокую плотность ионизации, поэтому процессы восстановления в них при воздействии альфа-излучения практически отсутствуют, вследствие чего повреждения, вызываемые плутонием и америцием, суммируются во времени.

When plutonium and americium get into the body, the effect of alpha radiation takes on a leading role in the biological effect. High energy and a small range of alpha particles creates a high ionization density in microvolumes of cells and tissues, therefore, there are practically no recovery processes in them under the influence of alpha radiation, so the damage caused by plutonium and americium is added together in time.

*Ключевые слова:* альфа-излучения, критическая группа из населения, дозовая нагрузка.

*Keywords:* alpha radiation, critical population group, dose loading, expected effective dose.

При испытаниях ядерного оружия произошло загрязнение поверхностного слоя почвы Беларуси со средним уровнем загрязнения по  $^{239,240}\text{Pu}$   $53 \pm 17$  Бк/м<sup>2</sup>. Катастрофа на ЧАЭС привела к дополнительному поступлению  $^{239,240}\text{Pu}$  на территорию республики, причем загрязнение поверхностного слоя почвы, вызванное этим источником, достигает максимальной величины в  $1,1 \times 10^5$  Бк/м<sup>2</sup> на юге, постепенно понижаясь до уровня глобальных выпадений на севере Беларуси [1].

Поступление плутония и америция в организм происходит преимущественно ингаляционным путём при механической обработке почвы с высоким уровнем поверхностного загрязнения. Содержание радионуклидов в воздухе зависит от вида сельскохозяйственной деятельности и достигает высоких значений при работах, связанных с обработкой почвы. При бороновании почвы с уровнем поверхностного загрязнения плутонием 800 Бк/м<sup>2</sup> содержание радионуклидов Pu и Am в воздухе составляет  $24 \pm 3$  мБк/м<sup>3</sup> (уровни фона  $1,1 \pm 0,2$  мкБк/м<sup>3</sup> при отсутствии работ).

В качестве критической группы из населения (для плутония и америция) приняты механизаторы, которые работают на полях с загрязнением 500–1500 Бк/м<sup>2</sup> более 700 ч в год при относительно высоких физических нагрузках в условиях самой высокой запыленности. Они же являются свидетелями аварии. Период полувыведения плутония из скелета составляет 60 лет, что совпадает с продолжительностью жизни. Из печени период полувыведения – 20 лет. Поэтому оценку доз необходимо проводить на конец трудовой деятельности [2]. Ожидаемая эффективная доза к концу трудовой деятельности (через 50 лет), в результате ингаляционного поступления плутония и америция может достигать  $8,4 \pm 1,5$  мЗв. Оцененная дозовая нагрузка для механизаторов при ингаляционном поступлении чернобыльских Pu и Am даже при консервативном расчете находится ниже

уровня приемлемого риска, рекомендуемого МКРЗ при монофакторном воздействии. Эффективная доза для всего населения Республики при ингаляционном поступлении Pu и Am будет значительно ниже.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Конопля, Е. Ф. Трансурановые элементы на территории Беларуси / Е. Ф. Конопля, В. П. Кудряшов, В. П. Миронов. – Минск: Белорусская наука, 2006. – 192 с.
2. Миронов, В. П. Формирование дозовых нагрузок для критической группы из населения при ингаляционном поступлении радионуклидов на территории Республики Беларусь / В. П. Миронов, В. В. Журавков, П. И. Ананич // Киев: Гигиена населенных мест, 2000. – Т. 1. № 36. – С. 36-42.

## **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ УРАНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ИЗ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ ТАДЖИКИСТАНА**

## **PHYSICAL AND CHEMICAL BASES FOR URANIUM CONCENTRATES PRODUCTION FROM LOCAL RAW MATERIALS OF TAJIKISTAN**

***У. М. Мирсаидов, Х. М. Назаров, Ф. А. Хамидов, И. У. Мирсаидов***  
***U. Mirsaidov, Kh. Nazarov, F. Khamidov, I. Mirsaidov***

*Агентство по ядерной и радиационной безопасности АН Республики Таджикистан  
г. Душанбе, Республика Таджикистан  
ulmas2005@mail.ru  
Nuclear and Radiation Safety Agency Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan  
Dushanbe City, Republic of Tajikistan*

Изложены технологические основы переработки руд и отходов урановой промышленности Таджикистана и разработаны пути переработки урановых отходов

Technological basis of ore and Tajikistan uranium industry waste processing are stated and ways of nuclear waste processing are developed.

*Ключевые слова:* урановый концентрат, руда, отходы, переработка.

*Keywords:* uranium concentrate, ore, waste, processing.

Физико-химическими методами определены химический и минералогический составы урансодержащих руд и отходов урановой промышленности (хвостохранилищ), а также свойства природных урансодержащих шахтных, дренажных вод и рассолов озера Сасык-Куль, выявлена целесообразность выделения из них урановых концентратов.

На основе физико-химических исследований процессов извлечения урана из урансодержащих руд «Северный Таджикистан» определены физико-химические факторы, влияющие на степень извлечения урана щелочным способом. При этом максимальный выход урана (72 %) достигается при следующих условиях: температура – 80 °С; продолжительность содового выщелачивания – 6 ч и расход соды – 200 кг/т.

Разработаны принципиальные технологические схемы переработки урансодержащих руд месторождения «Северный Таджикистан».

Схема переработки этих руд отличается тем, что перед осаждением диураната аммония из десорбата известняком нейтрализуется часть избыточной кислоты. Применение данной схемы позволяет сэкономить аммиачную воду в несколько раз. При этом степень осаждения урана составляет 99 %.

На основе физико-химических исследований процессов извлечения урана из урансодержащих отходов исследовано сернокислотное разложение и найдены оптимальные параметры проведения процесса.

Изучены сорбционные свойства местных сырьевых материалов для очистки урансодержащих вод.

Выявлены высокие сорбционные свойства скорлупы урюка по сравнению с другими сорбентами. Определена кинетика сорбционного процесса извлечения урана из шахтных и дренажных вод отходов урановой промышленности. Получены кинетические кривые извлечения урана при различных температурах (293, 313, 333 К) и продолжительностях процесса (1–10 часов). Определена экспериментальная энергия активации, равная 6 кДж/моль, свидетельствующая о протекании процесса в диффузионной области.

Найдены оптимальные параметры сорбции и разработана принципиальная технологическая схема извлечения урана из шахтных и дренажных вод, которая состоит из следующих стадий: подкисления, сорбции, обжига, выщелачивания, осаждения, фильтрации, сушки.

Исследовалось применение активированных бентонитовых глин для выяснения механизма сорбционных свойств сточных вод. Как показывают полученные экспериментальные данные, после снижения жесткости воды

увеличивается сорбция урана на скорлупу косточек урюка. При повышении температуры раствора степень извлечения урана также возрастает. Насыщенную ураном скорлупу затем перерабатывают классическим способом.

## **РАДИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ТАДЖИКИСТАНА И ВЫДЕЛЕНИЕ УРАНОВОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ОТХОДОВ УРАНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

### **RADIOLOGICAL MONITORING OF TAILINGS OF TAJIKISTAN AND THE ALLOCATION OF URANIUM CONCENTRATE FROM URANIUM INDUSTRY WASTE**

***У. М. Мирсаидов, Ф. А. Хамидов, С. М. Бахронов, С. В. Муминов***  
***U. Mirsaidov, F. Khamidov, S. Bakhronov, C. Muminov***

*Агентство по ядерной и радиационной безопасности АН Республики Таджикистан,  
г. Душанбе, Республика Таджикистан  
ulmas2005@mail.ru*

*Nuclear and Radiation Safety Agency Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan  
Dushanbe City, Republic of Tajikistan*

Рассматриваются основы выделения урановых концентратов из отходов и шахтных вод. Определены химический и минералогический составы отходов урановой промышленности, свойства природных ураносодержащих шахтных и дренажных вод, показана целесообразность выделения из них урановых концентратов.

The basis of uranium concentrates release from the waste and mine water are demonstrated in this work. Chemical and mineralogical composition of the uranium industry wastes as well as properties of natural uranium mine and drain waters are determined, expediency of the uranium concentrates release is demonstrated.

*Ключевые слова:* урановый концентрат, шахтные воды, отходы, сорбент, скорлупа урюка.

*Keywords:* uranium concentrate, mine water, waste, sorbent, apricot shell.

В настоящее время ширится фронт исследовательских работ по разработке методов извлечения уранового концентрата из руд и отходов. Изучение возможности и экономической целесообразности переработки отвалов прошлых лет требуют всесторонней проработки, что связано не только с извлечением урана, но и безопасной добычей отвалов из хвостохранилищ.

Представляет интерес также выделение урановых концентратов из шахтных и дренажных вод месторождения Киик-Тала (г. Худжанд) и г. Истиклола (ранее г. Табошар) Республики Таджикистан. Шахтные воды Киик-Тала содержат 20–25 мг/л урана и безвозвратно дренируются в землю, загрязняя почву. При эффективной технологии сорбции урана из этих вод можно получить 1–2 тонн/год  $U_3O_8$ . Дренажные воды г. Истиклола содержат от 10 до 70 мг/л урана, которые близки к промышленной добыче урана. Это обстоятельство актуализирует проблему гармонизации программы мониторинга окружающей среды, а также необходимость разработки эффективной технологии переработки отходов и технических вод, содержащих уран.

В работе показаны основы выделения урановых концентратов из отходов и шахтных вод. Определены химический и минералогический составы отходов урановой промышленности, свойства природных ураносодержащих шахтных и дренажных вод, показана целесообразность выделения из них урановых концентратов.

На основе изучения процессов извлечения из ураносодержащих отходов урана проведен радиоэкологический мониторинг хвостохранилищ Таджикистана, изучено разложение хвостов г. Чкаловска и Истиклола серной кислотой. Найдены оптимальные параметры выделения урановых концентратов.

Получены кинетические кривые разложения отходов г. Чкаловска и найдена экспериментальная энергия активации, составляющая 6,0 кДж/моль, свидетельствующая о протекании процесса разложения в диффузионной области.

Изучены сорбционные свойства скорлупы урюка в сравнении с его семенами и плодами, проведены опытно-промышленные испытания сорбционных свойств скорлупы урюка.

**РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТРИТИЯ: О ПРИЧИНАХ И НЕОБХОДИМОСТИ  
ГАРМОНИЗАЦИИ ГИГИЕНИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ СТРАН СНГ ПО ТРИТИЮ  
С НАЦИОНАЛЬНЫМИ СТАНДАРТАМИ ВЕДУЩИХ ЯДЕРНЫХ ДЕРЖАВ**  
**RADIOLOGICAL PROBLEMS OF TRITIUM: THE REASONS AND HARMONIZATION  
NECESSITY OF TRITIUM HYGIENIC STANDARDS OF THE CIS COUNTRIES  
WITH THE NATIONAL STANDARDS OF LEADING NUCLEAR NATIONS**

**О. А. Момот<sup>1</sup>, М. Н. Каткова<sup>2</sup>, А. В. Земнова<sup>1</sup>,  
Г. В. Лаврентьева<sup>3</sup>, Б. И. Сынзыныс<sup>1</sup>**

**O. Momot<sup>1</sup>, M. Katkova<sup>2</sup>, A. Zemnova<sup>1</sup>, G. Lavrentyeva<sup>3</sup>, B. Synzynys<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского  
ядерного университета «МИФИ»,

г. Обнинск, Российская Федерация

<sup>2</sup>НПО «Тайфун» Росгидромета,

г. Обнинск, Российская Федерация

<sup>3</sup>Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана,

г. Калуга, Российская Федерация

momotulya@gmail.com

<sup>1</sup>*Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering of National Research Nuclear University «MEPhI»  
Obninsk, Russian Federation*

<sup>2</sup>*RPA “Typhoon”, Obninsk, Russia*

<sup>3</sup>*Bauman Moscow State Technical University (Kaluga Branch), Kaluga, Russian Federation*

momotulya@gmail.com

Анализируется различие санитарно-гигиенических нормативов по содержанию трития в питьевой воде разных стран. Противопоставляются нормативы странах СНГ с мировыми. Приводятся результаты оценки риска при употреблении питьевой воды из подземных источников. При содержании трития 10 Бк/л уровень риска составляет  $1,6 \cdot 10^{-8}$ , что гораздо ниже установленного предела.

In paper the difference in sanitary and hygienic standards for the content of tritium in drinking water of different countries is discussed. The standards of the CIS countries are contrasted with the world ones. The results of risk assessment for drinking water from underground sources are given. With a tritium content of 10 Bq/l, the risk level is  $1.6 \cdot 10^{-8}$ , which is much lower than the established limit.

*Ключевые слова:* тритий, норматив, различные страны, уровень вмешательства, риск.

*Keywords:* tritium, standard, different countries, level of intervention, risk.

В документах НКДАР ООН 2015 и 2016 гг. специально подчеркивается, что по некоторым причинам особый интерес для радиологов и специалистов по радиационной безопасности вызывают проблемы, связанные с загрязнением водных объектов радиоактивным тритием [UNSCEAR, 2015, 2016; Балонов, 1983; Катрич, Вакуловский, Сойфер, 2010; Момот и соавт., 2005, 2008, 2017; Бондарева, Субботин, 2016]. Во-первых, это связано с тем, что в разных странах существенно различаются радиационно-гигиенические нормативы по тритию в объектах водопользования. В частности, такой показатель, как уровень вмешательства, на содержание трития в воде в разных странах разный: это значение, выраженное в Бк/л, для Российской Федерации составляет 7600, в США – 740, Канаде – 7000, странах Евросоюза – 100, Украине – 30000, Беларуси и Казахстане – 7700. Скорее всего отмеченное различие связано не только с недостаточным совершенством гигиенического законодательства в этих странах именно по данному вопросу, но и со слабой изученностью радиологических проблем трития [UNSCEAR, 2010, 2015, 2016]. Она же, в свою очередь, обусловлена плохо разработанным приборным обеспечением идентификации этого радионуклида, недостаточно изученной и несовершенной моделью оценки дозы внутреннего облучения от оксида трития и, особенно, органически связанного трития в организме человека, не говоря уже о представителях дикой природы.

Нами проведена оценка риска для здоровья человека при употреблении питьевой воды, содержащей оксид трития – единственного техногенного радионуклида, обнаруженного в используемых для питья подземных водах вблизи г. Обнинска (порядка 10 Бк/л, при фоновом значении 4 Бк/л). Используя значение ОБЭ для бета-излучения трития, равное 2,5 (UNSCEAR, 2016), была рассчитана эффективная индивидуальная доза  $E = 3 \cdot 10^{-7}$  Зв и, соответственно, оценен пожизненный риск возникновения злокачественных новообразований при постоянном употреблении питьевой воды, содержащей реальные на 2016 г. концентрации трития:  $1,6 \cdot 10^{-8}$  в год. Эта величина в 3000 раз

ниже приемлемого индивидуального пожизненного риска для населения. В докладе будет обсуждаться проблема органически связанного трития, а в журнале «Экологический вестник» освещаться идея о гармонизации международных и национальных нормативов на тритий с помощью консенсуса по приемлемой величине индивидуального риска и соответствующего ему (риску) значению уровня вмешательства на содержание трития в питьевой воде.

## СОСТОЯНИЕ КАЛЬЦИЕВОГО ОБМЕНА В ТРОМБОЦИТАХ КРЫС НА 10-Е СУТКИ ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ В ДОЗЕ 1 Гр.

### STATE OF CALCIUM METABOLISM IN PLATELETS OF RATS ON THE 10TH DAY AFTER IRRADIATION AT A DOSE OF 1 Gy.

**О. Г. Пархимович, К. Я. Буланова, Л. М. Лобанок, О. Д. Бичан, Т. И. Милевич**  
***O. Parhimovich, K. Bulanava, L. Lobanok, O. Bichan, T. Milevich***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
Белорусский государственный университет,  
Белорусский государственный медицинский университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
Институт радиобиологии НАН Беларуси,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
o\_l\_y\_a89@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Belarusian State Medical University,  
Belarusian State University,  
Minsk, Republic of Belarus  
Institute of Radiobiology of NAS of Belarus, Gomel, Republic of Belarus*

Кровь является одной из наиболее чувствительных систем к действию ионизирующего излучения. Среди клеточных элементов ведущую роль в изменении гемодинамических свойств крови играют тромбоциты. Повышение функциональной активности тромбоцитов напрямую связано с резким поступлением ионов кальция в цитоплазму, а снижение – с уменьшением их внутриклеточной концентрации. При воздействии  $\gamma$ -излучения на тромбоциты крыс в дозе 1 Гр наблюдается уменьшение базального уровня кальция в бескальциевой среде, а в кальцийсодержащей среде его уровень нормализуется. Также зарегистрировано увеличение концентрации ионов кальция в тромбоцитах облученных крыс при воздействии физиологического индуктора агрегации – АДФ. При действии ингибитора  $\text{Ca}^{2+}$ -АТФазы иономицина концентрация ионов кальция в цитоплазме ниже, чем в контрольной группе.

Blood is one of the most sensitive systems to ionizing radiation. Blood platelets play the leading role in changing of hemodynamic properties among the cellular elements. The increase of platelet functional activity is directly related to the abrupt flow of calcium ions into the cytoplasm, and the decrease - a decrease of the intracellular concentration. When exposed to gamma-radiation on the platelets of rats at a dose of 1 Gy, we see a decrease of basal levels of calcium in the calcium-free medium, and in calcium-containing medium its level become normal. It is also registered the increasing of the concentration of calcium ions in platelets of exposed rats when exposed to physiological inducer of aggregation – ADP. Under the action of  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase inhibitor, ionomycin, a calcium ion concentration in the cytoplasm is lower than in the control group.

*Ключевые слова:* тромбоциты, агрегация, облучение, ионы кальция, тромбин, АДФ, кальциевые АТФазы.

*Keywords:* platelet, aggregation, irradiation, calcium ions, thrombin, ADP, calcium ATPase.

На десятые сутки после облучения в бескальциевой среде отмечается снижение базального уровня ионов кальция в цитоплазме тромбоцитов и его нормализация в кальций-содержащей среде (таблица 1), что, вероятно, обусловлено реализацией постлучевых адаптационных процессов.

*Таблица 1 – Изменение базального уровня ионов кальция в цитоплазме тромбоцитов на 10-е сутки после облучения животных в дозе 1 Гр*

	Контроль	10-е сутки после облучения
Базальный уровень кальция (100 мкмоль/л ЭГТА), нмоль/л	44,2±4,6	31,1±6,2*
Базальный уровень кальция (1 ммоль/л $\text{CaCl}_2$ ), нмоль/л	74,9±11,8	75,4±8,4



В цитоплазме тромбоцитов в ответ на действие физиологического индуктора агрегации – АДФ (20 мкМ) в присутствии 1 мМ CaCl<sub>2</sub>, отмечается более значительное, чем в норме увеличение концентрации ионов кальция в тромбоцитах облученных крыс.

Содержание цитоплазматического кальция при действии тромбина (0,2 ед/мл), другого физиологического индуктора агрегации, на 10-е сутки не отличалось от нормы (таблица 2).

Таблица 2 – Изменения уровня цитоплазматического кальция в тромбоцитах облученных животных на 10-е сутки при действии индукторов агрегации

	Контроль, нмоль/л	10-е сутки после облучения, нмоль/л
АДФ	111,4±5,8	244,0±6,01*
Тромбин	383,2±15,2	374,4±15,66

При действии иономицина (50 нмоль/л) в присутствии тапсигаргина (1 мкмоль/л), являющегося ингибитором Ca<sup>2+</sup>-АТФазы тубулярной системы, концентрация ионов кальция в цитоплазме тромбоцитов, суспендированных в бескальциевой среде была несколько ниже (471,5±33,8 нмоль/л), чем в контрольной группе (463,8±23,5 нмоль/л).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Козловский, В. И. Методы исследования и клиническое значение агрегации тромбоцитов. Фокус на спонтанную агрегацию / В.И. Козловский [и др.] // Вестник ВГМУ. – 2013. – № 4. – С. 79–91.
2. Rasheed, H. Calcium signaling in human platelet aggregation mediated by platelet activating factor and calcium ionophore / H. Rasheed [at all] // Journal of biological sciences. – 2004. – № 4(2). – P. 117–121.
3. Ware, J. A. Platelet morphology, biochemistry and function / J. A. Ware [at all] // Williams' Hematology, New York: McGraw-Hill. – 1995. – № 5. – P. 1161–1201.

## РАДИОПРОТЕКТОРНЫЕ СВОЙСТВА Ca-МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДВУСПИРАЛЬНОЙ РНК ПРИ ИОНИЗИРУЮЩЕМ ОБЛУЧЕНИИ RADIOPROTECTIVE PROPERTIES Ca-MODIFIED DOUBLE STRANDED RNA AGAINST IONIZING RADIATION

**М. С. Петросян, Л. С. Нерсесова, М. Г. Газарянц, М. Г. Малакян, Ж. И. Акопян  
M. Petrosyan, L. Nersesova, M. Gazaryants, M. Malakyan, J. Akopian**

*Институт молекулярной биологии НАН РА,  
г. Ереван, Армения  
marypetrosyan1990@gmail.com  
Institute of molecular biology of NAS RA, Yerevan, Armenia*

Двуспиральные РНК (дсРНК) и ее производные способны выступать в качестве противовирусных средств, иммуномодуляторов, иммуноадьювантов, антимуагенов и радиопротекторов. Созданный нами новый препарат, Ca-модифицированная дсРНК (Ca-дсРНК), обладает большой биологической активностью, что обусловлено повышением ее пенетрационных свойств и устойчивости к эндонуклеазам. Цель работы: исследование радиопротекторных свойств Ca-дсРНК при однократном общем ионизирующем облучении в дозе 630Р. Сравнительный анализ полученных данных с использованием статистической модели выживаемости Каплана–Мейера показал, что в группе животных, получивших препарат, гибель начинается позже и прекращается значительно раньше, чем в контрольной группе, а радиозащитный эффект Ca-дсРНК равен 40%. Таким образом, Ca-дсРНК обладает значительными радиозащитными свойствами, повышая резистентность и адаптательность организма к ионизирующему облучению.

Double stranded RNA (dsRNA) and its derivatives are able to act as an antiviral agents, immunomodulators, immune adjuvants, antimutagens, and radioprotectors. We created a new preparation, Ca-modified dsRNA (Ca-dsRNA), it has a high biological activity, which is conditioned by the increase of its penetration properties and the resistance to endonucleases. The objective of this work is study the radioprotective properties of Ca-dsRNA against a one-time total ionizing irradiation with the dose of 630R. The data obtained comparative analysis by using Kaplan-Meier survival statistical model have shown that in the group of animals that received the preparation the animals death begins later and stops noticeably earlier, than in control group and the radioprotective effect of Ca-dsRNA is 40%. Thus, Ca-dsRNA has a significant radioprotective properties by increasing the resistance and adaptability of the organism against the ionizing irradiation.

*Ключевые слова:* ионизирующее облучение, радиопротекторы, Са-модифицированная двуспиральная РНК, выживаемость, крысы.

*Keywords:* ionizing radiation, radioprotectors, Ca-modified double stranded RNA (Ca-dsRNA), survival, rats.

Одним из наиболее актуальных направлений радиобиологических исследований является поиск эффективных средств противолучевой защиты на основе природных биологически активных веществ. Показано, что двуспиральные (дс)РНК и ее производные способны проявлять противовирусные иммуномодулирующие, иммуoadъювантные, антимуагенные и радиопротекторные свойства [1–2]. Созданный нами новый препарат, Са-модифицированная дсРНК (Са-дсРНК), обладает большой биологической активностью, что обусловлено повышением ее пенетрационных свойств и устойчивости к эндонуклеазам [2]. Учитывая это, а также тот факт, что иммунная дисрегуляция играет одну из решающих ролей в патогенезе радиационного стресса, целью настоящей работы явилось исследование радиопротекторных свойств Са-дсРНК при однократном общем ионизирующем облучении в дозе 630Р с использованием модели выживаемости крыс.

В опытных и контрольных группах, содержащих по 20 крыс, использованы белые беспородные крысы-самцы весом 200–220 г. Животным опытной группы за 24 часа до облучения внутрибрюшинно вводили Са-дсРНК в дозе 40 мг/200 г веса животного, а животным контрольной группы – раствор кальция хлорида. Животных подвергали облучению на терапевтической установке «РУМ-17» (напряжение 200 киловольт, сила тока 20 миллиампер, Cu-Al фильтр; кожно-фокусное расстояние 50 см, мощность дозы облучения 178 Рентген в минуту). За выживаемостью крыс наблюдали в течение 30 дней после облучения. Для статистической обработки данных использована модель выживаемости Каплана–Мейера программы SPSS 16.

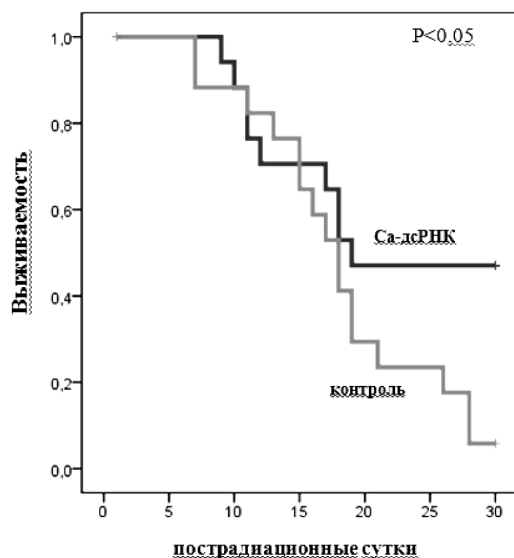


Рисунок – Выживаемость крыс, получивших однократно профилактическую дозу Са-дсРНК (опытная группа) и раствора хлористого кальция (контрольная группа), в течение 30 дней (время наблюдения) после облучения

Сравнительный анализ данных, представленных на рисунке, показывает, что гибель животных в контрольной группе начинается с 7-ого дня после облучения, тогда как в опытной группе падеж животных начинается на 2 дня позже, с 9-ого дня, что свидетельствует о большей сопротивляемости опытных крыс воздействию облучения. Более того, в контрольной группе гибель животных продолжается до 28 дня, тогда как в опытной группе падеж их прекращается уже на 18-й день после облучения и с 19-ого дня наблюдается стабильность физического состояния животных. Последние данные указывают на повышение адаптабельности крыс, получивших Са-дсРНК, и на эффективность этого препарата как адаптогена. Согласно полученным данным, наибольшая смертность после радиационного поражения в обеих группах, наблюдается в интервале с 13-го по 17-ый день. И, наконец, смертность животных в контрольной группе, где из 20-и крыс выжили только 4, значительно превышает смертность крыс в опытной группе, в которой из 20-и животных выжили 11. Радиозащитный эффект Са-дсРНК, рассчитанный с использованием статистической модели выживаемости Каплана–Мейера, составил 40 %, что значительно превышает эффективность многих природных радиопротекторов [3]. Таким образом, можно констатировать, что препарат Са-дсРНК обладает выраженными радиозащитными свойствами, повышая резистентность и адаптабельность организма к ионизирующему облучению.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян, Ж. И. Некоторые свойства модифицированной двуспиральной РНК / Ж. И. Акопян [и др.] // Эпизоотология, иммунобиология, фармакология, санитария. – 2009. – № 1. – С. 15–19.
2. Акопян, Ж. И. Биологическая активность двуспиральной РНК / Ж. И. Акопян, П. А. Казарян // Фарма. – 2011. – № 3. – С. 77–82.

## МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК FORMATION MECHANISM OF SOLAR FLARES

***A. С. Печникова, В. С. Сальников, О. М. Бояркин***  
***A. Pechnikova, V. Salnikov, O. Boyarkin***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
pechnikova.anzhelina@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Рассматриваются механизмы образования солнечных вспышек. Также исследуется связь между солнечной активностью и бета-радиоактивностью некоторых элементов. В ближайшем будущем удастся построить нейтринные телескопы, в которых статистика регистрации солнечных нейтрино будет повышена на несколько порядков, что и позволит регистрировать изменение потоков солнечных нейтрино в предвспышечный период.

The mechanisms of solar flares formation are considered. The connection between the solar activity and the beta radioactivity of some elements are investigated as well. In the near future we will be able to build the neutrino telescopes in which the statistics of solar neutrinos registration shall be enhanced by the several orders of magnitude that will allow us to detect changes in the solar neutrinos fluxes in the pre-flares period.

*Ключевые слова:* солнечные вспышки, радиоактивность, потоки солнечных нейтрино, нейтринные телескопы.

*Keywords:* solar flares, radioactivity, flux of solar neutrinos, neutrino telescopes.

Солнце – это звезда, образовавшаяся после нескольких взрывов сверхновых, около которой сформировалась планетная система. Возраст Солнца насчитывает уже пять миллиардов лет. Ядро — единственное место на Солнце, в котором энергия и тепло получается от термоядерной реакции, остальная часть звезды нагрета этой энергией. На Солнце все вещество представлено в виде намагниченной плазмы. Периодически в отдельных областях она скапливается в большем количестве, тогда говорят о солнечной активности: факелы, пятна, протуберанцы. Солнечная вспышка и корональный выброс массы представляют собой наиболее мощные проявления активности Солнца. Процесс образования солнечной вспышки (СВ) происходит из-за медленного накапливания и следующим за ним быстрым высвобождением магнитной энергии, изначально находящейся в пограничных областях хромосферы и солнечной короны. Токовый слой – слой тока высокой плотности, имеющий конечную толщину и разделяющий две плазменные области с противоположно направленными магнитными полями; в центре токового слоя магнитное поле равно нулю. Согласно работам советского астрофизика С. И. Сыроватского, образование СВ происходит в три стадии. Первая стадия – начальная: происходит переход энергии от токового слоя к плазме. Следующая стадия – взрывная: высвобождение энергии, накопленной в токовом слое. Заключительная стадия – горячая фаза: выброс заряженных частиц. Учеными вспышки на Солнце были классифицированы пятью видами: А, В, С, М, Х. Методы прогнозирования солнечных вспышек:

- Прогнозирование с использованием изображений, получаемых «Солнечными гелиосферными-обсерваториями».
- Прогнозирование путем измерения различий в атомах радиоактивного распада элементов бета-излучения.
- Прогнозирование солнечных вспышек с помощью нейронных сетей.

Радиоактивность – превращение неустойчивых изотопов одного химического элемента в изотопы другого элемента, сопровождающееся испусканием некоторых частиц. Существует естественная и искусственная радиоактивность. Искусственная радиоактивность – радиоактивность изотопов, полученных в результате ядерных реакций. Гамма-излучение является основной формой уменьшения энергии возбужденных продуктов радиоактивных превращений. В ближайшем будущем нам удастся построить нейтринные телескопы, в которых статистика регистрации солнечных нейтрино будет повышена на несколько порядков, что и позволит регистрировать изменение потоков солнечных нейтрино в предвспышечный период. Можно также надеяться, что будут установлены бета-радиоактивные элементы, которые обладают максимальной чувствительностью к изменению потоков солнечных нейтрино.

**АНДРОГЕН-РЕЦЕПТОРНАЯ ТЕСТ-СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ РАДИОПРОТЕКТОРНЫХ ПРЕПАРАТОВ**  
**ANDROGEN-RECEPTOR TEST-SYSTEM FOR ASSESSMENT  
OF RADIOPROTECTIVE PREPARATIONS**

**Е. Г. Попов, Т. И. Милевич**  
**E. Popoff, T. Milevich**

*ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
t\_milevich@mail.ru*

*State Institution "Institute of Radiobiology of NAS of Belarus", Gomel, Republic of Belarus*

Институт радиобиологии НАН Беларуси разрабатывает специальную тест-систему для оценки эффективности радиозащитных и других препаратов на основе измерений характеристик системы приема андрогенов.

Institute of Radiobiology (Nat. Ac. Sci. of Belarus) work out special test-system for assessment of radioprotective and others preparations' effectiveness based on measurements of androgen reception system characteristics.

*Ключевые слова:* препарат, исследование, комплекс.

*Keywords:* preparation, study, complex.

Коллектив учёных Института радиобиологии НАН Беларуси провёл исследовательскую оценку препаратов растительного и микробного происхождения с биостимулирующими, противоопухолевыми и радиопротекторными свойствами. Особенно актуально было изучение субстанций с радиопротекторной активностью. В этой связи нами изучены эффекты кислomолочного препарата **БФБ** на характеристики рецептора андрогенов (**РА**) крыс-самцов «Вистар» 4...6 мес. возраста, подвергшихся воздействию  $\gamma$ -излучения. Препарат **БФБ** создан на основе микробных культур *Lactobacter plantarum* К9 и *Bifidobacterium adolescentis* 91 БИМ и любезно предоставлен для исследований коллегами Института микробиологии НАН Беларуси. Препарат **БФБ** (титр бактерий в препарате **БФБ** составлял  $9,0 \times 10^8$  КОЕ/мл) животные потребляли через автопоилки в течение 1 мес. после воздействия  $\gamma$ -излучения: внешнего острого и пролонгированного облучения в дозе 1,0 Гр или содержания их в зоне радиационного загрязнения после аварии на Чернобыльской АЭС (в реперной точке «Припять»), накопленная поглощенная доза составила 0,23 Гр. Внешнее острое облучение животных проводили на гамма-установке ИГУР-1 ( $^{137}\text{Cs}$ ) с различной мощностью дозы ( $5,05 \div 10,33 \times 10^{-3}$  Гр/с); внешнее пролонгированное облучение выполняли на установке «Гаммарид» ( $^{137}\text{Cs}$ ) при мощности дозы  $\gamma$ -излучения от  $2,80 \times 10^{-7}$  Гр/с до  $5,83 \times 10^{-7}$  Гр/с, в различных сериях исследований соответственно.

С целью расшифровки механизма действия **БФБ** оценивали его эффекты на состояние и динамику молекулярных характеристик рецепции андрогенов в гормон-зависимых тканях после воздействия ионизирующего излучения. Проведенные нами исследования подтвердили, что данный препарат обладает радиозащитными свойствами. Выявлено также, что **БФБ** существенно повышает содержание рецепторов в цитозоле клеток-мишеней, однако измеряемые значения величин сродства и кооперативности в связывании нативных лигандов указывают на то, что рецепторные молекулы не дефосфорилируются и из димерной формы переходят в мономерную, физиологически неактивную. Как следствие, мономеризованные андроген-рецепторные комплексы (**АРК**) не могут транслоцироваться в ядра клеток и оказывать биологические эффекты (которые опосредуются только димерными **АРК**), при этом они накапливаются в цитоплазме.

Таким образом, если раньше биологическое действие **БФБ**, связывали с его способностью стимулировать синтез de novo нуклеиновых кислот, мРНК и белка, то здесь наблюдается и совершенно противоположный механизм, а именно: ингибирование анаболизма (управляемого с участием андрогенов) посредством отключения работы части генома. В то же время репарационные ферменты сохраняют активность, помогая поврежденным клеткам решать проблему экономии энергии путём обеспечения АТФ-«валютой» в первую очередь самых необходимых функций и при этом избежать накопления ошибок блокированием работы повреждённых ионизирующей радиацией биохимических конвейеров. Следовательно, можно полагать, что эффекты **БФБ** обеспечиваются дивергентными процессами, перераспределяющими активность работы комплексов ферментов клеток в облученном организме.

**МОЖЕМ ЛИ МЫ ОБНАРУЖИТЬ СИГНАЛЫ НОВОЙ ФИЗИКИ,  
ИЗУЧАЯ ПОТОКИ КОСМИЧЕСКИХ НЕЙТРИНО СВЕРХВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ?  
CAN WE DETECT SIGNALS OF THE NEW PHYSICS STUDYING  
FLUXES OF ULTRA-HIGH ENERGY COSMIC NEUTRINOS?**

**М. А. Правко, О. М. Бояркин  
О. Boyarkin, M. Pravko**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
maximpravken@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

*Ключевые слова:* Новая физика, высокоэнергетические космические нейтрино, нейтринный телескоп, лево-право симметричная модель.

*Keywords:* new physics, ultra-high energy cosmic neutrinos, neutrino telescope, left-right symmetric model.

All particle physics phenomena within the range of energies available today give impressive support to the standard model(SM) of the electroweak interaction based on the  $SU(2)_L \times U(1)_Y$  gauge group. Despite its enormous success one is widely believed that the SM is not the ultimate truth, and, as a result, many other models have been proposed to extend the SM.

In this note we consider the possibilities of the existing and planning neutrino telescopes to detect the physics beyond the SM. Two processes with the ultra-high energy cosmic neutrinos

$$\nu_e + e^- \rightarrow N_e + e^-, \quad \nu_e + e^- \rightarrow W^- + Z$$

are investigated. It is shown that at ICECUBE Gen 2 and ARIANNA we could observe manifestations of New Physics.

**АМЕРИЦИЙ-241 ЧЕРНОБЫЛЬСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ: СУЩЕСТВУЕТ ЛИ  
ПРОБЛЕМА ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК НА НАСЕЛЕНИЕ ОТ ЭТОГО РАДИОНУКЛИДА  
В СВЯЗИ С НАРАСТАНИЕМ ЕГО АКТИВНОСТИ В БЛИЖАЙШИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ**

**AMERICIUM-241 OF CHERNOBYL ORIGIN: IS THERE A PROBLEM  
OF DOSE LOADS ON THE POPULATION FROM THIS RADIONUCLIDE  
DUE TO THE INCREASE IN ITS ACTIVITY IN THE COMING DECADES**

**И. Н. Семененя  
I. Semenenya**

*Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС  
Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск  
insemenenya@komchern.org.by, ins1960@tut.by  
Department of mitigation of the consequences of the catastrophe at the Chernobyl NPP,  
Ministry for emergency situations of the Republic of Belarus, Minsk*

Проанализирована информация о загрязнении америцием-241 и изотопами плутония регионов республики, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС, рассмотрена возможность формирования значимых доз внутреннего облучения населения от америция-241 и всех трансурановых элементов, сделан предварительный вывод о том, что на территории нашей республики не может быть сформирована доза внутреннего облучения от америция-241, способная вызвать какие-либо негативные изменения в организме при соблюдении требований радиационной безопасности.

Information on the pollution of Americium-241 and the isotopes of plutonium in the regions of the republic affected by the Chernobyl accident is analyzed. The possibility of forming significant doses of internal exposure on the population from americium-241 and all transuranium elements is considered. A preliminary conclusion has been made that a dose of internal irradiation from americium-241 that can cause any negative changes in the body while observing the requirements of radiation safety can not be formed on the territory of our republic.



*Ключевые слова:* америций-241, трансурановые элементы, дозы облучения, Полесский государственный радиационно-экологический заповедник, пострадавшие районы.

*Keywords:* americium-241, transuranic elements, radiation doses, polesye state radiation-ecological reserve, affected regions.

В последнее время в СМИ стали появляться публикации, посвященные проблеме увеличения активности в окружающей среде одного из вторичных чернобыльских радионуклидов – америция-241. В одной из статей с названием “Америций: как уберечься от смертельно опасного продукта распада плутония, выброшенного Чернобылем” говорится следующее: “С течением времени наиболее опасным последствием аварии на ЧАЭС становится америций-241 – продукт распада плутония-241. Опасность америция в том, что его количество со временем лишь возрастает... он – источник альфа-излучения, а это смертельная угроза для живого организма...”. В упомянутой статье высказываются опасения, что, если ситуация с нарастанием активности америция-241 будет развиваться по самому плохому сценарию, прогнозируемому отдельными учеными, то может встать вопрос даже об отселении отдельных населенных пунктов Речицкого района. Такие высказывания людьми, которые не являются сторонними наблюдателями и вовлечены в сферу преодоления последствий чернобыльской катастрофы, т.е. являются, вроде бы, специалистами в данной области, вызывают некоторое недоумение. Выскажем свою точку зрения по данному вопросу.

По принятым экспертным оценкам содержание плутония-241, выброшенного из разрушенного чернобыльского реактора, составляет 2,1 кг (для сравнения: плутония-239 – 11,4 кг, плутония-240 – 4,4 кг, плутония-238 – 0,047 кг). Из той его части, которая выпала на территорию Беларуси (точную цифру назвать трудно, но она, понятно, существенно меньше 2 кг), 97% локализовалось в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике (ПГРЭЗ), площадь которого – чуть больше 1% площади Беларуси. Цифра 97% принята для всех трансурановых элементов, т.е. для суммы изотопов плутония-238, 239, 240, 241 (первые три изотопа – источники  $\alpha$ -излучения, плутоний-241 –  $\beta$ -излучатель). Поэтому будем считать, что она соответствует и значению для плутония-241. Период полураспада плутония-241 составляет 14,4 года (период полного распада ~ 144 года). В результате  $\beta$ -распада он превращается в америций-241 – источник  $\alpha$ -частиц и мягкого, низкоэнергетичного  $\gamma$ -излучения. Период его полураспада – 432,2 года. Именно за счет америция-241 общая  $\alpha$ -активность трансурановых элементов (ТУЭ) чернобыльского происхождения будет не снижаться, а возрастать как минимум до 2056 года.

Изотопы плутония и америция-241 сосредоточены почти на 2% площади республики (около 4 тыс. км<sup>2</sup>) преимущественно в 7 районах 2-х областей: 6 районах Гомельской области (Брагинский, Добрушский, Лоевский, Наровлянский, Речицкий, Хойникский) и Чериковском районе Могилевской области. Максимальные уровни загрязнения по америцию-241 (до 4-5 Ки/км<sup>2</sup> и выше) зарегистрированы в ПГРЭЗ в местах бывших населенных пунктов Крюки и Кулажин Брагинского района, Масаны Хойникского района, Довляды Наровлянского района Гомельской области. К 2056 году максимальные плотности загрязнения америцием-241 на территории ПГРЭЗ прогнозируются в районах бывших населенных пунктов Кулажин и Довляды.

По состоянию на 1 января 2009 года суммарная активность америция-241 ( $4,9 \cdot 10^{12}$  Бк или 132 Ки) на территории ПГРЭЗ превосходила суммарную активность изотопов плутония-238, 239, 240 ( $2,2 \cdot 10^{12}$  Бк или 60 Ки) в 2,2 раза. Распределение плотности америция-241 по территории ПГРЭЗ на эту же дату было следующим: ~16% площади ПГРЭЗ имело плотность загрязнения америцием-241 ниже 0,01 Ки/км<sup>2</sup>, т.е. данная территория считалась чистой по этому радионуклиду, если принять за основу критерии зонирования по ТУЭ; 71,7% площади ПГРЭЗ имело плотность загрязнения америцием-241 от 0,01 до 0,1 Ки/км<sup>2</sup> и 12,3% – выше 0,1 Ки/км<sup>2</sup>, что, в соответствии с уже упомянутыми критериями зонирования, считается зоной эвакуации или отчуждения (хотя для ПГРЭЗ, понятно, эти критерии не применимы, т.к. это заповедная зона, где отсутствуют населенные пункты для которых и введена система зонирования).

Реально следует анализировать только загрязненность америцием-241 территорий за пределами ПГРЭЗ, что может иметь значение для здоровья людей. В ПГРЭЗ же, где выпало 97% ТУЭ, жестко соблюдаются требования радиационной безопасности, работники почти не бывают в местах с высокой плотностью загрязнения ТУЭ, и годовая доза внешнего облучения их составляет всего лишь 1,7-1,8 миллизиверта (мЗв) на человека, что, как известно, никакого ущерба здоровью не несет (*справочно: при проведении, например, ирригоскопии (рентгеноскопии толстого кишечника) средняя доза внешнего облучения составляет сейчас 6 мЗв (в 1980-е годы доза рентгеновского облучения при ирригоскопии достигала 520 мЗв); при полном обследовании брюшной полости и органов малого таза с помощью компьютерной рентгеновской томографии можно в настоящее время получить дозу до 30 мЗв; гигиеническими нормативами “Нормы радиационной безопасности (НРБ-2012)” установлен предел дозы в 20 мЗв/год при профессиональном облучении; в отдельных населенных пунктах Ставропольского края Российской Федерации жители получают дозы облучения до 51 мЗв в год, а в Челябинской области – до 89 мЗв*). Даже если принять, что весь выброшенный из реактора плутоний-241 (2,1 кг) попал на территорию Беларуси (хотя он есть и в Украине, и Российской Федерации), то только 3% или 63 грамма его попало за пределы заповедника и распределилось по 6 районам Гомельской области и в 1 районе Могилевской области – в среднем 9 грамм на 1 район (часть изотопа в количествах, не превышающих 0,01 Ки/км<sup>2</sup>, распределилась и по другим районам). Понятно, что для детального анализа нужны точные данные о распределении америция-241 по указанным районам, сельскохозяйственным землям, личным подсобным хозяйствам и анализу возможности попадания

изотопа в продукцию растениеводства и животноводства, хотя, навскидку, проблемы здесь нет, даже если общая альфа-активность и вырастет через несколько десятков лет в 2-4 раза. Считается, что в настоящее время вклад америция-241 в общую  $\alpha$ -активность всех ТУЭ составляет 50%, к 2060 году он достигнет 67%, а в 2086 году  $\alpha$ -активность почвы на территориях, загрязненных ТУЭ, будет в 4 раза выше, чем в первоначальный период после аварии на Чернобыльской АЭС.

Принято считать, что вклад америция-241 в дозу облучения населения наиболее загрязненной Гомельской области не превышает 1%. Этот изотоп может внести вклад лишь в дозу внутреннего облучения, т.к. внешним облучением от америция-241 можно пренебречь – оно ничтожно мало ( $\alpha$ -излучение не проникает даже через кожу, а уровень  $\gamma$ -излучения крайне низкий; правда, в тех случаях, когда америций-241 в каких-то случаях, например, при проведении сельхозработ, на короткое время попадает на кожу, можно теоретически порассуждать на тему о его повреждающем действии на клетки эпидермиса). Основными же путями поступления америция-241, как и других ТУЭ, в организм (в наибольших количествах америций-241 накапливается в костях, печени и почках) являются дыхательные пути и пищеварительный тракт. Ингаляционным путем ТУЭ могут попасть в организм при проведении сельскохозяйственных работ на загрязненных землях, включая личные подсобные хозяйства, во время сильного ветрового подъема радионуклидов с поверхности почвы или при низовых пожарах. Если в организм попадет загрязненная америцием-241 пища или вода, то всасывание этого радионуклида составит, всего лишь, 0,001-0,03%, т.е. во внутреннюю среду организма поступит ничтожно малое количество изотопа от его ничтожно малого количества поступившего с продуктами питания. Работниками научной части ПГРЭС америций-241 выявлен в тканях диких кабанов, обитающих на территории ПГРЭС (в пищевом рационе этих животных почва составляет 2%), в микроколичествах, равных порогу возможностей обнаружения данного радионуклида.

Несколько лет назад РНИУП “Институт радиологии” проводил исследования, посвященные изучению дозовых нагрузок на сельскохозяйственных работников в процессе осуществления сезонных пахотных, посевных и уборочных работ на высокозагрязненных залежных землях. Оказалось, что доза облучения, которую получает работник в течение всего периода сельскохозяйственных работ за год от всех чернобыльских ТУЭ при ингаляционном пути их поступления в организм, составляет 1/10 000–1/100 000 от 1 мЗв, т.е. практически ничего. Даже, если учесть то обстоятельство, что повреждающее действие на организм  $\alpha$ -излучающих радионуклидов в 20 раз превышает таковое от  $\beta$ - или  $\gamma$ -излучателей при одной и той же поглощенной дозе, то и это существенно не отразится на организме при таких ничтожных дозах.

Можно также задать вопросом: “А распространяется ли америций-241 с дымом во время пожаров в ПГРЭС?”. Во-первых, пожары в ПГРЭС явление весьма редкое и масштабы их невелики, во-вторых, америций-241 в частицах дыма и сажи во время пожаров не обнаружен, т.к. его в древесине лесных пород ПГРЭС практически нет или количество ничтожно мало, а горящие травянистые и кустарниковые растения вносят, видимо, весьма небольшой вклад в распространение америция-241 с воздухом и дымом, что и не позволяет его выявить современными методами.

Исследование РНИУП “Институт радиологии” уровней загрязнения америцием-241 пищевой продукции (молоко, картофель), произведенной в личных подсобных хозяйствах, расположенных на территориях Брагинского, Наровлянского и Хойникского районов, прилегающих к границе ПГРЭС, не обнаружило этого радиоизотопа в изученных образцах (активность америция-241 была ниже порога чувствительности измерительной техники – 0,001 Бк/кг). Если даже предположить, что активность америция-241 в продуктах питания находится на уровне 0,001 Бк/кг и человек съедает в день 2 кг таких продуктов, то за год в его пищеварительный тракт попадет количество америция-241 с суммарной активностью 0,73 Бк при установленном пределе годового поступления этого радиоизотопа в организм человека с пищевыми продуктами 2 700 Бк, т.е. в 3 700 раз меньше.

Если касаться возможных медицинских последствий длительного облучения организма америцием-241, то еще в 1970-х гг. показано, что депонированный в костях америций-241, как и плутоний-239, могут вызвать остеосаркомы, однако они возникают у экспериментальных животных (крыс) при поглощенных дозах не менее 300-500 мГр (1 мГр условно эквивалентен 1 мЗв), причем, только у 1,5-2% животных. Максимальный же выход остеосарком отмечен при дозах 8 500-9 000 мГр. В постчернобыльской ситуации мы имеем дело с дозами америция-241, которые на много порядков меньше приведенных патогенных доз.

Таким образом, представленные данные дают основания считать, что на территории нашей республики не может быть сформирована доза внутреннего облучения от америция-241, способная вызвать какие-либо негативные изменения в организме, если соблюдать требования радиационной безопасности. Однако точный ответ на этот вопрос будет получен после завершения научных исследований по выяснению вклада америция-241 в формирование дозы внутреннего облучения населения пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС районов Беларуси.

**МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРИТИЯ В ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ В РАЙОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА БЕЛОРУССКОЙ АЭС**  
**MONITORING RESEARCH OF TRITIS IN THE HYDROGRAPHIC SYSTEM IN THE CONSTRUCTION AREA OF THE BELARUSIAN NPP**

***А. Н. Скибинская<sup>1</sup>, В. П. Миронов<sup>1</sup>, В. В. Журавков<sup>1</sup>, М. Г. Герменчук<sup>2</sup>, О. М. Жукова<sup>2</sup>***  
***A. Skibinskaya<sup>1</sup>, V. Mironov<sup>1</sup>, V. Zhuravkov<sup>1</sup>, M. Germenchuk<sup>2</sup>, O. Zhukova<sup>2</sup>***

<sup>1</sup> *Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
zhvl@mail.ru*

<sup>2</sup> *Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения  
и мониторингу окружающей среды  
г. Минск, Республика Беларусь,*

<sup>1</sup> *Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

<sup>2</sup> *The Center of Hydrometeorology, Radioactive Contamination Control  
and Environmental Monitoring of Republic of Belarus  
Minsk, Republic of Belarus*

В настоящее время проблему тритиевого загрязнения водных экосистем в районах размещения предприятий ядерно-топливного цикла можно считать одной из ключевых в радиэкологии. При работе АЭС тритий поступает в окружающую природную среду и быстро мигрирует из мест первичного загрязнения, поэтому единичные и несистематические измерения его не позволяют выявить реальных масштабов загрязнения водных систем.

At present, the problem of tritium contamination of water ecosystems in the areas where nuclear fuel cycle enterprises are located can be considered one of the key in radioecology. During operation of nuclear power plants, tritium enters the surrounding environment and migrates rapidly from the primary contamination sites, therefore single and non-systematic measurements of it do not allow to reveal the actual scale of pollution of water systems. In this regard, regular monitoring of tritium is necessary.

*Ключевые слова:* тритий, мониторинг, удельная активность.

*Keywords:* tritium, monitoring, specific activity

В 2016 г. совместно с Республиканским центром по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды были исследованы пробы воды из основных водных объектов района размещения площадки Белорусской АЭС, а именно из реки Вилия (населенные пункты Михалишки, Малые Свирынки, Мужилы); реки Лоша (населенный пункт Гервяты); реки Полпе (населенный пункт Чехи); реки Гозовка (населенный пункт Гоза); реки Страча (населенный пункт Ольховка). В итоге испытано 35 проб поверхностных вод, отобранных в зоне наблюдения Белорусской АЭС, выполнено более 150 прямых измерений длительностью 300 мин. (до статистической погрешности не более 5 %).

В результате исследований было получено, что среднее значение удельной активности трития для проточных водоёмов в 30-километровой зоне строительства Белорусской АЭС составило  $3,0 \pm 1,9$  Бк/л. Таким образом, удельная активность трития в воде в указанных водоёмах соответствуют глобальным выпадениям для данных широт.

В период времени с 2017 по 2020 г. планируются и другие мониторинговые мероприятия: определение трития в подземных водах, в питьевой воде (в водазборах, колонках, колодцах) и в атмосферных осадках (дождевая вода, снег), чтобы на этой основе дать прогноз дозовых нагрузок от трития на население (дети, подростки, взрослые) при его поступлении в организм людей на момент снятия Белорусской АЭС с эксплуатации.

**ЛИТЕРАТУРА**

*1. Миронов В. П. Мониторинговые исследования трития в регионе размещения Белорусской АЭС: материалы междунар. науч. конф. «Радиация, экология и техносфера» / В. П. Миронов, В. В. Журавков, О. П. Кудина, Е. В. Романовская. – Гомель, 2013. – С. 101–102.*

# ОЦЕНКА РЕАКТИВНОСТИ МИКРОВАСКУЛЯРНОГО ЭНДОТЕЛИЯ ASSESSMENT OF MICROVASCULAR ENDOTHELIAL REACTIVITY

**Д. А. Супранович, О. Н. Аблековская**  
**D. Supranovich, O. Ablekovskaya**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
dashasupranovich@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Кровеносные капилляры, обеспечивающие обмен веществ в тканях, в системе кровообращения являются наиболее радиочувствительными структурами. Изучение кровеносных капилляров в процессе эмбриогенеза может способствовать решению вопросов прогнозирования состояния здоровья людей и животных в поколениях, поскольку состояние микроциркуляторного русла может определять дееспособность того или иного органа [1]. Целью является изучение характеристик морфофункциональных показателей кровеносных капилляров яичника 20-суточных плодов белой крысы при облучении в эмбриогенезе в дозе 1 Гр на 10-е сутки и 14-е сутки внутриутробного развития.

One of the important parts of the microvasculature are blood capillaries that provide metabolism in tissues. They're in the circulatory system are the most radiosensitive structures. The study of blood capillaries in the process of embryogenesis can contribute to the solution of problems of forecasting the health of people and animals in generations, because the state of the microvasculature may determine the viability of an organ [1]. The aim is to study the morphological and functional indicators characteristics of ovarian blood capillaries of 20-day-old rat fetuses white when irradiated in embryogenesis at a dose of 1 Gy on the 10th day and the 14th day of prenatal development.

*Ключевые слова:* микроциркуляторное русло, гемокапилляры, гамма-облучение, эмбриогенез.

*Keywords:* microcirculatory channel, hemocapillars, gamma-irradiation, embryogenesis.

Исследование реактивности микроваскулярного эндотелия яичника плодов при облучении в разные сроки гестации проводилось с использованием электронномикроскопического метода исследования. Для оценки структурно-функциональных перестроек гемокапилляров и их эндотелиальной выстилки определялись большой и малый диаметры микрососудов, площади сечения капилляров и их просветов, площади сечения цитоплазмы эндотелиоцитов и их ядер, а также толщина стенки в ядерной и безядерной зонах. Кроме того, оценивали состояние энергетической и транспортной систем эндотелиоцитов. Получение материала и его обработка осуществлялись на базе Института радиобиологии НАН Беларуси.

Сравнивая размеры капилляров в норме и при облучении на 10-е и 14-е сутки внутриутробного развития, можно видеть, что если в первом случае имеет место только тенденция к изменению размеров обменных микрососудов, то во втором случае эти показатели претерпевают достоверные изменения по отношению к контрольным: площадь сечения просвета сосуда  $9,23 \pm 0,81$  мкм<sup>2</sup> ( $p < 0,01$ ) ( $11,71 \pm 1,45$  в контроле), площадь сечения капилляра  $31,72 \pm 1,56$  мкм<sup>2</sup> ( $p < 0,01$ ) ( $39,86 \pm 1,99$  мкм<sup>2</sup> в контроле), значения минимального и максимального диаметров  $5,67 \pm 0,16$  и  $7,71 \pm 0,24$  ( $p < 0,001$ ) соответственно.

Изменения в количестве различных популяций микровезикул могут дать ранние представления о что общее число этих структур имеет тенденцию к снижению при облучении на 10-е сутки –  $26,61 \pm 1,48$  против  $29,04 \pm 1,40$  в контроле. Снижение общего количества микровезикул после облучения происходит за счет уменьшения фракции мембраносвязанных пузырьков. Так, число люминальных пузырьков составляет  $5,53 \pm 0,33$  вместо  $9,05 \pm 0,48$  ( $p < 0,001$ ), число базальных пузырьков снижается с  $5,34 \pm 0,32$  в контроле до  $4,10 \pm 0,27$  в условиях эксперимента ( $p < 0,001$ ). Что касается изменений при облучении на 14-е сутки гестации, то здесь так же наблюдается снижение общего числа микровезикул –  $25,93 \pm 1,25$  ( $p < 0,01$ ). Уменьшение этого параметра происходит за счет уменьшения фракции базальных микровезикул –  $3,80 \pm 0,31$  ( $p < 0,001$ ). В этом случае, изменения носят более выраженный характер, чем на 10-е сутки внутриутробного развития.

Что же касается состояния энергетических процессов, которое мы оценивали по изменению численности митохондрий, то после облучения на 10-е сутки происходит уменьшение их численности почти в 2 раза. Так как митохондрии являются наиболее лабильными внутриклеточными структурами, то они одними из первых подвергаются изменениям при повреждении клетки. При облучении на 14-е сутки происходит уменьшение численности митохондрий на 57 %.

Таким образом, однократное внешнее гамма-облучение плодов в дозе 1,0 Гр в разные сроки антенатального периода развития вызывает ряд нарушений микроциркуляции, которые проявляются в значительном снижении энергетических возможностей эндотелиоцитов, угнетении их транспортной функции, а также имеет место нали-



чие обтурации терминальных микрососудов. При этом большие изменения наблюдаются при облучении на 14-е сут эмбриогенеза.

#### ЛИТЕРАТУРА

*И. Воробьев, Е. И. Ионизирующее излучение и кровеносные сосуды / Е. И. Воробьев., Р. П. Степанов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – С. 296.*

## КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ CULTURE OF SECURITY AT NUCLEAR POWER STATIONS

**Н. Н. Тушин, В. Ю. Ковалева**  
**N. Tushin, V. Kovaleva**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ  
г. Минск, Республика Беларусь  
skull.vika@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Рассмотрены концепция и требования МАГАТЭ по обеспечению культуры безопасности. Рассмотрены системы безопасности на реакторах типа ВВЭР. Представлен практический опыт формирования культуры безопасности на АЭС с реакторами ВВЭР (на примере Балаковской АЭС). Приведены рекомендации по обеспечению и формированию культуры безопасности на Белорусской АЭС.

Review of the concept and requirements of the IAEA safety culture. We consider safety on WWER reactors. This work provides practical experience in creating the safety culture at NNPs with WWER reactors (Balakovo NPP example). This work gives some recommendations for ensuring and formation of the safety culture in Belarusian NNP.

*Ключевые слова:* культура безопасности, ВВЭР, МАГАТЭ, АЭС, глубокоэшелонированная защита, единый отказ, принцип STAR.

*Keywords:* safety culture, WWER, IAEA, NPP, defense in depth, single failure, principle STAR.

В настоящее время культура безопасности рассматривается как основополагающий управленческий принцип в атомной энергетике. Разработке концепции культуры безопасности и внедрению её на опасных производствах отдается приоритет.

В документе INSAG-4 МАГАТЭ предлагает следующее определение этого понятия: «Культура безопасности – это такой набор характеристик и особенностей деятельности организаций и поведения отдельных лиц, который устанавливает, что проблемам безопасности атомной станции, как обладающим высшим приоритетом, уделяется внимание, определяемое их значимостью».

Развитие и совершенствование культуры безопасности – динамический процесс, для которого нельзя применить однозначную формулу. Тем не менее, существуют некоторые общие характеристики и действия, которые могут быть использованы организациями для достижения прогресса в этой области.

Культура безопасности не достигается простым следованием инструкции, хотя это и очень важно. Недостаточно знать, что делать и как это делать, необходимо понимать, почему необходимо делать именно так. Для внедрения культуры безопасности требуется, чтобы работники полностью понимали её значение для работы, которую выполняют, и были готовы к потенциальным проблемам.

Опыт эксплуатации атомных станций показывает, что причины возникновения аварий и инцидентов так или иначе связаны с поведением людей (человеческим фактором), а именно – с их отношением к проблемам безопасности. Поэтому в центре внимания руководства АЭС находятся, в первую очередь, человеческие ресурсы, стиль и методы управления, социально-психологический климат в производственных коллективах. В процесс формирования культуры безопасности вовлечен весь персонал, начиная с высшего административного уровня. На станциях работают постоянно действующие комитеты по культуре безопасности, которые являются коллегиальным органом, координирующим деятельность подразделений атомной станции в части поддержания и повышения культуры безопасности персонала.

Реактор ВВЭР считается безопасным и является основой для программы развития атомной отрасли России и расширения экспорта. Опыт успешной эксплуатации АЭС с ВВЭР уже превышает 1400 реакторо-лет. Атомные электростанции с реакторами типа ВВЭР, построенные при участии российских специалистов в Финляндии, Чехии, Словакии, Венгрии и других странах, безопасны и экономически эффективны. К примеру, по заключению МАГАТЭ, АЭС «Ловииза» (Финляндия) – одна из самых экологически безопасных атомных станций в мире. А на



состоявшемся в августе 2010 г. в Ляньюньгане (КНР) симпозиуме участников сооружения Тяньваньской АЭС китайская сторона заявила: на ТАЭС установлен рекорд среди действующих в Китае атомных станций по длительности безостановочной эксплуатации в период первого топливного цикла.

Персонал, который осуществляет деятельность в области атомной энергетики, должен осознать, что соблюдение принципов культуры безопасности – это не просто лозунг, а одно из условий обеспечения безопасности таких сложных объектов, как атомные станции.

Культура безопасности предъявляет новые требования к индивидуумам, причастным к выполнению работ на ядерных объектах, независимо от того, на каком иерархическом уровне в организации они находятся. Человек должен качественно изменить своё отношение к вопросам безопасности, осознать их важность и свою деятельность осуществлять, руководствуясь принципами культуры безопасности.

В формировании культуры безопасности важными являются два фактора: создание соответствующей рабочей атмосферы в коллективе и самомотивация индивидуума на ответственный и критический подход при выполнении служебных обязанностей.

Необходимо уделять постоянное и должное внимание внедрению в повседневную практику принципов культуры безопасности, развитию, совершенствованию методологической базы, практических и учебных материалов для воспитания у персонала, осуществляющего деятельность в области ядерной энергетики, приверженности культуре безопасности.

## **ЭФФЕКТЫ ИЗОЛИРОВАННОГО И СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ И МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КРЫС-САМЦОВ**

### **EFFECTS OF ISOLATED AND COMBINED ACTION OF EXTERNAL IRRADIATION AND MAGNETIC FIELD OF INDUSTRIAL FREQUENCY ON SOME INDICATORS OF BLOOD OF RAT MALES**

***И. А. Чешук, А. Е. Козлов, М. А. Бакшаева, Г. А. Горох, Г. Г. Верещако***  
***I. Cheshik, A. Kazlou, M. Bakshayeva, G. Gorokh, G. Vereschako***

*Институт радиобиологии НАН Беларуси,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
m.bakshaeva@yandex.ru*

*Institute of Radiobiology of the National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Republic of Belarus*

Влияние изолированного и комбинированного действия внешнего облучения (1,0 Гр) и магнитного поля промышленной частоты (МП ИФ, 50 Гц, 4 часа / день, 5 дней в неделю, всего 28 дней) от числа лейкоцитов и Лейкоцитарные элементы крови, метаболиты NO, глутатион и сывороточная активность глутатионпероксидазы. Установлено, что наиболее значительные изменения в изучаемых показателях наблюдаются при комбинированном воздействии факторов.

The influence of the isolated and combined effect of external irradiation (1.0 Gy) and the magnetic field of the industrial frequency (MP IF, 50 Hz, 4 hours / day, 5 days / week, total 28 days) on the number of leukocytes and leukocyte elements of blood, metabolites NO, glutathione and serum activity of glutathione peroxidase. It is established that the most significant changes in the studied indicators are observed with the combined action of the factors.

*Ключевые слова:* внешнее облучение, магнитное поле, показатель крови крысы.

*Keywords:* external irradiation, magnetic field, rat blood index.

Цель работы – исследование изолированного и сочетанного действия внешнего облучения в дозе 1,0 Гр и магнитного поля промышленной частоты (МП ПЧ, 50 Гц) на некоторые показатели крови крыс.

Исследования выполняли на крысах-самцах линии Вистар (возраст 4,5 мес). Животные были разделены на 4 группы: 1) контроль – интактные животные, 2) животные, подвергнутые воздействию МП ПЧ (50 Гц, 0,4 мТ, 4 часа/день, 5 дней/неделю, всего 28 дней), 3) крысы, облученные в дозе 1,0 Гр на установке ИГУР-1 (<sup>137</sup>Cs, м. д. 46 сГр/мин), 4) животные, облученные в дозе 1,0 Гр и затем, подвергнутые воздействию МП ПЧ.

Опыты проводили на 1-е и 30-е сутки после экспозиции в магнитном поле (по отношению к внешнему облучению – 40-е и 70-е сутки соответственно). В крови определяли количество лейкоцитов, лейкоцитарных элементов крови, в сыворотке крови – содержание нитратов и нитритов, глутатиона и активность глутатионпероксидазы (ГПО).

Установлено, что изолированное и сочетанное действие внешнего облучения и МП ПЧ (50 Гц) оказывает значительное влияние на гематологические показатели животных, имеющее более выраженный характер при действии двух антропогенных факторов. Так, на 1-е сут после сочетанного воздействия отмечается снижение количества лейкоцитов, обусловленное существенным падением числа лимфоцитов (на 52 %) при повышении количества гранулоцитов и моноцитов, до 139 % и 200,0 %, соответственно. В отдаленном периоде (30-е сут) выявляется частичная нормализация количества лимфоцитов и значительное повышение числа моноцитов и гранулоцитов после внешнего облучения (1,0 Гр) и, особенно, после сочетанного воздействия двух исследуемых факторов.

Уровень метаболитов NO в сыворотке крови экспериментальных животных при сочетанном влиянии ионизирующего излучения и МП ПЧ (50 Гц) как на 1-е, так и на 30-е сутки имеет тенденцию к снижению. Особенно значительное падение этого показателя (30 %) наблюдается на 30-е сутки. Однако эти изменения не были статистически значимыми.

Содержание глутатиона в сыворотке крови в начальном и отдаленном периоде после действия указанных факторов не претерпевает существенных отклонений, однако активность ГПО значительно повышается на 1-е сутки (для внешнего облучения на 40-е сут) после облучения в дозе 1,0 Гр и сочетанном действии 1,0 Гр+МП ПЧ (50 Гц), достигая в этом случае 183,3 % по отношению к интактному контролю.

Результаты исследований свидетельствуют о выраженной реакции изучаемых гематологических показателей животных на изолированное и сочетанное воздействие внешнего облучения в дозе 1,0 Гр и МП ПЧ (50 Гц), что выражается в моно- и гранулоцитозе на фоне лимфопении и выраженном повышении активности ГПО, отражающее активацию процессов свободно-радикального окисления в сыворотке крови.

## **ДИНАМИКА МОЩНОСТИ ДОЗЫ Г-ИЗЛУЧЕНИЯ НА МЕТЕОПЛОЩАДКЕ И ТЕРРИТОРИИ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ СТАНЦИИ МАСАНЫ ИМ. В. Н. ФЕДОРОВА**

### **THE DYNAMICS OF $\gamma$ -DOSE RATE AT THE METEOROLOGICAL GROUND AND THE TERRITORY OF THE SANITARY PROTECTION ZONE AT THE RESEARCH STATION OF MASANY AFTER V.N. FEDOROV**

***A. H. Чудинов, С. А. Калиниченко, Р. А. Ненашев***  
***A. Chudinov, S. Kalinichenko, R. Nenashev***

*Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение  
«Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»  
г. Хойники, Республика Беларусь  
s-a-k@list.ru*

*State Environmental Research Institution «Polesye State Radiation-Ecological Reserve»  
Khoyniki, Republic of Belarus*

Анализируется динамика мощности дозы  $\gamma$ -излучения на метеоплощадке и территории санитарно-защитной зоны исследовательской станции Масаны. Указывается на влияние процессов вторичного загрязнения дезактивированных ранее территорий.

The analysis of  $\gamma$ -dose rate dynamics at the meteorological ground and the territory of the sanitary protection zone at the research station of Masany is carried out. The influence of secondary pollution processes for these territories is revealed.

*Ключевые слова:* мощность дозы  $\gamma$ -излучения, зона отчуждения ЧАЭС, вторичное загрязнение.

*Keywords:*  $\gamma$ -dose rate, the exclusion zone of CNPP secondary pollution.

Анализ динамики мощности дозы  $\gamma$ -излучения (МД) на метеоплощадке и территории санитарно-защитной зоны исследовательской станции Масаны не выявил значительных отклонений от участков остальной реперной сети. Хотя данные пробные площади и подверглись в свое время антропогенному вмешательству, а структура верхнего слоя почвы была видоизменена в процессе установки необходимого оборудования для метеонаблюдений и дезактивационных мероприятий на санитарно-защитной зоне, тем не менее, за прошедший период наблюдений были обнаружены аналогичные флуктуации значений МД (рисунок 1).

Характерные пики некоторого превышения значений МД, как и в случае с участками, расположенными за территорией санитарно-защитной зоны, приходятся на 2001 и 2008 г., что говорит о единых процессах, происходящих в пределах данной территории. Наиболее вероятное объяснение данных колебаний – это изменение по-

годных условий в данный период наблюдений, вызванных увеличением температурных параметров, снижением коэффициента увлажнения почвы и повышенной транспирации влаги из почвенных капилляров, что вызвало рост фоновых показателей  $\gamma$ -излучения. Анализируя функциональные зависимости снижения МД за наблюдаемый период, вряд ли можно говорить о явном экспоненциальном снижении показателей, а в случае участков, подвергнутых дезактивации, путем снятия верхнего слоя грунта, даже наоборот, наблюдается некоторая тенденция к увеличению значений МД, что говорит о происходящих процессах вторичного загрязнения данной территории. Аналогичные тенденции варьирования значений МД по годам наблюдаются также и в доме проживания вахтового персонала, а темпы снижения показателей подвержены аналогичной тенденции, как и для реперных пунктов, расположенных в естественных экосистемах.

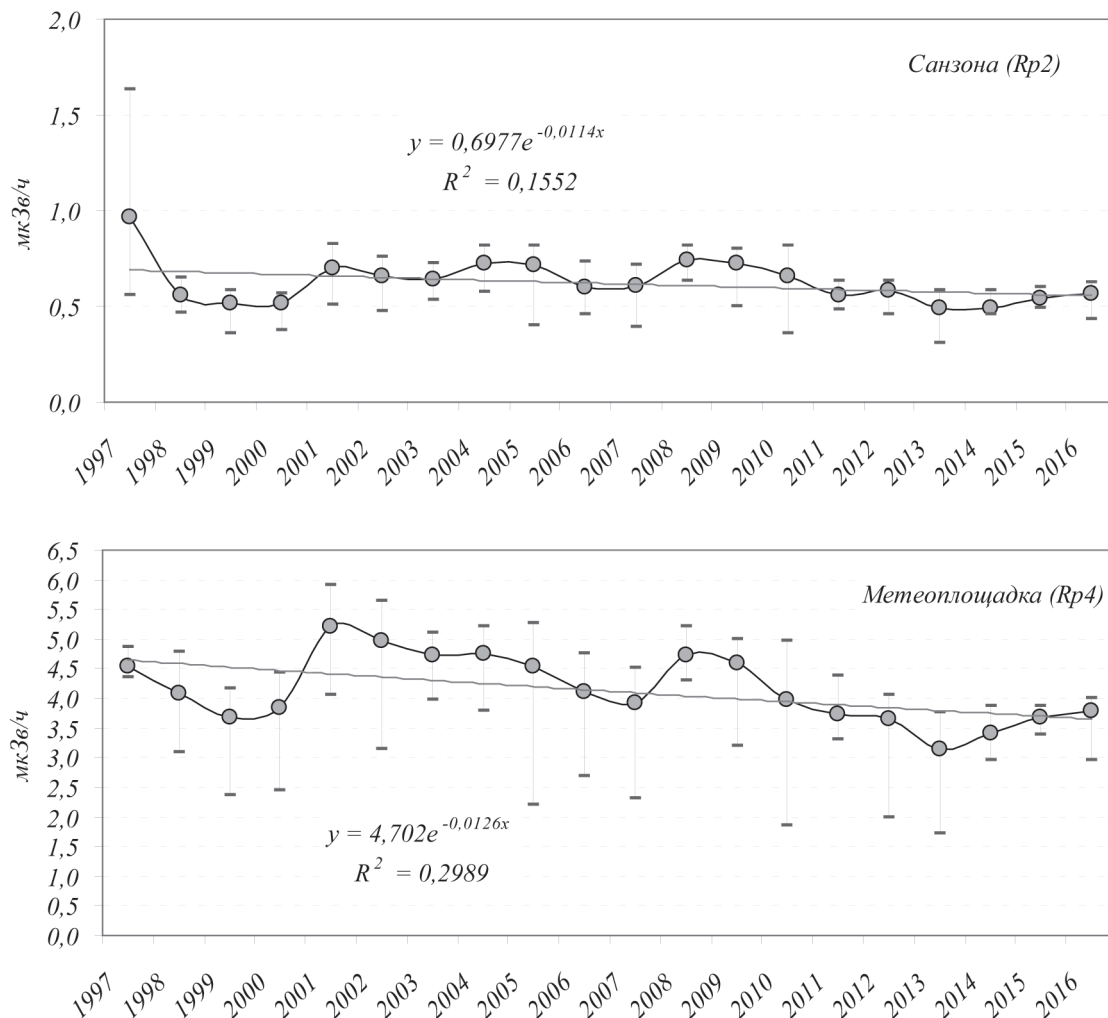


Рисунок – Динамика МД на высоте 1 м на территории санитарно-защитной зоны и метеоплощадке, мкЗв/ч

## ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА СКОРОСТЬ БЕТА-РАСПАДА INFLUENCE OF SOLAR ACTIVITY ON BETA-DECAY RATE

**А. А. Шуш, А. А. Щербович, О. М. Бояркин**  
**A. Shish, A. Scherbovich, O. Boyarkin**

Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ  
г. Минск, Республика Беларусь  
dorohedro1315@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

In this article, we analyze the recent experiments on detecting the decrease of the decay rate of some beta radioactive elements. In the recent years, a number of articles have been published presenting evidence that some beta decay rates are variable and this changeability may be connected with behavior of the solar neutrino flux. From point of view of many researchers, such variations are connected with the decrease of with a decrease in the flux of

electronic neutrinos, which is produced in a deep solar environment. Currently, this topic is relevant in connection with the use of some of the samples presented to medicine as radiopharmaceuticals.

Анализируются эксперименты по обнаружению уменьшения скорости распада некоторых бета - радиоактивных элементов. В последние годы был опубликован ряд статей, в которых отмечалось, что некоторые скорости бета-распада являются переменными, и эта изменчивость может быть связана с поведением потока нейтрино. С точки зрения многих исследователей, такие вариации связаны с уменьшением потока электронных нейтрино, который рождается в глубокой солнечной среде. В настоящее время эта тема актуальна в связи с использованием некоторых образцов, представленных в медицине в качестве радиофармацевтических препаратов.

*Keywords:* decay rate, beta radioactive elements, neutrino, solar flares, radiopharmaceuticals.

*Ключевые слова:* скорость распада, бета-радиоактивные элементы, нейтрино, солнечные вспышки, радиофармацевтические препараты.

In this note we analyze the recent experiments on detecting the decrease of the decay rate of some beta radioactive elements. For the first time such data were obtained at Purdue University. Professor Jenkins discovered that the decay rate of Mn-54 decreased slightly beginning 39 hours before a large solar flare of 2006 Dec.13. Subsequent analysis of the data revealed a statistical correlation between the onset of solar storms and changes of the Mn-54 decay rates. The different characteristics of the decay data suggest that changes in the decay rates can be compared with similar changes in the neutrino flux. Similar variations in the rates of decay were also found in other studies. For example, for the samples Cl-36 and Si-32 at the Brookhaven National Laboratory, for samples Sr-90/Y-90 at the Moscow State University named after M.V. Lomonosov, for samples Ag-108, Kr-85, Eu-154, Ba-133, Eu-152 and Cs-137v at the German center PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt). In the recent years a number of articles have been published presenting evidence that some beta decay rates are variable and this changeability may be connected with behavior of the solar neutrino flux ( hypothesis of the  $\nu_e$ - induced beta decays).

From point of view of many researchers, such variations are connected with the decrease of the electron neutrino flux, which is born in the deep solar interior. We investigate the motion of the neutrino flux in the solar matter and twisting magnetic field. Our consideration carries general character, that is, it holds for any standard model extensions with massive neutrinos. We find out the factors which influence on the electron neutrino flux, crossing a region of SF. When the SF is absent a terrestrial detector records the electron neutrino flux weakened at the cost both of vacuum oscillations and of the MSW resonance conversion only. On the other hand, the electron neutrino flux passed the SF region in preflare period proves to be further weakened in so far as it undergoes one (Majorana neutrino) or two (Dirac neutrino) additional resonance conversions, apart from the MSW resonance and vacuum oscillations.

We also consider the hypothesis of the  $\nu_e$ - induced decays which states that decreasing the beta decay rates of some elements of the periodic table is caused by reduction of the solar neutrino flux.

Currently, this topic is relevant in connection with the use of some of the samples presented to medicine as radiopharmaceuticals. Being in the patient's body, radiopharmaceuticals, due to their different physical characteristics and biological properties, interact or bind to different proteins or receptors. This in turn means that such medications, depending on the biological characteristics of certain parts of the body, tend to concentrate in such organs. Thus, using special cameras, doctors can accurately select a target in the human body in order to conduct screening or treatment, selecting specific types of radiopharmaceuticals.

**РЕГИОНАЛЬНЫЕ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ:  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ  
МОНИТОРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ**





# УДАЛЕНИЕ Cu (II) ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ В ЗАКРЫТОЙ СИСТЕМЕ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ С АКТИВИРОВАННЫМ УГЛЕМ НАНОМЕТРОВОГО РАЗМЕРА

## REMOVAL OF Cu (II) FROM AQUEOUS SOLUTIONS IN A CLOSED RECIRCULATING WATER SYSTEM USING COTTON FABRICS WITH NANO-SIZED ACTIVATED CARBON

*Nurcan COŞKUN<sup>1</sup> Ahmet DEMİRAK<sup>1</sup> Selçuk AKTÜRK<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Mugla Sıtkı Koçman University, Department of Chemistry, Mugla, Turkey*

<sup>2</sup>*Mugla Sıtkı Koçman University, Department of Physics, Mugla, Turkey*

Waste water occurring as a result of industrial activities is very dangerous to living organisms because of having highly toxic substances, and heavy metals. Moreover, it contains high amount of copper compounds. Various methods, such as chemical precipitation, ultrafiltration, reverse osmosis, ion exchange, biological processes and adsorption are used to eliminate and remove copper ions inside the waste water. Closed recirculating systems may be developed as an alternative to flow through systems in many industrial activities to remove heavy metals.

Сточные воды, возникающие в результате промышленной деятельности, очень опасны для живых организмов из-за наличия высокотоксичных веществ и тяжелых металлов. Кроме того, они содержат большое количество соединений меди. Для устранения и удаления ионов меди внутри сточных вод используются различные методы, такие как химическое осаждение, ультрафильтрация, обратный осмос, ионный обмен, биологические процессы и адсорбция. Замкнутые рециркуляционные системы могут быть разработаны в качестве альтернативы потоку через системы во многих промышленных мероприятиях по удалению тяжелых металлов.

*Keywords:* adsorption, activated carbon, copper, water treatment, closed recirculating system.

*Ключевые слова:* сточные воды, наноразмерные, рециркуляционные системы.

**Aim:** The main aim of this study is to study the ability of removal of *Cu (II)* from aqueous solutions in a closed recirculating system using cotton fabrics with nano-sized activated carbon.

**Methods:** 1. Nano-sized active carbon was obtained from nut shells. 2. Nano-sized activated carbon was incorporated into the cotton fabrics. 3. Cotton fabrics with nano-sized activated carbon was used a sorbent to investigate of *Cu (II)* from aqueous solutions in batch sorption experiments. 4. Optimum adsorption conditions were determined for experimental parameters. 5. Adsorption isotherms and adsorption kinetics were applied to analyze the experimental data. 6. Cotton fabrics with nano-sized activated carbon were characterized by Scanning Electron Microscopy (SEM) images and Electron Dispersive Spectroscopy (EDS). 7. Removal of *Cu (II)* aqueous solution in the closed-recirculating water system was investigated using cotton fabrics with nano-sized activated carbon in the optimum experimental conditions.

**Results:** It can be concluded that the values of optimum experimental parameters for adsorption capacity of *Cu(II)* on cotton fabrics with nano-sized activated carbon in batch sorption method are as following: contact time (360 min), initial concentration of adsorbate (100 mg/L) and pH (5) at room temperature. When the adsorption results were examined, it was determined that the most suitable isotherm model fitting to the isotherm and correlation constants was the Langmuir adsorption model. The results show that pseudo-second-order kinetic fit for the sorption of *Cu(II)* on cotton fabrics with nano-sized activated carbon. The Pseudo-second-order kinetic model was suitable for all the data. Scanning Electron Microscopy (SEM) images and Electron Dispersive Spectroscopy (EDS) results were obtained by examining the surface morphologies of fabrics used for adsorption studies.

**Conclusions:** The process of *Cu(II)* sorption on cotton fabrics with nano-sized activated carbon can be chemisorptions. Both SEM images and EDS results supported the adsorption studies. It can be used to remove *Cu (II)* from aqueous solutions in a closed recirculating system using cotton fabrics with nano-sized activated carbon.

### REFERENCES

1. Pirajan, M. ve Carlos, J. (2012) Heavy Metal Ions Adsorption from Wastewater Using Activated Carbon from Orange Peel, *Journal of Chemistry*, 9: 926–937 s.

# СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ХЛОРОФИЛЛ-А В ПРЕСНОЙ ВОДЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ В ЗАЛИВЕ ГОКОВА (МУГЛА-ТУРЦИЯ) SEASONAL CHANGES OF CHLOROPHYLL-A VALUES OF THE FRESHWATER SOURCES FEEDING IN GOKOVA BAY (MUGLA-TURKEY)

**Dondu Mustafa<sup>1</sup>, Ozdemir Nedim<sup>2</sup>, Demirak Ahmet<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mugla Sitki Kocman University, Institute of Natural Science, Mugla, Turkey  
ata.dadaoz@gmail.com

<sup>2</sup>Mugla Sitki Kocman University, Faculty of Fisheries, Mugla, Turkey

<sup>3</sup>Mugla Sitki Kocman University, Department of Chemistry, Mugla, Turkey

One of the indispensable elements of human life, water is a limited resource. Rapidly increasing world population and efforts put forth to improve living standards of people bring about negative impacts on environmental riches.

Вода является ограниченным ресурсом, одним из неотъемлемых элементов человеческой жизни. Быстрое увеличение населения Земли и усилия, направленные на повышение уровня жизни людей, оказывают негативное воздействие на экологические богатства.

*Keywords:* Gokova Bay, Freshwater Sources, Chlorophyll-a, Environmental Impacts, Tourism activities.

*Ключевые слова:* залив Гокова, пресноводные источники, хлорофилл-а, воздействие на окружающую среду, туристическая деятельность.

**Aim:** The purpose of the current study is to investigate the water quality in Gokova Bay, which is threatened particularly in summer months by visitors to the region, to determine the factors affecting the water quality and to investigate the freshwater sources feeding the Bay. In the contest, the chlorophyll-a concentration represents the main link in the food chain.

**Methods:** This study was conducted Between November 2014 and October 2015. A total of 3 stations (1 located in Kadin Creek, 1 located in Ak9apinar Creek and 1 located in Camli Creek) were selected for the research and monthly a sample of water was analyzed to calculate the concentration of chlorophyll-a.

**Results:** The results showed values of chlorophyll-a ranged from a minimum BDL to a maximum of 9,82 mgL<sup>-1</sup> for Kadin Creek, of minimum BDL and maximum 5,85 mgL<sup>-1</sup> in Ak9apinar Creek and a minimum BDL to a maximum of 6,29 mgL<sup>-1</sup> Camli Creek. According to Karydis 2009 eutrophication scale for Kadin creek's stations values bad, Ak9apinar creek's stations values between Good-Bad 9amli Creek's values bad. For these creeks the higher concentration of chlorophyll-a were found in the summer season that coincide with the increase of human activities and boat tourism and an raise of production of phytoplankton that can be explained with the high addition of nutrient in the water due to human activities.

**Conclusions:** When the results of the analysis are considered, it becomes clear that during the high seasons, because of the increasing tourism activities, increasing population and pesticides and herbicides used for agricultural purposes, the quality of the freshwater sources deteriorates in some stations and environmental pollutions are observed. So different the co-operation of public institutions and civil society organizations must necessary to undertake future measures of conservation and preservation of this area.

## REFERENCES

1. The World Resources Institute., World Resources 1992–1993, Oxford University Press, 369. – Oxford, 1992.

# ИТОГИ МОНИТОРИНГА АГРОЭКОСИСТЕМ ШУАХЕВСКОГО МУНИЦИПАЛИТЕТА THE RESULTS OF MONITORING OF AGROECOSYSTEMS OF SHUAKHEVI MUNICIPALITY

**Н. Ш. Аласания**

**N. Alasania**

*Батумский государственный университет им. Шота Руставели,  
г. Батуми, Грузия*

*qetevanmemarne@gmail.com*

*Batumi Shota Rustaveli State University, Batumi, Georgia*

Рассматривается агроэкосистема муниципалитета Шуахеви, природно-экологические условия, современное состояние, биоразнообразие и необходимость охраны. Описывается разнообразие растений

по отдельным семействам. Приводится современное состояние сельского хозяйства Шуахевского муниципалитета.

Agroecosystems of Shuakhevi Municipality, its natural-ecological conditions, modern state, biodiversity and the necessity of its protection are discussed in this paper. The variety of plants according to the separate families is described. The modern state of agriculture of Shuakhevi Municipality.

*Ключевые слова:* Шуахеви, агроэкосистема, биоразнообразие.

*Keywords:* Shuakhevi, Agroecosystems, biodiversity.

Своим местоположением, биоразнообразием, множеством эндемических и реликтовых видов, характерным разнообразным ландшафтом и, множеством лесов колхидского типа, расположенным на своей территории Шуахевского муниципалитета всегда являлся объектом внимания Аджарии и всей Грузии. В данном ущелье в самом совершенном виде сохранилась экосистема всего региона, что придаёт ему экологическую, экономическую и социальную ценность. Шуахевский муниципалитет со своей прекрасной природой и биоразнообразием и из-за близости к курортной зоне города Батуми представляет собой наилучшую рекреационную зону, которая имеет большое значение для развития туризма в Грузии в целом, и для превращения муниципалитета в туристическую рекреационную зону и идеальное место отдыха в частности.

Нашей целью является представить: а) рекреационную значимость Шуахевского муниципалитета; б) роль Шуахевского муниципалитета в развитии сельского хозяйства и экотуризма Аджарии; в) роль Шуахевского муниципалитета в патриотическом и эстетическом воспитании; г) современные экологические условия Шуахевского муниципалитета и сдерживание попытки проникновения в него культурных элементов.

Для Шуахевского муниципалитета более приемлемо ранжирование агроэкосистем по следующим видам: аграрная ландшафт-экосистема, которая сформировалась в результате преобразование ландшафта по вине сельскохозяйственной деятельности; агроэкосистема – это экосистема на уровне хозяйств: агробиоценоз полей, сады, бахчи, теплицы, оранжереи, биогеоценоз пастбищ - природные и культурные пастбища.

Используя результаты исследования, можно заключить следующее: экологическое равновесие Шуахевского муниципалитета определяется стабильностью фитоценоза и агробиоценоза, разрушение которых приведет к изменению экосистем, что всегда приводит к увеличению мощности и частоты негативных явлений (лавины, ливневые дожди, оползни). Земельный ресурс муниципалитета по своим химико-физическим и другим показателям представляет собой благоприятную среду для возделывания многолетних плодовых и бахчевых культур. Приоритетным направлением муниципалитета является развитие эко- и агротуризма, что будет способствовать охране и защите природных и агро- экосистем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Урушадзе, А. Агроресурсоведство / А. Урушадзе. – Тбилиси, 2012.

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕК И ОЗЕР БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

## GEOECOLOGICAL ACCUMULATION ESTIMATION OF HEAVY METALS IN SEDIMENTS AND HIGHER AQUATIC VEGETATION IN THE RIVERS AND LAKES OF THE BELARUSIAN POOZER'E

**Ю. Ф. Антипирович**

**Y. Antipirovich**

*Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов  
(РУП «ЦНИИКИВР»),*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*2634843@mail.ru:*

*Central Research Institute for Complex Use of Water Resources,  
Minsk, Republic of Belarus*

Данная геоэкологическая оценка нацелена на обработку и систематизацию большой информативной базы по данным мониторинга за водной растительностью и мониторинга поверхностных вод. Она базируется на изучении накопления тяжелых металлов донными отложениями, высшей водной растительности и водной толщей по сравнению с их естественным содержанием. В исследовании был использован бассейно-

вый принцип. Приведены основные закономерности, отмеченные по результатам проводимых наблюдений и сбора статистической информации.

This geo-ecological assessment focuses on the processing and systematization of big informative data base of the monitoring of aquatic vegetation and river-and-lake monitoring. It is based on the study of the heavy metals accumulation in the sediment, higher aquatic vegetation and water, comparing with their natural content. The basin concept was used in the research. The basic regularities, revealed during studying and collection of the statistic information, have been represented in the research.

*Ключевые слова:* микроэлемент, высшая водная растительность, донные отложения, качество воды, загрязнение тяжелыми металлами, индикаторная роль, мониторинг окружающей среды.

*Keywords:* Trace element, high aquatic vegetation, sediments, water quality, heavy metal contamination, indicator role, environmental monitoring.

При проведении мониторинговых исследований и определения уровня загрязнения водных объектов следует принимать во внимание естественные особенности различных водосборов и антропогенные источники. Это определило объекты исследования и выбор методики геоэкологической оценки накопления тяжёлых металлов в донных отложениях и высшей водной растительности рек и озер Белорусского Поозерья. Объектами исследования являются донные отложения, макрофиты, качество воды.

Донные отложения – это продукты осаждения взвешенных веществ, поступающих с речными и склоновыми стоками, в результате отмирания растворенного планктона и высшей водной растительности и т. д. Таким образом, донные отложения могут выступать в качестве индикатора для выявления состава, интенсивности и масштаба техногенного загрязнения, вместе с этим, донные отложения следует рассматривать и как источник вторичного загрязнения водной среды [3].

Высшая водная растительность (макрофиты) является хорошим индикатором состояния водной среды экосистемы. Макрофиты чутко реагируют на изменения среды обитания и, в первую очередь, гидрофизических и гидрхимических показателей – температуры, прозрачности, солевого состава воды и химического состава донных отложений, обеспеченности биогенными веществами и др. Наибольшей способностью к накоплению тяжелых металлов отличаются погруженные растения [3].

Третий компонент геоэкологической оценки накопления тяжелых металлов в водных объектах Белорусского Поозерья является содержание тяжелых металлов в воде.

Исходные данные о содержании тяжелых металлов в исследуемых объектах представлены в виде абсолютной величины – концентрации микроэлементов. В ходе оценки она переводится в относительную величину – коэффициент концентрации (в качестве фонового показателя используются: для донных отложений – региональные кларки микроэлементов в донных отложениях в соответствии с педогеохимическим районированием; для макрофитов и водной толщи – среднее фоновое содержание микроэлементов в макрофитах воде – по данным натурных исследований) [4–5]:

$$k_i = C_i / K_i, \quad (1)$$

где  $k_i$  – коэффициент концентрации  $i$ -го микроэлемента в объекте исследования,

$C_i$  – концентрация  $i$ -го ингредиента в объекте исследования,

$K_i$  – среднее фоновое его содержание.

В исследовании был проведен расчет показателя повторяемости превышения среднего фонового содержания по каждому изучаемому элементу:

$$h_i = N_{ki} / n, \quad (2)$$

где  $h_i$  – показатель повторяемости случаев превышения среднего фонового содержания ( $K_i$ ),

$N_{ki}$  – число случаев превышения  $K_i$ ,

$n$  – общее количество исследуемых элементов.

Суммарный показатель загрязнения, коэффициент накопления тяжелых металлов в донных отложениях, для каждого объекта рассчитывается по формуле:

$$a = \sum k_i * h_i, \quad (3)$$

где  $a$  – коэффициент накопления тяжелых металлов в объекте исследования,

$k_i$  – коэффициент концентрации  $i$ -го микроэлемента,

$h_i$  – показатель повторяемости случаев превышения  $K_i$ .

В соответствии с представленной ниже шкалой, водному объекту присваивается балл по каждому из трех показателей (таблица).



Таблица – Шкалы значений суммарных показателей

Суммарный показатель	Значения				
	менее 0,1	от 0,1 до 1	от 1,1 до 5	от 5,1 до 20	выше 10
Коэффициент накопления тяжелых металлов в донных отложениях	менее 0,1	от 0,1 до 1	от 1,1 до 5	от 5,1 до 20	выше 10
Коэффициент накопления тяжелых металлов в макрофитах	менее 1	от 1 до 2	от 2,1 до 10	от 10,1 до 20	выше 20
Коэффициент загрязнения воды	менее 0,1	от 0,1 до 1	от 1,1 до 2	от 2,1 до 3	выше 3
Категория объекта	очень чистые озера	чистые	слабо загрязненные	умеренно загрязненные	сильно загрязненные
Балл	1	2	3	4	5

Для каждого водного объекта рассчитывается интегральный показатель накопления тяжелых металлов в водных объектах посредством суммирования балльных значений коэффициентов накопления микроэлементов в донных отложениях и макрофитах и коэффициента загрязнения воды. Итоговый оценочный показатель включает в себя информацию о наиболее типичных микроэлементах-загрязнителях (Pb, Zn, Cd, Cr, Cu, Ni, Mn, V), об их превышениях средних фоновых значений, а также позволяет рассмотреть водные объекты в разрезе их водосборов. На его основе устанавливается геоэкологическое состояние бассейнов рек и озер Белорусского Поозерья. По результатам геоэкологической оценки к чистым относятся бассейны рек Дисна и Улла. Бассейны рек Западная Двина (верхнее течение), Ушача, и Страча получили статус сильно загрязненные, что обусловлено антропогенным воздействием.

Бассейн реки Ушача подвержен нагрузке промышленного комплекса Новополоцка. Промышленная нагрузка на его водосбор связана с загрязнением газообразными, жидкими и твердыми отходами нефтехимического комбината. Высокой скорости загрязнения способствует расположение водоема с подветренной стороны по отношению к источникам загрязнения, а также ряд природных факторов: малая буферность воды озера и пород водосбора, низкая проточность, слабые водообмен и стратифицированность водной массы.

Непосредственное влияние оказывают хозяйственно-бытовые стоки с территорий населенных пунктов – крупные города Витебск, Новополоцк, Полоцк. Кроме этого, территории сильно загрязненных бассейнов рек имеют удельный вес распаханых земель (свыше 50 %). Распашка, которая усиливает эрозию почв, вынос веществ в водоемы; применение удобрений и средств борьбы с сорняками и сельскохозяйственными вредителями создают дополнительный приток биогенных элементов и загрязняющих веществ в водные объекты. На распаханых территориях проводятся агромероприятия, которые связаны с внесением под посевы азотных, фосфорных, калийных удобрений и микроудобрений с Mn, Cu, Zn, Ti и другими микроэлементами.

Еще одним важным объектом промышленной нагрузки на территории Белорусского Поозерья является Лукомльская ГРЭС в г. Чашники. Характер загрязнения выбросов определяется составом топчного мазута (марки М-100 и М-40), на котором работала станция до перевода на газовое топливо.

Таким образом, с помощью приведенной геоэкологической оценки можно проводить обработку и систематизацию большой информативной базы по данным мониторинга за водной растительностью и мониторинга поверхностных вод для определения уровня накопления тяжелых металлов в водных объектах. Большое внимание уделяется анализу депонирующих сред (высшей водной растительности и донным осадкам), для которых характерны информативность и большая индикаторная роль в мониторинговых исследованиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мур, Дж. В. Тяжелые металлы в природных водах / Дж. В. Мур, С. Рамамурти – М.: Мир, 1987. – 288 с.
2. Фондовые материалы информационно-аналитического отдела мониторинга поверхностных вод Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды.
3. Фондовые материалы Научно-исследовательской лаборатории озераведения БГУ.
4. Фондовые материалы РУП «ЦНИИКИВР».

# РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОСПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

## RESULTS OF RADIOSPECTROMETRIC RESEARCH OF WESTERN GEORGIA

**Д. Ш. Бараташвили, Л. Д. Микеладзе**  
**D. Baratashvili, L. Mikeladze**

*Батумский государственный университет им. Шота Руставели,  
г. Батуми, Грузия  
baratashvili5@mail.ru  
Batumi Shota Rustaveli State University,  
Batumi, Georgia*

Рассмотрены результаты радиоспектрометрического исследования западной Грузии на содержание  $Cs^{137}$  в почве, морском песке и образцах растений разного происхождения. Показано, что максимальное его количество отмечается в почве (334–567 Бк/кг).

The article covers the results of a radio-spectrometric research of western Georgia on the content of  $Cs^{137}$  in soil, sea sand and in the samples of plants of different origins. It points out that the maximum amount is noted in the soil (334–567 Bq/kg).

*Ключевые слова:* радионуклид, Радиоактивный фон, активность.

*Keywords:* radionuclide, Radioactive background, activity.

Грузия по ряду причин оказалась в числе тех регионов, которые сильно пострадали от Чернобыльской катастрофы. В этом отношении наиболее пострадавшим регионом оказалась западная часть Грузии – Аджария, Гурия, Менгрелия.

Прорыв воздушных масс в начале мая 1986 г. через черноморское побережье в Закавказье привел к превышению фона радиоактивности: Колхиды – 100 000 раз, городов Батуми и Сухуми – в 500 000 раз [Надареишвили и др. 1991].

В последующие годы на исследуемых территориях западной Грузии в результате распада короткоживущих радионуклидов, радиационный фон резко уменьшился и остались только следы.

Радиоспектрометрические исследования образцов разного происхождения показали, что спустя 30 лет после Чернобыльской катастрофы,  $Cs^{137}$  обнаруживается во всех проанализированных образцах за исключением образцов, взятых на высоте 2000 м от уровня моря (Курорт Бешуми).

Более высокое содержание радионуклида  $Cs^{137}$  отмечается в почве (334–567 Бк/кг), наименьшее – в морском песке (5–300 Бк/кг) и в растениях (5–30 Бк/кг).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Радиационные исследования: сб. тр., Т. VI. – Тбилиси: «Мецниереба», 1991.

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ Г. ГОМЕЛЯ

### ECOLOGICAL STATE OF WATER RESOURCES OF GOMEL

**А. В. Бардюкова**  
**A. Vardyukova**

*ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
alesya.bardyukova@mail.ru  
Institute of Radiobiology of the NASB,  
Gomel, Republic of Belarus*

Представлена экологическая характеристика водных ресурсов г. Гомеля. Перечислены основные источники загрязнения водных объектов. Дана оценка качества поверхностных и подземных вод.

The ecological characteristics of the water resources of Gomel are presented. The main sources of pollution of water are listed. The evaluation of the quality of surface and groundwater is given.

*Ключевые слова:* водные ресурсы, источники загрязнения, поверхностные воды, подземные воды.

*Keywords:* water resources, sources of pollution, surface water, groundwater.

Гомель – административный центр Гомельской области и района, расположенный на юго-востоке Республики Беларусь. Климатические условия, особенности геологического строения и рельефа благоприятны для развития гидросети. Здесь сформировалась устойчивая гидросистема рек, озер, подземных вод. Хозяйственная деятельность человека привела к созданию прудов, каналов и канав. Через город протекает крупная судоходная река Сож. В черте города в неё впадает река Ипуть, в пригородной зоне – реки Уть, Уза и Терюха. В пойме Сожа, в пределах городской черты, расположены многочисленные озера-старицы, крупнейшие из которых – Любенское и Волотовское.

Существенное влияние на экологическое состояние водных объектов региона оказывает хозяйственная деятельность человека. Основными источниками загрязнения поверхностных вод являются: промышленные, бытовые и ливневые сточные воды, стоки с сельскохозяйственных угодий, атмосферные осадки и газодымовые выбросы.

Для определения качества поверхностных вод, были проанализированы данные Государственного водного кадастра Республики Беларусь [1]. Используя сведения о среднегодовых концентрациях загрязняющих веществ в пунктах гидрохимических наблюдений на реке Сож (0,6 км выше и 13,7 км ниже г. Гомель) за 2015 г., были произведены расчеты индекса загрязненности воды (ИЗВ) и кратности превышения ПДК загрязняющими веществами. В результате выявлено, что кратность превышения ПДК больше единицы имеют растворенный кислород, фосфор фосфатный и железо общее. Рассчитанные значения ИЗВ, равные 0,89 и 0,94, указывают на то, что вода в реке Сож в пределах города относительно чистая и относится ко II классу качества.

Учитывая незащищенность поверхностных вод и массу источников их загрязнения, единственным перспективным источником питьевого водоснабжения жителей Гомеля являются подземные воды. С ноября 2010 года хозяйственно-питьевое водоснабжение города осуществляется полностью из подземных источников. Однако имеются данные о наличии реальных и потенциальных источников загрязнения подземных вод. Сильно загрязнен грунтовый водоносный горизонт в районе городских очистных сооружений и полигона бытовых отходов. Установлено загрязнение подземных вод в районе отвалов фосфогипса Гомельского химического завода. Потенциальную опасность для водозаборов представляют животноводческие комплексы, минеральные и органические удобрения, а также выгребные ямы частного сектора [2].

Качество воды, подаваемой в распределительную водопроводную сеть г. Гомеля постоянно контролируется ведомственной аттестованной лабораторией КПУП «Гомельводоканал» и лабораторией ГУ «Гомельский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья». Контроль производится по 48 показателям, в том числе химическим, микробиологическим и радиологическим. Подземные воды эксплуатируемых водоносных горизонтов и комплексов по основным показателям качества соответствуют требованиям СанПиН 10-124 РБ 99, за исключением высокого содержания железа и недостатка фтора, что обусловлено общим региональным фоном [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный водный кадастр (временные ряды сводных данных) [Электронный ресурс] / РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов». – Минск, 2016. – Режим доступа: <http://www.cricuwr.by>. – Дата доступа: 28.12.2016
2. Информационно-аналитическая записка «Изменение уровня режима и качества подземных вод за 2000–2010 по водозаборах г. Гомеля» [Электронный ресурс] / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – Минск, 2010. – Режим доступа: <http://www.minpriroda.by>. – Дата доступа: 13.11.2016.
3. СанПиН 10-124 РБ 99. Санитарные правила и нормы. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Минздрав РБ, Минск, 1999.

# ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОН ГОРОДА С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ ОВРАЖНО-БАЛОЧНОЙ СЕТИ

## ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL STATUS OF SOILS OF VARIOUS FUNCTIONAL ZONES OF THE CITY WITH REGARD TO THE SPECIFIC FEATURES OF THE GRAVE-BUCKET NETWORK

**М. Ю. Белова, Е. И. Тухомирова, О. В. Абросимова**  
**M. Belova, E. Tihomirova, O. Abrosimova**

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю. А.»,  
г. Саратов, Российская Федерация  
merkulik90@mail.ru  
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov,  
Saratov, Russia

На основании данных интегрального показателя биологического состояния почв составлена карта, позволяющая сделать вывод о степени антропогенного давления на различные функциональные зоны, наличие критических зон, требующих, прежде всего, комплексных экологических мер по их реабилитации.

Based on the data of the integral indicator of the biological state of soils, a map has been drawn that makes it possible to draw a conclusion about the degree of anthropogenic pressure on various functional zones, the presence of critical areas requiring, first of all, complex ecological measures for their rehabilitation.

*Ключевые слова:* количество микроорганизмов, биохимическая активность, геоинформационные технологии.

*Keywords:* number of microorganisms, biochemical activity, geoinformation technologies.

Совершенствование и развитие проблемы экологического мониторинга состояния городских почв является одной из актуальных задач области прикладной экологии. В настоящее время использование геоинформационных технологий в экологическом мониторинге городских почв позволяет быстро произвести анализ биологических показателей, сделать точные прогнозы и расчеты экологических рисков, провести анализ больших объемов необходимой информации, выработать научно обоснованные и эффективные решения в области экологической реабилитации загрязненных сред.

Цель данной работы было исследование экологического состояния городских почв по комплексу биологических показателей и определение степени антропогенной нагрузки на различные функциональные зоны с учетом особенностей овражно-балочной сети на примере города Саратова. Выбор точек забора проб почв производили с учетом особенностей овражно-балочной сети города, микроформ рельефа и климатических особенностей, разнообразия функциональных зон. Все лабораторные исследования проводили на базе НОЦ «Промышленная экология» и в аккредитованной испытательной лаборатории «ЭкоОС» СГТУ им. Гагарина Ю. А. на поверженном оборудовании с использованием стандартных и аттестованных методик. Исследовали качественный и количественный состав основных групп микроорганизмов в почвенных образцах, оценивали биохимическую активность почвы по общепринятым методикам. Для исследуемых параметров определяли интегральный показатель биологического состояния – ИПБС. Для картографического представления в качестве инструментального средства использовали геоинформационную программу (MapInfo) и геоинформационные технологии: векторизацию растровых карт исследуемых территорий; наложение растровых карт на рельеф для наглядного представления картографической информации.

На основе полученных данных ИПБС почв составлена карта их экологического состояния, позволяющая сделать заключение о степени антропогенной нагрузки на различные функциональные зоны. Установлены различия значений ИПБС городских почв в однотипных функциональных зонах, которые были связаны с особенностями микрорельефа. Корреляционный анализ данных позволил выявить закономерности изменения значений биологических показателей от особенностей овражно-балочной сети, их распределения по бассейнам оврагов. В результате проведенного исследования была дана оценка экологического состояния почв в пределах каждой функциональной зоны по комплексу биологических показателей с учетом особенностей овражно-балочной сети города. Анализ построенной карты позволил выявить наличие критических участков, где значения ИПБС ниже 50 %, то есть зоны с максимальной степенью нарушения их экологического состояния, которые требуют в первую очередь проведения комплексных экологических мероприятий по их реабилитации.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Казеев, К. Ш. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. / К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, В. Ф. Вальков. – Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2003. – 216 с.

2. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Е. 3. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева; под ред. В. К. Шильниковой. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.

3. Хазиев, Ф. Х. Методы почвенной энзимологии / Ф. Х. Хазиев. – М.: Наука, 2005. – 252 с.

## **АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ** **ANTHROPOGENIC POLLUTION OF AIR IN CITIES OF BELARUS**

***В. В. Божкова, Б. Б. Козерук, Е. А. Мельник***  
***V. Bozhkova, B. Kozeruk, E. Melnik***

*Белорусский государственный университет, Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы, г. Минск, Республика Беларусь hamster3991@mail.ru*

*Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, г. Минск, Республика Беларусь kbb@rad.org.by*

*Belarusian State University, National Ozone Monitoring Research Centre, Minsk, Republic of Belarus  
The Center of Hydrometeorology, Radioactive Contamination Control and Environmental Monitoring, Minsk, Republic of Belarus*

Проанализированы количественные и временные характеристики антропогенного загрязнения воздуха в областных центрах республики.

There were analyzed the quantitative and temporal characteristics of the anthropogenic air pollution in the regional republic centres.

*Ключевые слова:* мониторинг атмосферного воздуха, антропогенное загрязнение воздуха, загрязняющие вещества.

*Keywords:* monitoring of atmospheric air, anthropogenic air pollution, contaminants.

Сеть мониторинга атмосферного воздуха Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь постоянно развивается и совершенствуется. В настоящее время пункты наблюдений установлены в 19 промышленных центрах республики, а также на станции фоновый мониторинг Березинский заповедник. В 9 городах функционируют 15 станций непрерывного измерения содержания приоритетных загрязняющих веществ: в Минске – 5, в Могилеве – 2, в остальных – 1 станция. Круглосуточно в непрерывном режиме измеряются концентрации твердых частиц, фракций размером до 10 и 2,5 микрон, серы диоксида, углерода оксида, азота оксидов (NO, NO<sub>2</sub>), озона и летучих органических соединений (бензол, толуол, ксилол).

Накопленные к настоящему времени ряды данных позволяют сделать некоторые выводы об особенностях антропогенного загрязнения воздуха городов Беларуси. В проведенном исследовании анализируются количественные и временные характеристики изменения концентраций загрязняющих веществ в областных центрах республики.

В ходе анализа выявлен приблизительно одинаковый средний уровень концентраций загрязняющих веществ в исследуемых городах. Отличительными особенностями являются более высокие средние значения концентраций азота оксида и углерода оксида в Гомеле и азота диоксида – в Бресте, а также повышенные концентрации летучих органических соединений в Гродно. Следует отметить отсутствие закономерностей в колебаниях уровней загрязнения воздуха отдельными веществами как в течение отдельных месяцев, так и в течение отдельных лет.

Концентрации загрязняющих веществ в различных городах в среднем в течение года схожи, однако присутствуют различия в максимальных значениях «пиковых» концентраций. Например, в Гомеле «пиковые» значения концентраций углерода оксида, азота оксида и толуола и в Могилеве ксилола выше, чем в других городах. Отмечена закономерность в суточной динамике экстремальных значений концентраций азота оксида и азота диоксида. «Пиковые» значения обычно фиксируются утром с 6 до 9 часов и вечером с 18 до 01 часа, но иногда регистрируются и между этими интервалами. В отличие от азота оксидов, во временной динамике «пиковых» концентраций углерода оксида и летучих органических соединений не найдено преимущественных интервалов.

В распределении концентраций загрязняющих веществ иногда наблюдается корреляция азота оксидов и углерода оксида, а также корреляция бензола, толуола и ксилола. Данный факт может свидетельствовать об об-



щих источниках выбросов загрязняющих веществ. Однако присутствует немало примеров, где корреляции между указанными выше веществами визуально не обнаруживаются. Более точные количественные оценки получены посредством расчета коэффициентов взаимной корреляции между концентрациями различных загрязняющих веществ.

Основное внимание уделяется региональным различиям в степени антропогенного загрязнения воздуха и ее специфике.

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА БЕЛАРУСИ И ЕГО ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ

### REGIONAL FEATURES OF CLIMATE AND ITS TRANSFORMATION OVER THE LAST DECADES IN BELARUS

*Л. М. Болотько<sup>1</sup>, А. М. Людчик<sup>1</sup>, С. Д. Умрейко<sup>2</sup>*

*L. Balotska, A. Liudchik, S. Umreika*

*<sup>1</sup>Белорусский государственный университет,  
Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы,  
г. Минск, Республика Беларусь  
liudchikam@tut.by*

*<sup>2</sup>Belarusian State University, National Ozone Monitoring Research Centre, Minsk, Republic of Belarus*

На основании данных за 1985–2015 гг. определены динамические климатические нормы и долговременные тренды температуры, скорости ветра, влажности и облачности в областях Беларуси.

Dynamic climate normals and long-term trends of temperature, wind speed, humidity and cloudiness in the regions of Belarus are calculated on the basis of 1985–2015 data.

*Ключевые слова:* климатическая норма, многолетний тренд, метеопараметры.

*Keywords:* climate normal, long-term trend, meteorological parameters.

На основании наблюдений в 1985–2015 гг. на метеостанциях областных центров Беларуси определены динамические климатические нормы и многолетние тренды температуры воздуха, скорости ветра, влажности и облачности. Проанализированы региональные особенности и тенденции изменения климата в будущем. Самые «холодные» города зимой – Могилев и Витебск, самый «теплый» – Брест. Летом наиболее жарко в Гомеле и Бресте, наиболее прохладно в Витебске и Гродно.

Рост нормы температуры в зимнее время, характерный для конца прошлого века, сменился ее снижением в текущем столетии. Нормы летней температуры воздуха продолжают увеличиваться во всех регионах. Снижение зимних и рост летних температур указывает на возрастающую континентальность климата Беларуси в начале столетия.

Понижение скорости ветра, которое началось в семидесятых годах прошлого века, продолжается и в текущем столетии. Падение скорости ветра зимой и весной происходит всюду, кроме Бреста, для которого в последние годы характерен рост. Летом и осенью в Минске и Гомеле наблюдается снижение скорости в течение тридцатилетнего периода, в Гродно и Могилеве снижение прекратилось, в Бресте продолжается рост. Самые высокие нормы скорости ветра в 2015 г. определены для Могилева и Гродно, несколько ниже в Бресте, а самые низкие – в Минске, Гомеле и Витебске. Максимум скорости ветра в течение суток приходится на послеполуденное время во все сезоны. Зимой суточный ход нормы скорости ветра практически отсутствует.

Зимой во всех регионах абсолютная влажность прошла через максимум в начале нынешнего столетия и продолжает повсеместно снижаться. Весной изменения за тридцатилетний период незначительны, а летом всюду, кроме Бреста и Гомеля, влажность продолжает расти. Гомель к 2015 г. сохранил лидерство по величине влажности в летний период, однако к настоящему времени ее рост прекратился. Для Бреста характерна тенденция к снижению влажности летом. В остальных городах влажность в летний период к 2015 г. возросла. Самый «сухой» город летом сейчас – Брест, в остальных городах влажность приблизительно одинакова. Осенью всюду влажность с годами увеличивается.

Зимой в течение рассмотренного периода облачность в основном росла, и только в Витебске и Минске начала уменьшаться к 2015 г. В весенний период облачность продолжает увеличиваться в Могилеве, Витебске и Гродно и уменьшается в Гомеле, Минске и Бресте. Летом, после минимума в начале столетия, облачность увеличивается всюду, кроме Минска, где она начала снижаться, и Гомеля, где она стабильна в летний сезон на протяжении всего

рассмотренного периода. Осенью с годами повсеместно происходит увеличение облачности, и только в Бресте она падает.

Показано, что наблюдаемый в конце весны минимум облачности обусловлен соответствующим минимумом относительной влажности в этот период.

## СОСТОЯНИЕ ОЗОнового СЛОЯ НАД РЕСПУБЛИКОЙ БЕЛАРУСЬ THE STATE OF OZONE LAYER OVER REPUBLIC OF BELARUS

**Н. Б. Борковский**  
**N. Borkovsky**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Borkovsky@iseu.by  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Приведены результаты по временным и пространственным общему содержанию озона, климатическим нормам и другим характеристикам для периода 1978–2016 гг. Проанализировано прохождение озоновых аномалий. Обсуждены вопросы краткосрочного прогноза общего содержания озона и УФ радиации.

Some overall characteristics of ozone layer over Belarus such as temporal and spatial weighted total ozone amounts, climatic norm etc. have been established for 1978–2016 period. Passing of ozone anomalies have been analyzed. Some problems of total ozone amounts and UV radiation short-term forecasting are discussed.

*Ключевые слова:* общее содержание озона, спутниковые данные, УФ радиация.

*Keywords:* total ozone amount, satellite data, UV radiation.

В нынешнем году исполняется тридцать лет со времени принятия Монреальского протокола (1987) и двадцать лет – со дня принятия Киотского протокола (1997). Оба этих документа были нацелены на организацию международного сотрудничества по защите озонового слоя. В 2007 г. было проведено XIX-е Сопсовещание Сторон Монреальского протокола (17–21 сентября 2007 года, Монреаль), где была отмечена тесная взаимосвязь охраны озонового слоя с такими природоохранными соглашениями, как Рамочная конвенция ООН об изменении климата (и ее Киотский протокол), Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием, Конвенция ООН о биологическом разнообразии.

Пристальное внимание к состоянию озонового слоя обусловлено не столько тем обстоятельством, что озон является парниковым газом (его позиции в этом плане далеко не лидирующие), сколько тем фактом, что общее содержание озона в атмосфере существеннейшим образом влияет на уровни УФ радиации о поверхности Земли. Тем самым оказывается серьезное влияние на биосферу в целом и вид homo sapiens в частности. Применительно к человеку наиболее значимым негативным влиянием оказывается рост числа злокачественных образований на коже и катаракта.

В представляемой работе были проанализированы данные спутниковых наблюдений, охватывающие период с 1978 по 2016 годы, а также первые четыре месяца текущего года. Данные выкладываются на ftp-сайт NASA (<ftp://toms.gsfc.nasa.gov/pub/omi/data/ozone/>) ежедневно с опозданием на один день. Каждый ежедневный файл содержит примерно 65000 чисел. Таким образом, объем подлежащей обработке информации за год превышает 23,6 млн чисел, за рассматриваемый в докладе период – около миллиарда чисел. Естественно, что подобная работа может быть выполнена лишь с использованием специализированного программного обеспечения, которое кратко было описано автором в [1].

Для выявления долговременной динамики среднегодовых значений ОСО для каждого дня года выполнялось пространственное усреднение спутниковых данных по сетке географических координат, целиком покрывающей территорию страны. Для периода 1978–2003 гг. данные приводились для сетки с шагом 1,25°, соответственно сетка для РБ насчитывает 63 узла. В связи с изменением пространственного шага представления данных спутником ОМІ (шаги сейчас составляют 1° как в широтном, так и в долготном направлениях) результаты с 2004 г. по настоящее время обрабатываются на сетке, состоящей из 77 узлов.

В работе исследована динамика озонового слоя над Республикой Беларусь как таковой, а также в контексте соответствующей проблематики для Европы и Северного полушария в целом.

Для продвижения дел в области краткосрочного прогноза общего содержания озона была проведена сегментация данных для учета корреляций на больших интервалах времени, более тонкого учета корреляций на

выделенных временных сегментах. Применена также трассировка озоновых аномалий по спутниковым данным с последующим вероятностным прогнозом их последующей динамики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Борковский, Н. Б. Алгоритмы и программа автоматического детектирования озоновых аномалий по спутниковым данным / Н. Б. Борковский // Экологический вестник. – 2013. – № 4 (26). – С. 50–55.

## ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ АКУСТИЧЕСКОЙ И ВИБРАЦИОННОЙ СИТУАЦИИ НА ПРИМАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ГОРОДОВ

## WAYS OF OPTIMIZATION OF ACOUSTIC AND VIBRATION SITUATION IN PRIMAGISTRAL TERRITORIES OF CITIES

**Н. П. Быкова, В. Ю. Зиновкина, И. В. Соловьева, И. В. Арбузов, А. В. Кравцов, А. Ю. Баслык, А. А. Грузин, И. П. Щербинская\***

**N. Bykova, V. Zinovkina, I. Soloveva, I. Arbuzov, A. Krautsou, A. Baslyk, A. Hruzin, I. Shcherbinskaja\***

*Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»  
\*Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр медицинских технологий, управления и экономики здравоохранения»,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*physical.factors@rspch.by*

*Republican unitary enterprise «Scientific practical centre of hygiene»*

*\*The State Institution «Republican Scientific and Practical Center for Medical Technologies, Informatization, Administration and Management of Health»,  
Minsk, Belarus*

Актуализируются способы оптимизации шумовой и вибрационной ситуации на примамгистральных территориях городов.

The article describes ways to optimize the noise and vibration situation in the mainland areas of cities.

*Ключевые слова:* шум, вибрация, примамгистральная территория, защита.

*Keywords:* noise, vibration, territory near the road, protection.

Транспорт является одним из важнейших элементов материально-технической базы общественного производства и необходимым условием функционирования современного индустриального общества. Наряду с преимуществами, которые обеспечивают обществу развитая транспортная сеть, ее прогресс сопровождается также негативными последствиями – отрицательным воздействием транспорта на окружающую среду. Вместе с загрязнениями окружающей среды вредными выбросами следует отметить физическое воздействие автомобильных дорог на атмосферу в виде образования антропогенных физических полей (шум, инфразвук, электромагнитные излучения от линий освещения), наиболее значимым из которых является шум. Транспорт, и прежде всего автомобильный транспорт, является основным источником акустического загрязнения окружающей среды: его вклад в акустическое загрязнение в городах составляет от 75 до 90 %. Поэтому при развитии внутригородской транспортной системы, необходим комплексный подход, позволяющий не только улучшить организацию и повысить безопасность движения, но и обеспечить нормальную экологическую обстановку на примамгистральных территориях.

Основными факторами, влияющими на уровень автотранспортного шума являются: интенсивность движения, скорость и состав транспортного потока, тип двигателя, тип и качество дорожного покрытия, планировочные решения территорий (продольный профиль и извилистость улиц, наличие разноуровневых транспортных развязок и светофоров, высота и плотность застройки), наличие зеленых насаждений.

Защита городских территорий от транспортного шума должна проводиться с учетом всех перечисленных выше факторов по следующим направлениям: снижение в источнике возникновения, на пути распространения и проникновения в помещения зданий, проведение комплекса градостроительных и строительно-акустических мероприятий.

Наиболее действенным, экономичным и эффективным способом является снижение шума в источнике возникновения. Это направление включает ужесточение требований к автотранспорту как источнику шума путем принятия технических регламентов, в том числе создание законодательно-правовой базы, которая заставляла бы владельцев личного транспорта, а также все предприятия, организации и фирмы, эксплуатирующие транспортные средства, сознательно стремиться к уменьшению создаваемого их техническими средствами внешнего шума

до технически достижимых пределов, упорядочение организации транспортного движения (запрет на грузовое движение в центре, введение одностороннего движения и др.)

Проведение комплекса градостроительных и строительно-акустических мероприятий включает приемы рациональной планировки и застройки примагистральных территорий. Зонирование застройки по отношению к источнику шума и организация вдоль транспортной магистрали в первом эшелоне учреждений культурно-бытового, торгового и коммунального назначения, административно-хозяйственных предприятий позволяет снизить уровень шума на 10–15 дБА и разместить в пределах зоны акустического комфорта с уровнем шума до 55 дБА значительную часть жилых зданий, детские дошкольные и школьные учреждения. При этом необходимо использовать другие способы шумозащиты, позволяющие обеспечить дополнительное снижение шума на пути распространения и проникновения в помещения зданий: шумозащитные дома, акустические экраны, специальное шумозащитное остекление домов, зеленые насаждения. Примерная эффективность перечисленных способов шумозащиты составляет:

- шумозащитные здания – 10–13 дБА;
- акустические экраны (высотой свыше 3–4 м) – 8–10 дБА;
- шумозащитное остекление – 7–13 дБА (по отношению к обычному остеклению);
- зеленые насаждения (20 м) – 3–4 дБА.

Рельсовый транспорт часто является источником повышенного вибрационного воздействия на жилую застройку. Зоны дискомфорта по вибрации составляют до 40 метров от трамваев и метрополитена, и от 100 до 150 м от железной дороги. Существует целый комплекс технических решений виброзащиты, осуществляемый на всех стадиях возникновения и распространения вибрации – в источнике, на пути распространения и непосредственно в жилой застройке.

В случаях, если уровни вибрации превышают допустимые для жилых зданий, помещения можно перепрофилировать в административно-управленческие либо общественные, для которых допустимые уровни выше.

Перечисленные мероприятия позволят оздоровить окружающую и жилую среду в городах, однако необходим достаточный организационный импульс для их выполнения, особенно в части законодательной инициативы, а также создания механизмов экономического стимулирования реализации таких мероприятий.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА: СООТНОШЕНИЕ ПОНЯТИЙ И БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ**

### **ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND ENVIRONMENTAL POLICY : RELATIONS BETWEEN THE CONCEPTS AND BASIC PRINCIPLES**

***О. В. Воронцова***

***O. Vorontsova***

*ГОУ ВО «Кomi республиканская Академия государственной службы и управления», Россия  
marf.73@list.ru*

*GOU VO “Komi Republican Academy of Public Administration and Management”, Russia*

*Ключевые слова:* экологическое управление, экологическая политика, охрана окружающей среды.

*Keywords:* environmental management, environmental policy, environmental protection.

В отличие от закона «Об охране окружающей природной среды» 1991 г., федеральный закон 2002 г. «Об охране окружающей среды» регулирует отношения, возникающие в сфере государственного управления, а также управления, осуществляемого органами местного самоуправления. Закон отдельно устанавливает полномочия органов государственной власти РФ и органов государственной власти субъектов РФ.

Как отмечает О. Л. Дубовик, экологическое управление исследуют в нескольких «срезах»: через призму (совокупность) органов, его осуществляющих; путем анализа функций, возложенных на эти органы; посредством выявления тех способов и методов и правовых инструментов, которые используются для реализации функций. Каждый вид экологического управления имеет свои специфические методы, способы реализации, при этом особенно важен вопрос о выполняемых субъектами экологического управления функциях, которые присущи тому или иному виду управления.

Государственное управление в области охраны окружающей среды осуществляется федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченными в порядке, установленном Конституцией Российской Федерации. Органы государственной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющие государственное управление в области охраны окружающей среды, определяются субъектами Российской Федерации. Разграничение полномочий в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды, между органами государственной власти РФ и органами государственной власти



субъектов РФ осуществляется Конституцией РФ и федеральными законами. Соглашения между федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов РФ о передаче осуществления части полномочий в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды, также заключаются в соответствии с Конституцией РФ и федеральными законами.

С понятием *управление* тесно связано понятие *политика*. По мнению А. С. Боголюбова, в праве проявляется, закрепляется политика, с помощью права она осуществляется; право является одним из основных (а может быть, главным – наряду с государством) ее инструментов, может способствовать последовательности и стабильности реализации тщательно выработанной экологической политики, уберечь ее от крайностей и шараханий, присущих волюнтаристским решениям. Зафиксированная в праве экологическая политика должна придавать общественному развитию целеустремленный планомерный характер, не допускать забалтывания целей и механизмов экологической политики; настоящая наука призвана анализировать соответствие провозглашенных задач и полученных результатов.

В Экологической доктрине Российской Федерации, утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 31.08.2002 № 1225-р, перечислены основные принципы, на которых базируется государственная политика в области экологии:

- 1) устойчивое развитие, предусматривающее равное внимание к его экономической, социальной и экологической составляющим, и признание невозможности развития человеческого общества при деградации природы;
- 2) приоритетность для общества жизнеобеспечивающих функций биосферы по отношению к прямому использованию ее ресурсов;
- 3) справедливое распределение доходов от использования природных ресурсов и доступа к ним;
- 4) предотвращение негативных экологических последствий в результате хозяйственной деятельности, учет отдаленных экологических последствий;
- 5) отказ от хозяйственных и иных проектов, связанных с воздействием на природные системы, если их последствия непредсказуемы для окружающей среды;
- 6) природопользование на платной основе и возмещение населению и окружающей среде ущерба, наносимого в результате нарушения законодательства об охране окружающей среды;
- 7) открытость экологической информации;
- 8) участие гражданского общества, органов самоуправления и деловых кругов в подготовке, обсуждении, принятии и реализации решений в области охраны окружающей среды и рационального природопользования.

Определяя пути и средства реализации государственной политики в области экологии, развивая систему государственного управления охраной окружающей среды и природопользованием, государство видит основную задачу в данной сфере – обеспечение эффективного государственного управления охраной окружающей среды и использованием природных ресурсов, соответствующего демократическому устройству и рыночной экономике. Для разрешения этой задачи необходимо достижение следующих целей:

- 1) развитие государственного регулирования охраны окружающей среды и использования природных ресурсов с учетом различных форм их освоения;
- 2) четкое разграничение полномочий и ответственности между федеральными и региональными органами государственной власти и органами местного самоуправления в области контроля за использованием ресурсов и состоянием окружающей природной среды;
- 3) учет экологических проблем при регулировании отношений собственности на природные ресурсы;
- 4) обеспечение государственного, ведомственного, производственного, муниципального и общественного экологического контроля, а также совершенствование системы лицензирования, сертификации и паспортизации;
- 5) развитие государственного нормирования и контроля качества окружающей среды и установление единых требований к хозяйствующим субъектам;
- 6) совершенствование механизма и усиление роли государственной и общественной экологической экспертизы, включая экспертизу проектов, технологий и государственных программ;
- 7) внедрение стратегической оценки воздействия на окружающую среду и анализа ее состояния в масштабах страны и регионов;
- 8) поддержание в постоянной готовности органов управления, сил и средств реагирования на возникающие экологические угрозы и чрезвычайные ситуации;
- 9) создание в секторах промышленности, в которых осуществляется потенциально опасная деятельность, специализированных подразделений, предназначенных для предотвращения и ликвидации негативных последствий такой деятельности;
- 10) наделение должностных лиц, осуществляющих контроль за соблюдением законодательства в области использования природных ресурсов и охраны окружающей среды, необходимыми полномочиями, обеспечение им государственной защиты и предоставление социальных гарантий.

В соответствии с *Основами государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года* сформулированы основные задачи государственной политики в области экологического развития: формирование эффективной системы управления в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, предусматривающей взаимодействие и координацию деятельности органов государственной власти; совершенствование нормативно-правового обеспечения охраны окружающей среды и экологической безопасности; обеспечение экологически ориентированного роста экономики и внедрения



экологически эффективных инновационных технологий; предотвращение и снижение текущего негативного воздействия на окружающую среду; восстановление нарушенных естественных экологических систем; обеспечение экологически безопасного обращения с отходами; сохранение природной среды, в том числе естественных экологических систем, объектов животного и растительного мира; развитие экономического регулирования и рыночных инструментов охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности; совершенствование системы государственного экологического мониторинга (мониторинга окружающей среды) и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также изменений климата; научное и информационно-аналитическое обеспечение охраны окружающей среды и экологической безопасности; формирование экологической культуры, развитие экологического образования и воспитания; обеспечение эффективного участия граждан, общественных объединений, некоммерческих организаций и бизнес-сообщества в решении вопросов, связанных с охраной окружающей среды и обеспечением экологической безопасности; развитие международного сотрудничества в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

При решении задачи формирования эффективной системы управления в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, предусматривающей взаимодействие и координацию деятельности органов государственной власти, в соответствии с данным документом сформулированы следующие механизмы реализации государственной политики в области экологического развития: совершенствование разграничения полномочий органов государственной власти в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности; установление такого критерия оценки эффективности деятельности органов государственной власти, как состояние окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях, определяемого на основе системы объективных показателей и индикаторов; повышение эффективности государственного экологического надзора на федеральном и региональном уровнях; внедрение в систему управления качеством окружающей среды методологии определения и оценки экологических рисков с целью повышения обоснованности принятия управленческих решений.

В Основах государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 г. указано, что реализация государственной политики в области экологического развития обеспечивается путем осуществления эффективной деятельности органов государственной власти в рамках предоставленных им полномочий во взаимодействии с бизнес-сообществом, научными кругами, общественными и иными организациями: при разработке, обсуждении и принятии нормативных правовых актов и нормативных технических документов; при разработке долгосрочных программ социально-экономического развития, федеральных и региональных программ в области охраны окружающей среды; при планировании и принятии решений об осуществлении на территории Российской Федерации, континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне РФ экономической и иной деятельности, связанной с возможным негативным воздействием на окружающую среду.

Государственная политика в области экологического развития осуществляется в соответствии с планом действий по реализации настоящих Основ, утвержденным Правительством Российской Федерации. Необходимо отметить, что в Республике Коми также утвержден план действий в развитие идей Основ государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 года.

## **ПРОБЛЕМЫ ВЫСЫХАНИЯ КОЛХИДСКОГО САМШИТА (BUXUS COLCHICA) В АДЖАРИИ**

### **PROBLEMS OF DRYING COLCHIAN SAMSHIT (BUXUS COLCHICA) IN ADJARIA**

***Н. Гваришвили, Н. Аласаниа***  
***N. Gvarishvili, N. Alasania***

*Батумский государственный университет им. Шота Руставели,  
г. Батуми, Грузия  
n.gvarishvili@mail.ru  
Batumi Shota Rustaveli State University,  
Batumi, Georgia.*

Рощи Колхидского самшита в Аджарии подвергаются массовому заболеванию и уничтожаются. Цель исследования – найти эффективный путь превенции.

In Ajara Colchis box – tree graves are massively infected and destroyed. Research aim is to find effective ways of its prevention.

*Ключевые слова:* Колхидский самшит, заболевания, превенция.

*Keywords:* Colchis box, diseases, prevention.

Колхидский самшит (*Buxus colchica*) находится под угрозой исчезновения. Грибковое заболевание, которое известно под названием «ожог самшита», в 2010–2016 гг. уничтожил в Западной Грузии основную часть самшитовых рощ. В 2014 г. распространился новый вредитель (паразит самшитовая огневка), из-за чего Колхидский самшит массово вымирает на всем ареале своего естественного распространения. Исходя из выше отмеченного, названная проблема представляется весьма актуальной.

Сначала признаки заболевания в Абхазии выявились в Национальном парке Мтирала, а потом в долинах реки Аджарисцхали и в ущелье Кинтриши. Болезнь приняла масштабный характер и постепенно перерос в форму пандемии. Там, где раньше росли многовековые самшитовые леса, где трудно было пройти, в настоящее время все высохло и вымерло.

Распространенному в Абхазии Колхидскому самшиту (*Buxus colchica*) грозит вымирание. Он занесен в Красную книгу. Это вечно зеленое дерево или кустарник, который растет очень медленно и живет 500–600 лет. Исследования выявили, что при грибковом заболевании («Ожог самшита»), вызванном патогенным грибом (*Cylindrocladium Buxicola*), на инфицированных листьях появляются темно-коричневые пятна, листья становятся бледными и опадают. Затем начинают высыхать ветви и растения погибают. В Абхазии прогрессивному развитию процесса высыхания уникальных рощ самшита способствует теплый и влажный климат региона. В течении 5 часов грибок растет, а за 48 часов дает новое потомство. Из-за отмеченных свойств грибка за несколько последних лет 80–85 % самшитовых рощ в Абхазии полностью уничтожены. Что касается высыхания самшита, вызванного бактериями и мицелием почвенных грибов, то оно происходит при повреждении корневых волосков, гноении, нарушении режима питания растений. Листья опадают и растение погибает. При заболевании паразитом – самшитовой огневкой (*Cydalima perspectalis*) – на растении появляются маленькие личинки, которые питаются листьями и соком растений, а также рассыпчатые паутины и оно очень скоро погибает. Из-за этой проблемы в Абхазии Колхидский самшит на грани исчезновения. В Колхидском Национальном парке повреждено 40 га самшитовой рощи, в Национальном парке Мтирала – 22 га, на охраняемой природной территории Кинтриши – 4 га.

Для борьбы с вредителями используются химические, биологические и механические методы. Применение химических препаратов неприемлемо на охраняемых территориях, так как они, уничтожая паразитов, отрицательно действуют на другие организмы. Тем не менее в Батумском Ботаническом саду химические препараты оказались эффективными. Использование механических методов борьбы подразумевает глубокую обрезку самшита, а также сбор яиц и личинок паразитов с последующим их сжиганием. Применяется такой редкий метод борьбы с паразитами, как использование авиации, но в данном случае он метод непригоден, поскольку на охраняемых территориях самшита расположены в подлеске, то есть первый ярус занимают высокие деревья, а их ветки и листья не пропускают препарат до ярусов подлеска. В настоящее время невозможно принять оптимальное решение, потому приходится надеяться, что самшит самостоятельно сможет одолеть заболевание.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гниненко, Ю. И. Самшитовая огневка – новый инвазивный организм в лесах российского Кавказа // Карантин растений. Наука и практика. – 2014. – № 1 (7). – С. 32–36.
2. Лукмазова, Е. А. Распространение опасных вредителей для самшитовых насаждений на территории Республики Абхазия // VIII Чтения памяти О. А. Катаева. – СПб., 2014. – С. 45

**ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ КАДМИЯ, СВИНЦА И ЦИНКА В ПОЧВАХ  
С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ**  
**FORMS OF OCCURRENCE OF CADMIUM, LEAD AND ZINC IN SOILS  
WITH DIFFERENT ANTHROPOGENIC LOAD**

**С. Е. Головатый<sup>1</sup>, С. В. Савченко<sup>2</sup>, Е. А. Самусик<sup>3</sup>**  
**S. Golovaty<sup>1</sup>, S. Savchenko<sup>2</sup>, E. Samusik<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
sscience@yandex.ru*

<sup>2</sup> *Государственное научное учреждение «Институт природопользования  
Национальной академии наук Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь  
svscience@rambler.ru*

<sup>3</sup> *Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,  
г. Гродно, Республика Беларусь  
e.samusik@mail.ru* <sup>1</sup> *Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

<sup>2</sup> *Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus*

<sup>3</sup> *Yanka Kupala State University of Grodno,  
Grodno, Republic of Belarus*

Особенности поведения кадмия, свинца и цинка в покрытии почвы вызваны специфическими особенностями их взаимодействия с компонентами почвы. Главная доля кадмия в почве приходится на обменные формы и формы, связанные с окисями и гидроокисями Fe и Mn. Для свинца и цинка основными формами нахождения в почве являются формы, связанные с окисями и гидроокисями Fe и Mn.

Features of behavior of cadmium, lead and zinc in a covering of the soil are caused by specific features of their interaction with soil components. The main share of cadmium in the soil is the share of the exchange forms and forms connected with oxides and hydroxides of Fe and Mn. For lead and zinc the main forms of stay in the soil are the forms connected with oxides and hydroxides of Fe and Mn.

*Ключевые слова:* тяжелые металлы, загрязнение почв, формы содержания тяжелых металлов в почвах.

*Keywords:* heavy metals, pollution of soils, forms of content of heavy metals in soils.

Для прогнозирования поведения кадмия, свинца и цинка в компонентах природной среды необходимо располагать данными о степени их подвижности в почве, зависящей от форм их нахождения (водорастворимая, обменная, связанная с гидроксидами Fe и Mn, связанная с органическим веществом и остаточная), обусловленными физико-химическими свойствами почв и химическими характеристик самих металлов.

Среди изучаемых элементов наибольшей подвижностью обладает кадмий, для которого в незагрязненной почве доля обменной формы и формы, связанной с оксидами и гидроксидами Fe и Mn составляет соответственно 39,0 и 31,7 %. При увеличении уровня загрязнения почвы доля обменного кадмия снижается до 21,2 %, в то же время его содержание в формах, связанных с оксидами и гидроксидами Fe и Mn увеличивается до 77,4 %. Роль органического вещества в связывании кадмия в незагрязненной почве составляет 19,5 %, снижаясь в загрязненной до 0,9 %. Количество остаточных форм также при загрязнении снижается в 100 раз и составляет около 0,1 %.

Основная роль в связывании цинка в фоновой и загрязненной почве принадлежит оксидам и гидроксидам Fe и Mn – около 60 %. На долю форм, связанных с органическим веществом, приходится от 2,7 до 8,2 % от общего содержания элемента в почве. Доля обменных форм цинка в фоновой почве составляет 5 %, в загрязненной – 26,4 %. Содержание водорастворимых форм цинка при загрязнении увеличивается до 10,1 %.

Для свинца формы нахождения этого элемента существенно различаются в загрязненной и незагрязненной почве. На формы, связанных с оксидами и гидроксидами Fe и Mn, в незагрязненной почве приходится 37,7 % от общего содержания элемента, в загрязненной – 87,9 %. В то же время в фоновой почве этот элемент присутствует преимущественно в наиболее консервативной остаточной форме – около 50 %, снижаясь при загрязнении до 0,3 %. Значительную роль в связывании свинца играет органическое вещество 6,7–11,5 %. Содержание обменно-свинца даже при высоких уровнях загрязнения не превышает 4,7 %.

Таким образом, особенности поведения кадмия, свинца и цинка в почвенном покрове обусловлены специфической их взаимодействием с компонентами почвы. Основная доля кадмия в почве приходится на обменные формы

и формы, связанные с оксидами и гидроксидами Fe и Mn, общая доля которых в незагрязненной почве составляет 70,7 %, увеличиваясь в загрязненной до 98,6 %. В связывании цинка в фоновой и загрязненной почве участвуют оксиды и гидроксиды Fe и Mn, на долю которых приходится около 60 % от общего содержания элемента, при этом в незагрязненной почве велика доля остаточных форм – 27,2 %, в загрязненной – обменной и водорастворимой, соответственно 26,4 и 10,1 %. Для свинца в незагрязненной почве преобладает остаточная форма и форма, связанная с оксидами и гидроксидами Fe и Mn, на долю которых приходится 87,3 %, в загрязненной свинец связан преимущественно с оксидами и гидроксидами Fe и Mn – 87,9 %.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ** **ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND ENVIRONMENTAL MONITORING**

**С. А. Давтян<sup>1</sup>, К. Т. Казарян<sup>2</sup>**  
**S. Davtyan<sup>1</sup>, K. Ghazaryan<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Ереванский государственный медицинский университет им. М. Гераци,  
Армянское подразделение кафедры биоэтики ЮНЕСКО*

*<sup>2</sup>Общественная организация “Общество развития биоэтики”,  
Ереван, Армения*

*susannadavtyan47@gmail.com*

*Yerevan State Medical University. M. Heratsi,*

*The Armenian division of the Department of Bioethics of UNESCO*

*“NGO “Society for the Development of Bioethics”,*

*Yerevan, Armenia*

Решение экологических проблем зависит от нас самих. Мы должны уяснить, что все идет к усложнению жизни на Земле, и необходимо срочно принять меры.

Solving environmental problems depends on ourselves. We must understand that everything is going to complicate life on Earth, and urgent measures must be taken.

*Ключевые слова:* экологическая проблема, экологический мониторинг, природа, человек.

*Keywords:* Ecological problem, ecological monitoring, nature, people.

Интенсивное воздействие человека на природу, негативные, часто необратимые последствия этого воздействия обуславливают необходимость глубокого и всестороннего анализа проблемы взаимодействия общества и природы. Такой анализ в настоящее время осуществляется в рамках природопользования.

Главная задача природопользования как научного направления – поиск и разработка путей оптимизации взаимодействия общества с окружающей природной средой. Рациональное природопользование предполагает управление природными процессами, то есть продуманное воздействие на природные объекты с целью получения определенного хозяйственного эффекта. Чтобы управление было достаточно эффективным, необходимо иметь данные о динамических свойствах этих объектов, их изменении в результате антропогенного воздействия, предвидеть последствия вмешательства человека в ход естественных процессов. Управление природными процессами должно опираться на надежную и достоверную информацию о прошлых, настоящих и будущих состояниях природных и природно-антропогенных систем. За последнее десятилетие накоплен большой материал по изменению природы. Однако он не содержит полных данных о динамике развития процессов.

В связи с этим встал вопрос об организации специальных наблюдений за состоянием окружающей природной среды и ее антропогенными изменениями с целью их оценки, прогнозирования и своевременного предупреждения о возможных неблагоприятных последствиях, то есть о введении постоянной действующей службы наблюдения мониторинга. Программа ЮНЕСКО от 1974 г. определяет мониторинг как систему регулярных длительных наблюдений в пространстве и во времени, дающую информацию о прошлом и настоящем состояниях окружающей среды, позволяющую прогнозировать на будущее изменение ее параметров, имеющих особенное значение для человечества.

В итоге, к сожалению, несмотря на многочисленные международные декларации, международные конвенции, доклады и постановления, в условиях мирового рынка и конкуренции ценность личностных устремлений, мораль и гуманность стремительно теряют свои позиции. Ведущими становятся корпоративные интересы, направленные на удовлетворение неограниченно растущих псевдосоциальных потребностей узких групп лиц, возглавляющих фирмы и корпорации, которым часто безразличны государственные и национальные интересы.

**ВЛИЯНИЕ СТИМУФУНГА НА СОХРАНЯЕМОСТЬ  
ПЛОДОВ АПЕЛЬСИНА ВАШИНГТОН-НАВЕЛ  
INFLUENCE OF STIMUFUNG ON CONSERVATION  
OF FRUITS OF ORANGE WASHINGTON-NAVEL**

***Е. М. Джакели, А. Г. Каландия, Т. Т. Барамидзе, И. А. Карцивадзе  
E. Jakeli, A. Kalandia, T. Baramidze, I. Kartsivadze***

*Батумский государственный университет им. Шота Руставели,  
г. Батуми, Грузия  
eteri\_jakeli@yahoo.com  
Batumi State University, Batumi, Georgia*

Рассмотрено влияние стимуфунга на сохраняемость и на качественные показатели плодов апельсина Вашингтон-навел. В результате обработки сохраняемость плодов улучшается с поддержанием хороших качественных показателей.

The article considers the influence of Stimufung on the preservation and on the quality of the fruit of Orange Washington-Navel. As a result, the preservation of fruits improves with the maintenance of good quality indicators.

*Ключевые слова:* стимуфунг, удобрение, органик, Вашингтон-навел, сохраняемость.

*Keywords:* stimufung, fertilizer, organic, Washington-navel, conservation.

В нашем регионе – в Абхазии, приоритетны цитрусовые культуры. Для увеличения цитрусового урожая используют минеральные удобрения, а это связано с загрязнением окружающей среды при несоблюдении точных агротехнических мероприятий. В то же время сохраняемость плодов низкая.

В настоящее время актуальна во всём мире биорепродукция. Фармацевтическая компания «Биотекс» произвела уже несколько биопрепаратов, которые успешно используют в сельском хозяйстве. Сюда входит биопрепарат стимуфунг – жидкое удобрение для внекорневой подкормки. Ему присвоен органический сертификат.

Стимуфунг – это органик, который содержит амины, амиды, олигопептиды, фитогормоны, минералы, микро- и макроэлементы. В него не входят тяжелые металлы, нитраты и другие ксенобиотики и он не опасен для окружающей среды.

Стимуфунг мы впервые испытывали на цитрусовых. Изучали влияние Стимуфунга на качественные показатели и на сохраняемость плодов.

Объект исследования – деревья апельсина Вашингтон-навел. Опрыскивание деревьев происходило в разные фазы вегетации растений. Через три месяца, после сбора урожая, определяли количество гнилых плодов. В контрольном и опытном варианте количество гнилых плодов следующий: в контрольном варианте – 41,2 %, в опытном варианте № 1 – 7,14 %, в опытном варианте № 2 – 25 %, в опытном варианте № 3 – 17,8 %. В то же время стимуфунг, при хранении уменьшает в плодах апельсина содержание органических кислот и углеводов.

Таким образом, использование стимуфунга эффективно для увеличения сохраняемости плодов апельсина Вашингтон-навел.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. *Чанкселиани, З.* [и др.]. Минеральные удобрения и экология окружающей среды. / З. Чанкселиани [и др.] Сообщения Академии сельскохозяйственных наук Грузии. – Тбилиси, 2010. – С. 315.



**ДИНАМИКА РАСПЫЛЕНИЯ В АТМОСФЕРУ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ  
ИЗ ЗАГРЯЗНЕННЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ  
ГОРОДА БАТУМИ (2010–2015 ГГ.)**

**THE DINAMICS OF EMISSION HARMFUL SUBSTANCES  
FROM THE MAIN INDUSTRIAL SOURCES IN BATUMI (2010–2015)**

**Г. А. Думбадзе, А. В. Мджаванадзе  
G. Dumbadze, A. Mjhanadze**

*Батумский государственный университет им. Шота Руставели, БГУ,  
г. Батуми, Грузия  
gugulidumbadze2@gmail.com  
Batumi Shota Rustaveli State University, BSU,  
Batumi, Georgia*

В статье показано результаты анализа выбросов вредных веществ из основных стационарных источников в городе Батуми. Исследование доказало, что в 2010–2015 гг. в городе Батуми самая высокая эмиссия зафиксировалась в 2013–2014 г.

In the research was made the analysis of emission harmful substances, from the main economic sectors of the Batumi (Adjara region). It is estimated that within the study period, more harmful substances were exhausted in 2013 and 2014, compared with 2015.

*Ключевые слова:* вредные вещества, выбросы, промышленные источники, Батуми.

*Keywords:* harmful substances, emission, industrial sources, Batumi.

Актуальность темы. В соответствии с техническим прогрессом непрерывно возрастает количество распыления вредных веществ, а также отдельные компоненты концентрации намного превышают границы дозированной нормы [1–2].

Из-за отсутствия совершенной системы мониторинга загрязнения воздуха и соответствующей базы анализов в Грузии очень сложно дать оценку качества состояния атмосферного воздуха. Также очень сложно получить точную информацию о распылении из стационарных источников, поскольку в Грузии инструментальное измерение распыления не осуществляется даже и на крупных объектах. Отсюда следует, что для установления итоговой эмиссии вредных веществ, в работе был использован метод измерения распыления, который опирается на своеобразие технологических процессов (мощность производства, использованное топливо и эффективность газопылевых установок), широко используемый во всем мире.

Целью исследования является статистическая разработка в 2010–2016 гг. уровня распыления вредных веществ, взятых из существующих, по сравнению с другими, крупных промышленных производств г. Батуми; изучение качества фонового загрязнения атмосферы в окрестностях загрязненных стационарных источников и установление уровня и количественного показателя вредных веществ; установка динамики распыления вредных веществ в атмосферу из стационарных источников.

В Грузии, в частности в Аджарии, после экономического кризиса 90-х годов, закрылись или же остановили свою работу существующие крупные или средние, а также мелкие промышленные предприятия. В результате закрытия предприятий в Грузии заметно уменьшился уровень загрязнения воздуха.

С 2004 года значительно ускорилось развитие экономики региона. Быстрым темпом пошла его реабилитация и интеграция. В 2005–2011 гг. в результате приватизаций производств были созданы и начали работать предприятия, оборудованные современной технологией, количество которых сегодня доходит до 500.

Исследование доказывает, что в 2010–2015 годах в Батуми из стационарных источников существующих и действующих загрязнений, в очистительных сооружениях, вредных веществ в воздушном бассейне количество выброса вредных веществ изменчиво. Больше всего эмиссий зафиксировано в 2013–2014 годах (32 420 и 31 305,6 т). Отсюда, в воздушном бассейне распылилась почти вся часть выделенного распылителя, а в газопылевые установки попала лишь незначительная ее часть (соответственно, 1566,0 и 888,7 т). В 2015 году было зафиксировано сравнительное уменьшение распыления вредных веществ. В 2016 году в Батуми, в окрестностях промышленной зоны уровень сероводорода в 25 раз превысил границы допустимой концентрации (0,2 мг/м<sup>3</sup>, ПДК – 0,008 мг/м<sup>3</sup>).

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Strategies and policies for air pollution abatement, 2006 major review. New York, Geneva, United Nations, 2007. 75: 7–48.
2. The Global Environment Outlook: environment for development of the GEO-4. The programmed of the United Nations Environment Programmed (UNEP), 2007, 40–77.

# АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ ДОБРОТВОРСКОЙ ТЭС

## ANALYSIS OF THE AMOUNT OF POLLUTANTS' EMISSIONS INTO THE ATMOSPHERIC AIR BASED ON DOBROTVORSKAYA TPS WORKING PROCESS

**А. А. Живова, Н. В. Герасимович**  
**A. Zhyvova, N. Gerasimovich**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ*  
*г. Минск, Республика Беларусь*  
*anna\_javrusenko@mail.ru*  
*Belarusian State University, ISEI BSU,*  
*Minsk, Republic of Belarus*

В работе на примере Добротворской ТЭС проведен сравнительный анализ количества выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от тепловых энергоустановок в процессе их функционирования. Результаты проведенного анализа показали увеличение количества выброшенных в атмосферу Добротворской станцией загрязняющих веществ за последние два года. В связи с этим предполагается реконструкция, связанная с совершенствованием технических характеристик данной ТЭС в ближайшем будущем.

The object of the research is Dobrotvorskaya thermal power station. The purpose is to study the issue of increasing pollutants from thermal power plants based on work of Dobrotvorskaya TPS and comparative analysis of emissions for the operation period of 2 years. The article presents conducted introductory overview of the characteristics of Dobrotvorskaya TPS. The results of a comparative analysis of the amount released into the atmosphere pollutants Dobrotvorskaya station for 2014 and 2015 are clearly demonstrated, and the plans for the reconstruction and improvement of the technical characteristics Dobrotvorskaya TPS in the near future have been described.

*Ключевые слова:* ТЭС, атмосферный воздух, теплоэнергетика, экология, загрязняющие вещества, окружающая среда.

*Keywords:* TPS, atmospheric air, heat power engineering, ecology, pollutants, and environment.

Основной экологической проблемой, связанной с тепловыми электростанциями, является выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух. В связи с этим цель данной работы заключалась в исследовании количества выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ за 2014–2015 гг. на Добротворской ТЭС.

Электрическая мощность станции составляет 600 МВт, тепловая мощность – 58 Гкал/час. Основным видом топлива, используемый на Добротворской ТЭС, – уголь. Для подсветки и розжига котлов используется природный газ или мазут.

Исследование показало, что в период с 2014 по 2015 г. общее количество выбросов загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух Добротворской ТЭС возросло на 3022,297 т (без учета диоксида углерода). В 2014 г. количество выбросов составляло 37543,79 т, а в 2015 – 40566,087 т. В представленной таблице подробно рассмотрено изменение количества отдельных поллютантов.

*Таблица – Сравнительный анализ количества выбросов Добротворской ТЭС*

Название соединения	Количество в 2014 году (тонны)	Количество в 2015 году (тонны)	Увеличение количества поллютантов (тонны)
Диоксид серы	29922,926	31147,357	1224,431
Сероводород	0,081	0,164	0,083
Серная кислота	0,007	0,091	0,084
Диоксид азота	3097,008	3720,854	623,846
Закись азота	28,099	33,902	5,803
Аммиак	0,009	2,346	2,337
Моноксид углерода	231,601	305,152	73,551
Диоксид углерода	1837483,16	2209095,099	371611,939
Метан	20,816	67,049	46,233
Твердые частицы	4235,384	4921,164	685,78
Тяжелые металлы	7,644	8,101	0,457

Исходя из проведенного анализа, очевидно, что количество загрязняющих веществ, попадающих в атмосферный воздух в процессе работы данной электростанции, за последние годы значительно увеличилось.

Предполагается, что наблюдаемая тенденция связана, во-первых, с переменами в использовании вида угля для сжигания на станции, во-вторых, увеличение выбросов обусловлено постоянным увеличением потребностей в электроэнергии и, соответственно, с увеличением выработки энергии электростанций.

Учитывая эти особенности, для того, чтобы уменьшить ущерб, наносимый окружающей среде Добротворской ТЭС, на ней начаты работы по усовершенствованию технических и экологических характеристик. В частности, предусмотрена реконструкция котла, системы контроля и управления генератора, турбины, замена пылевых систем и другие работы. В результате проводимой реконструкции повысится маневренность и экономичность теплоэлектростанции.

## **СТОИМОСТНАЯ ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ И БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ**

### **COST ESTIMATION OF ECOSYSTEM SERVICES AND BIOLOGICAL DIVERSITY OF THE FOREST ECOSYSTEMS**

***M. С. Заранко, Головатый С.Е.***  
***M. Zaranko, S. Golovatiy***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
mariazaranko@mail.ru, sscience@yandex.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Представлен комплексный подход расчета экосистемных услуг и экономической ценности биоразнообразия лесных экосистем.

An integrated approach of calculation of ecosystem services and economic value of a biodiversity of forest ecosystems is provided.

*Ключевые слова:* экоуслуги, биоразнообразие, экосистема, лесные ресурсы, стоимостная оценка.

*Keywords:* ecoservices, biodiversity, ecosystem, forest resources, valuation.

Современные условия жизни на Земле, при которых может существовать человек, – результат эволюции и непрерывной работы живой природы на протяжении миллиардов лет. В настоящее время в мире активно ведется разработка круга вопросов, связанных с экосистемными функциями и/или экосистемными услугами, включая их оценку. Появились фундаментальные международные исследования, посвященные экономике экоуслуг [1].

Целью исследования является определение стоимостной оценки экосистемных услуг и экономической ценности биоразнообразия для принятия управленческих решений в экологической сфере и развития платного природопользования.

Основными задачами стоимостной оценки экосистемных услуг являются:

- обеспечение экономического обоснования вариантов удовлетворения экологических потребностей с учетом необходимости компенсации затрат на воспроизводство экосистемных услуг и сохранения биоразнообразия;
- установление платы за пользование экосистемными услугами, включая услуги по сохранению биоразнообразия и повышения экономической эффективности природопользования;
- учет интересов организаций и учреждений, деятельность которых связана с сохранением и воспроизводством природных экосистем, сохранения их финансовой устойчивости;
- отражение экологической ценности природных экосистем в составе национального богатства Республики Беларусь;
- отражение вклада экологических ресурсов лесов в поддержание глобального углеродного цикла;
- обоснование целесообразности поддержания экологических функций экосистем, сохранение их биоразнообразия и устойчивого продуцирования;
- анализ возможности денежной компенсации эмиссии двуокиси углерода на международном уровне и определение путей использования углерододепонирующей функции лесных экосистем как «экологического товара» Республики Беларусь на мировом рынке природных ресурсов и экологических услуг;
- стимулирование рационального использования и воспроизводства природных экосистем.

Исследования проводились на базе Государственного лесохозяйственного учреждения «Ивацевичский лесхоз» Брестского государственного производственного лесохозяйственного объединения, расположенного в центральной части Брестской области на территории Ивацевичского и Березовского административных районов.

В расчетах стоимостной оценки экосистемных услуг лесных экосистем рассчитывали следующие показатели [2]:

1. Текущая (ежегодная) оценка для лесных экосистем, где учитывается:
  - рыночная цена основного продукта природопользования (по пиломатериалам хвойных пород);
  - коэффициент эффективности (рентабельности) производства продукции;
  - коэффициент эффективности воспроизводства основного продукта природопользования;
  - коэффициент хозяйственной ценности главной древесной породы;
  - коэффициент, отражающий стоимость продукции побочного пользования;
  - коэффициент выхода конечной основной продукции природопользования;
  - коэффициент экологической значимости редких типов леса;
  - ежегодная продуктивность ресурса основного продукта природопользования.
2. Стоимостная оценка ассимиляционного потенциала лесных экосистем (АПЛЭ), где учитывается:
  - оценка предельной нагрузки  $n$ -го загрязняющего вещества на насаждения  $i$ -ой древесной породы  $j$ -го типа леса в натуральных показателях;
  - фактический возраст насаждения  $i$ -ой древесной породы  $j$ -го типа леса;
  - такса для определения возмещение вреда, нанесенного окружающей природной среде загрязнением атмосферного воздуха в соответствии с классом опасности  $n$ -го загрязняющего вещества.
3. Предельная нагрузка загрязняющих веществ на древесные породы в натуральных показателях, где учитывается:
  - предельное возможное содержание  $n$ -го загрязняющего вещества в хвое сосны;
  - коэффициенты устойчивости лесных фитоценозов к воздействию  $n$ -го загрязняющего вещества;
  - средний запас насаждений;
  - объемно-конверсионные коэффициенты для перевода объемного запаса (изменения запаса) стволовой древесины в массу отдельных фракций фитомассы;
  - площадь оцениваемого участка насаждений.
4. Стоимостная оценка ежегодного поглощения диоксида углерода для лесной экосистемы, где учитывается:
  - аккумуляция диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ) лесной экосистемой;
  - средняя мировая цена поглощения 1 т  $\text{CO}_2$ .
5. Расчет оценки ежегодной углерододепонирующей способности лесов, где учитывается:
  - объемный показатель среднего изменения запаса стволовой древесины – средний ежегодный прирост;
  - объемно-конверсионные коэффициенты для перевода объемного запаса (изменения запаса) стволовой древесины в массу отдельных фракций фитомассы;
  - переводной коэффициент (для перевода объема компоненты лесного ресурса в количество поглощенного углерода);
  - коэффициент перевода пулов углерода в количество диоксида углерода;
  - коэффициент, учитывающий запас углерода в органическом веществе почвы и мортмассе;
  - площадь оцениваемого участка насаждений.
6. Стоимостная оценка биоразнообразия, которая включает оценку первичной и вторичной продукции, осуществляемую применительно к конкретной территории. Учитываются следующие показатели:
  - экономическая оценка первичной продукции (экосистемы);
  - цена воспроизводства вторичной продукции (биологического вида).
7. Экономическая оценка первичной продукции (экосистемы) определяется через следующие показатели:
  - удельная текущая (ежегодная) оценка (дифференциальная рента);
  - коэффициент дисконтирования;
  - площадь оцениваемого участка.
8. Оценка вторичной продукции как элемента экосистем производится с использованием метода восстановительной стоимости основных представителей животного мира. Цена воспроизводства отдельных биологических видов определяется через следующие показатели:
  - общие затраты на восстановление биологических видов территории;
  - коэффициент эколого-экономической ценности вида;
  - коэффициент уникальности вида, учитывающий категорию редкости биологического вида.
9. Общие затраты на восстановление биологических видов, где учитывается:
  - восстановительная стоимость отдельных биологических видов (животных);
  - вид животного;
  - численность  $i$ -го вида животного, подлежащая восстановлению (оптимальная или пороговая).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Brown T. S., Bergstrom J. C., Loomis J. B.* Defining, valuing and providing ecosystem goods and services // *Natural Resources J.* – 2007. – Vol. 47, Spring. – P. 329–369.
2. Технический кодекс установившейся практики «Методика по определению стоимостной оценки экосистемных услуг и стоимостной оценки биологического разнообразия». – Режим доступа: [www.ecoinv.by/userfiles/file/TKP\\_RP\\_Ocenka.doc](http://www.ecoinv.by/userfiles/file/TKP_RP_Ocenka.doc) / – Дата доступа: 09.03.2017.

# ОБРАБОТКА НЕФТИ-ШЛАМОВ С ПОМОЩЬЮ ВОЛН ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

## OIL-SLUDGE PROCESSING BY WAVES OF ELECTROHYDROIMPULSE EXPOSURE

**А. К. Иманбаева, Ж. Ш. Куралбаева**  
**A. Imanbaeva, Zh. Kuralbaeva**

*Специализированная гимназия «Дарын»,  
г. Караганда, Казахстан  
aika\_00\_30@mail.ru  
Specialized Gymnasium «Daryn»,  
Karaganda, Kazakhstan*

**Объект исследования:** Влияние электрогидроимпульсного воздействия на деме­тал­ли­за­цию нефтяного шлама.

**Цель исследования:** Исследование влияния электрогидроимпульсного воздействия на деме­тал­ли­за­цию неф­тяного шлама образовавшегося на рабочих поверхностях нефтепровода.

**Гипотеза:** научный и практический интерес имеет исследование природы гидрогенизатов с помощью физи­ко-химических методов исследования (хроматомасспектрометрия).

**Новизна:** С помощью электрогидроимпульсного воздействия, согласуется с полученными данными при исследовании влияния электрогидроимпульсного разряда на деме­тал­ли­за­цию на микроструктуру и на влияние углеводородного состава нефтяного шлама, образовавшегося на рабочих поверхностях нефтепровода.

Предлагаемая электрогидроимпульсная технология легко встраивается в классический процесс нефтепереработки и может быть внедрена как при строительстве нового НПЗ, так и при модернизации существующего НПЗ для значительного увеличения глубины переработки нефти и остатков нефтеперерабатывающих производств.

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФЯНИКОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

### INFLUENCE OF VARIOUS TYPES OF USE OF PEATLANDS ON CLIMATE CHANGE IN THE REPUBLIC OF BELARUS

**В. М. Конькова, И. П. Наркевич**  
**V. Konkova, I. Narkevitch**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
konkova\_wiktorija@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Болота влияют на содержание в атмосфере трех парниковых газов (ПГ): двуокиси углерода, метана и закиси азота. Эти газы пропускают солнечный свет на землю, но задерживают исходящее от земли тепловое излучение, что и приводит к общему потеплению климата, или, иными словами, к парниковому эффекту [1]. С середины XVIII столетия атмосферные концентрации этих газов существенно увеличились. К настоящему времени в атмосфере концентрация диоксида углерода увеличилась с 280 до 388 ppm, концентрация атмосферного метана – с 715 до 1800 ppb, и закиси азота – с 270 до 323 ppb [2].

Peatlands affect the content of three greenhouse gases in the atmosphere: carbon dioxide, methane and nitrous oxide. These gases pass sunlight to the ground, but they delay the heat radiation from the earth, which leads to a general warming of the climate, or, in other words, to the greenhouse effect. Since the middle of the 18th century, atmospheric concentrations of these trace gases have increased strongly. Until the present, atmospheric carbon dioxide concentration has increased from 280 to 388 ppm, atmospheric methane concentration from 715 to 1800 ppb and nitrous oxide from 270 to 323 ppb.

*Ключевые слова:* торфяные экосистемы, болото, парниковые газы, эмиссия парниковых газов, потенциал глобального потепления.

*Keywords:* peat ecosystems, peatland, greenhouse gases, greenhouse gases emission, the potential of global warming.



*Естественные болота.* В естественных болотах, насыщенных водой, отмершая биомасса не разлагается полностью. Примерно одна десятая ее часть откладывается в виде торфа. Часть углерода, которую растения получили в виде углекислого газа и использовали для строительства своей ткани, сохраняется в болоте навечно. Таким образом, естественное болото изымает CO<sub>2</sub> из атмосферы. Следующим результатом анаэробных процессов, происходящих в живом болоте, является образование метана как продукта жизнедеятельности метаногенных бактерий. Высокий уровень воды в живом болоте и наличие растений с воздухоносными сосудами создают условия для выброса образовавшегося метана в атмосферу. Но объемы выделения этого газа в естественных болотах значительно ниже, чем объемы поглощения двуокиси углерода, и, соответственно, его воздействие на изменение климата несущественно.

*Осушенные торфяники.* В осушенных болотах кислород беспрепятственно проникает в сухой торф, и в результате происходящих там окислительных процессов в атмосферу выделяется двуокись углерода. Соответственно, осушенное болото не снижает выбросы ПГ, а, напротив, является их источником. Все болота мира содержат в себе около 550 гигатонн углерода. Это в два раза больше, чем его содержится во всех лесах мира, и составляет 75 % от всего количества углерода, содержащегося в атмосфере. Осушенные болота во всем мире являются источником 10 % углекислого газа, попадающего в атмосферу в результате деятельности человека. Метан осушенные болота не выделяют, однако часто являются сильными источниками закиси азота, образующейся в результате нитрификации [2].

Общая площадь осушенных болот составляет 1 505 000 га, из них 1 085 200 га (72,1 %) используется в сельском хозяйстве, включая выработанные торфяные месторождения – 122 200 га; 383 000 га (25,5 %) – осушенные болота лесного фонда, в том числе 103 000 га – выработанные торфяные месторождения; 36 800 га (2,4 %) используется для промышленной добычи торфа.

Чем ниже уровень грунтовых вод, тем в большей зоне идут процессы биохимической минерализации торфа с выделением в атмосферу углекислого газа. Здесь торф разрушается до диоксида углерода, аммиака, воды и других конечных продуктов минерализации. Это означает, что в процессе сельскохозяйственного использования мелиорированных торфяных почв и площадей выработанных торфяных месторождений углерод из геологического круговорота переходит в биогенный, поставляя в атмосферу дополнительные количества углекислого газа, выведенные из нее болотными растениями в древние эпохи [6].

*Разрабатываемые и выработанные торфяники.* На 2014 г. площадь разрабатываемых месторождений составила 10618,5 тыс. га. Выбросы от разрабатываемых торфяных месторождений в 2014 г. уменьшились на 84 % по сравнению с 1990 г., это, главным образом, связано с сокращением площадей разрабатываемых торфяных месторождений в результате изменения в структуре потребления топлива в Республике Беларусь [3]. Эмиссия CO<sub>2</sub> в атмосферу с разрабатываемых и выработанных, но не переданных сельскому хозяйству торфяных месторождений республики, составляет 4285,3 тыс. т. Общая ежегодная эмиссия CO<sub>2</sub> в атмосферу с осушенных торфяников составляет 14662,8 тыс. т [7]. Таким образом, в Беларуси эмиссия диоксида углерода с осушенных торфяных болот на порядок больше, чем сток CO<sub>2</sub> в естественные болотные экосистемы [7].

*Вторичное заболачивание.* После вторичного заболачивания торфяная залежь снова будет насыщена водой и свободна от воздуха. Благодаря этому снизится выброс в атмосферу двуокиси углерода и закиси азота, но при этом увеличится выброс метана. В естественных, осушенных и восстановленных, болотах объемы выброса трех ПГ сильно варьируют в зависимости от типа болота, формы его использования в случае осушенного торфяника, качества и уровня воды, свойств торфа, растительности, насыщенности питательными веществами и географической широты местности [1].

В предыдущие десятилетия около 51 тыс. га [8] подверглось вторичному заболачиванию из-за выхода из строя мелиоративных систем и по другим причинам. Однако при повторном заболачивании в первые годы после восстановления в 34 раза увеличиваются выбросы метана в атмосферу. Поэтому очень важно рассчитать оптимальный баланс ПГ: сократить выбросы диоксида углерода и метана. Известно, что тростник выделяет много метана, но поглощает CO<sub>2</sub> – поэтому растение считается климатически нейтральным. А вот рогоз и осока дают большие выбросы метана, но при этом не поглощают углерод.

Ученые три года проводили мониторинг на Бартенихе. Болото стало показательным примером удачного повторного заболачивания: диоксид углерода не выделяется, а эмиссия метана остается низкой. В целом вторичное заболачивание в Беларуси сильно снизило выбросы ПГ с торфяников. Если нарушенный торфяник выделяет 20 т диоксида углерода с одного гектара территории, то на повторно заболоченном торфянике эта цифра снижается до 1–2 т.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Мертен Минке, Аннет Тиле.* Заболачивание осушенных торфяников и его значение для климата / пер. с нем.: Наталья Минке // Птушкі і мы № 14, 2009. – С. 4–5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://issuu.com/morbusm/docs/pim-14-2009?viewMode=doublePage&e=5804652/3259897>. – Дата доступа: 07.02.2017.
2. *Таннебергер, Ф.* Углеродные кредиты и заболачивание деградированных торфяников: климат-биоразнообразие-землепользование / Ф. Таннебергер, В. Вихтманн. – Stuttgart, 2011. – 234 с.
3. Шестое национальное сообщение Республики Беларусь об изменении климата // РУП «Бел НИЦ «Экология». – Минск, 2013. – С. 71.

4. ТКП 17.12-08-2015 (33140) «Охрана окружающей среды и природопользование. Территории. Определение направлений использования торфяных месторождений и болот».

5. *Мееровский, А. С., Трибис, В. П.* Проблемы использования и сохранения торфяных почв // *Новости науки и технологий.* – № 4 (23). – 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.belisa.org.by/pdf/Publ/Art1\\_i23.pdf](http://www.belisa.org.by/pdf/Publ/Art1_i23.pdf). – Дата доступа: 16.12.2016.

6. Первое национальное сообщение в соответствии с обязательствами Республики Беларусь по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. – Минск, 2003. – С. 82–83.

7. Доклады Международной научной конференции: Повышение эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель, посвященной 75-летию Института мелиорации и луговодства НАН Беларуси и 95-летию со дня рождения академика С.Г. Скоропанова./ Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси. – Минск, 2005. – 480 с.

8. Беларусь занимает третье место в мире по выбросам CO<sub>2</sub> с торфяников и первое – по их восстановлению. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wildlife.by/node/31069>. – Дата доступа: 07.01.2017.

## **ВЫБРОСЫ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

### **EMISSIONS OF GREENHOUSE GASES IN THE ENERGY SECTOR OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

***А. Ю. Кулаков, И. П. Наркевич***

***A. Kulakov, I. Narkevich***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
kulakov1@tut.by*

*Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Статья посвящена анализу выбросов парниковых газов в секторе энергетики Республики Беларусь. Определяются основные парниковые газы прямого действия, показатели выбросов с 1990 г., а также их тенденции. Определяется количество выбросов парниковых газов по категориям МГЭИК для энергетики.

The article devoted to the analysis of greenhouse gases emission in the energy sector of the Republic of Belarus. The main greenhouse gases of direct action, emission indicators since 1990, as well as trends in determined. In conclusion, the amount of greenhouse gas emissions by the categories of the IPCC for the energy sector is determined.

*Ключевые слова:* парниковые газы, энергетика, МГЭИК, глобальное потепление.

*Keywords:* greenhouse gases, energetics, IPCC, global warming

Одной из главных причин потепления принято считать парниковые газы, а главным источником ПГ является сжигание углеродосодержащего топлива. В Беларуси сектор «Энергетика» является основным источником выбросов парниковых газов (более 60% в 2014 году по данным кадастра).

Основным парниковым газом в Республике Беларусь является диоксид углерода (CO<sub>2</sub>), доля которого в выбросах парниковых газов (без нетто-стоков CO<sub>2</sub> сектора «ЗИЗЛХ») составляет в эквиваленте CO<sub>2</sub> в 2014 г. 47 %, далее идет метан (CH<sub>4</sub>) – 20 % и закись азота (N<sub>2</sub>O) – 15,5 %, доля HFC и SF<sub>6</sub> составляет 0,003 %. Наибольшее количество парниковых газов выделяется в секторе «Энергетика» – 60,60 % и в секторе «Сельское хозяйство» – 23,96 %. Выбросы ПГ в секторах «Отходы» и «Промышленные процессы и использование продуктов» составляют 9 % и 6 % от общенациональных выбросов соответственно.

Сектор «Энергетика» является основным источников выбросов парниковых газов в стране. На его долю приходится более 60 % от общенациональных выбросов. Тренд показывает снижение выбросов на 41,7 % от 95 626,17 Гг в CO<sub>2</sub> эквиваленте в 1990 г. до 55 692,52 Гг в CO<sub>2</sub> эквиваленте в 2014 г. На такое сокращение выбросов парниковых газов повлияли, во-первых, резкое падение экономического развития после распада Советского союза (1990–1995 гг.), во-вторых, реализация целенаправленной политики по снижению энергоёмкости ВВП и широкое внедрение мероприятий по энергоэффективности в основных отраслях экономики страны после 2000 года.

В таблице представлена динамика выбросов газов с прямым парниковым эффектом. Рост выбросов CH<sub>4</sub> вероятнее всего вызван возросшим с 2000 года количеством транспортируемых по магистральным трубопроводам газа, нефти и нефтепродуктов, в том числе транзитных, что явилось одной из причин увеличения эмиссий, связанных с утечками транспортируемого топлива.

Структура выбросов по категориям МГЭИК источников в 2014 году представлена на рисунке. Наибольшее количество выбросов парниковых газов приходится на энергетическую промышленность – 50 %, промышленность и строительство – 14 %, транспорт – 8 %, прочие сектора – 23 %, прочее – 4 %, летучие выбросы – 1 %. В 1990 году это распределение было следующим: энергетическая промышленность – 50 %, промышленность и строительство – 14 %, транспорт – 8 %, прочие сектора – 23 %, прочее – 4 %, летучие выбросы – 1 %.

Таблица – Динамика выбросов основных парниковых газов в секторе Энергетика, (Гг CO<sub>2</sub> экв.)

Год	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
1990	94234,44	461,81	929,91
1992	81786,66	408,71	825,11
1994	59429,94	350,69	505,63
1996	54025,92	354,18	513,60
1998	53576,58	354,50	508,81
2000	50239,01	457,73	434,62
2002	49994,20	430,50	227,52
2004	54000,06	486,81	214,29
2006	57254,05	501,48	236,64
2008	58758,69	499,73	244,40
2010	56413,46	475,44	227,85
2012	55446,45	449,31	245,57
2014	54946,25	451,07	295,20
Тренд 1990–2014 %	–41,69	–2,33	–66,52

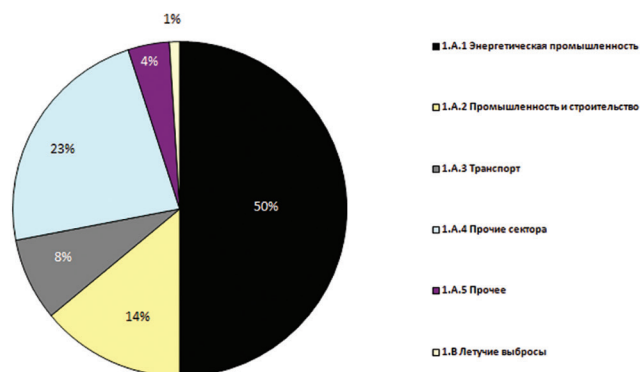


Рисунок – Структура выбросов парниковых газов в энергетическом секторе в 2014 г.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАЖНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ И АНАЛИЗ  
МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИХ СНИЖЕНИЮ НА ФИЛИАЛЕ МТЭЦ-3  
РУП «МИНСКЭНЕРГО»**

**THE IDENTIFICATION OF SIGNIFICANT ENVIRONMENTAL ASPECTS  
AND ANALYSIS OF MEASURES FOR THEIR REDUCTION ON THE BRANCH  
OF MTAC-3, RUE “MINSKENERGO”**

***А. Ю. Куница, К. М. Мукина***  
***A. Kunitsa, K. Mukina***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ  
г. Минск, Республика Беларусь  
kunizaalesaj@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

На филиале МТЭЦ-3 РУП «Минскэнерго» идентификация экологических аспектов и определение их значимости проводится в соответствии с требованиями стандарта ISO 14001-2004 пункт 4.3.1 Экологические аспекты. Важные экологические аспекты определяют экологическую политику, целевые и плановые экологические показатели и мероприятия по охране окружающей среды.

On the branch of MTAC-3, RUE “Minskenergo” identification of environmental aspects and determining their significance shall be conducted in accordance with the requirements of the standard ISO 14001-2004 4.3.1 Environmental aspects. Significant environmental aspects determine the environmental policy, target and planned environmental indicators and measures for the protection of the environment.

*Ключевые слова:* идентификация экологических аспектов, важные экологические аспекты, программа мероприятий.

*Keywords:* Identification of environmental aspects, important environmental aspects, the programme of events.

Минская ТЭЦ-3 является частью единого производственно-технического комплекса по производству, передаче и распределению тепловой и электрической энергии. Для производства энергии и тепла на МТЭЦ-3 используются следующий блок: энергетический блок ПГУ-230 включает в себя парогазовую установку с двумя контурами давления пара, предназначенную для производства электроэнергии и тепла.

ПГУ -230 (паровые и водогрейные котлы и парогазовая установка) являются источниками выделения вредных веществ, которые выбрасываются через стационарные источники выбросов (дымовые трубы).

Минская ТЭЦ-3 относится ко 2-ой категории объектов воздействия на атмосферных воздух.

Количество действующих источников выбросов на площадке Минской ТЭЦ-3 всего 72, в том числе организованных – 67 и неорганизованных – 5.

Целью работы является идентификация экологических аспектов и определение их значимости. Значимость экологических аспектов определялась по методике в соответствии с «Положением по выявлению и формированию экологических аспектов, определению важных экологических аспектов, целевых, плановых экологических показателей и Программы управления окружающей средой».

МТЭЦ-3 должна непосредственно контролировать и управлять экологическими аспектами, которые возникают в технологическом процессе. После идентификации экологических аспектов, предприятие оценивает их важность в баллах по категории экологических аспектов.

МТЭЦ -3 ведет постоянные меры по уменьшению и устранению экологических аспектов. Было определено 11 важных экологических аспектов, из них наиболее важными являются:

- 1) использование артезианской воды (74 балла);
- 2) длительное хранение отходов 2 кл. опасности (шлам ванадийсодержащий), захоронение отходов 3 кл. опасности (46–34 балла);
- 3) пролив хим. реагентов 2 кл. опасности, СОЖ, масла, нефтепродуктов (44–32 балла);
- 4) выбросы загрязняющих веществ от наждачного станка, не оснащено ГОУ, и отработанных газах (38–37 баллов).

МТЭЦ -3 по выявленным важным экологическим аспектам составляет программу мероприятий, которую должна выполнять для управления важными экологическими аспектами.

Основными мероприятиями являются:

- Соблюдать законодательные требования, распространяющиеся на ЭА предприятия.

- Сократить объем артезианской воды, направляемый на осветлитель, при удовлетворительном качестве воды, забираемой из поверхностного источника.
- Регулярно проводить проверки на эффективность ГОУ, приобрести ГОУ на наждачные станки, установить каплеуловители на градириях.
- Оборудовать места хранения отработанных масел и нефтепродуктов и других отходов и производить их вывоз в соответствии с заключенным договором.

## **ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВ НА ИХ СПЕКТРАЛЬНУЮ ОТРАЖАТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ И ИЗОБРАЖЕНИЕ НА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКАХ**

## **EFFECT OF SOIL PROPERTIES ON THEIR SPECTRAL REFLECTIVE CAPACITY AND IMAGES ON REMOTE SURVEY MATERIALS**

***М. Ф. Курьянович<sup>1</sup>, Ф. Е. Шалькевич<sup>2</sup>***  
***M. Kuryanovich, F. Shalkevich***

*<sup>1</sup>Филиал «Институт геологии» Государственного предприятия «НПЦ по геологии»*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*mariaakuryanovich@gmail.com*

*<sup>2</sup>Белорусский государственный университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*Branch "Institute of Geology" State enterprise "SPC on Geology"*

*Minsk, Republic of Belarus*

*Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus*

Изложены результаты исследований по изучению влияния свойств почв на их спектральную отражательную способность и изображение на аэрокосмических снимках.

Results of studies on the soil properties influence on their spectral reflectance and image in aerospace images were outlined.

*Ключевые слова:* спектральная отражательная способность, свойства почв, дешифрирование.

*Keywords:* spectral reflectance, properties of soils, interpretation.

Почвы являются одним из сложнейших природных объектов при их дешифрировании на материалах дистанционных съемок. Физической основой формирования аэрокосмического изображения почв на снимках является их способность поглощать или отражать электромагнитное излучение. На спектральную отражательную способность почв влияет ряд факторов и, в первую очередь, их свойства.

Наши исследования были направлены на изучение взаимосвязи влияния свойств почв на их спектральную отражательную способность и изображение на материалах дистанционных съемок. Для этого был заложен ключевой участок, почвенный покров которого сформирован однородными песчаными почвообразующими породами, что позволило исключить один из факторов, влияющих на его спектральную отражательную способность – гранулометрического состава. Ключевой участок занят под пахотными и луговыми землями.

Для исследования использовался панхроматический снимок масштаба 1 : 5 000, полученный в осенний период (октябрь). Из пахотного горизонта почв, различных по степени увлажнения, были отобраны почвенные образцы, в которых определялась влажность и содержание гумуса. Спектрометрирование проводилось с использованием спектрометра ПСР-02 для образцов при полевой влажности, воздушно-сухих и обработанных перекисью водорода для удаления гумуса. Спектрометрические коэффициенты отражения были рассчитаны по методу И. Н. Карманова (1974 г.). По результатам дешифрирования данного снимка была составлена почвенная карта, картограммы влажности и содержания гумуса.

Сравнительный анализ кривых спектральной яркости для почвенных образцов при полевой влажности, воздушно-сухих и обработанных перекисью водорода показал, что существует тесная взаимосвязь между коэффициентами отражения и количеством содержания в почвах гумуса и влаги (таблица). Наши данные согласуются с исследованиями [Т. А. Романова и др. 1971 г.] в том, что с нарастанием степени увлажнения почв увеличивается в них содержание гумуса. Это позволяет сделать вывод о том, что для определения в почве содержания влаги и гумуса, вместо трудоемкого агрохимического метода, можно использовать спектрометрический метод.

Дешифрирование аэроснимка позволило выявить тесную взаимосвязь между тоном изображения, степенью увлажнения почв и содержанием в них гумуса. С увеличением степени увлажнения почв и содержания в них гумуса тон изображения изменяется в сторону потемнения от светлого к темному (таблица). Всего выделено пять групп контуров соответствующих почвам определенной степени увлажнения.



Таблица – Спектрометрические коэффициенты отражения почв различной степени увлажнения

№ п/п	Название почвенных разновидностей	Спектрометрические коэффициенты отражения % почвенных образцов			Среднеарифметическое		Тон фотоизображения на аэроснимках
		При полевой влажности	Воздушно-сухих	Обработанные H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Содержание гумуса, %	Влажность, %	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	дерново-подзолистые, оглеенные внизу	20,3	23,6	45,4	0,5	15,2	светлый
2	дерново-подзолистые, временно избыточно увлажненные	9,3	18,1	33,2	0,6-10	24,4	светло-серый
3	дерново-подзолисто, глееватые	6,4	15,1	42,1	1,1-2,2	43,5	серый
4	дерново-подзолисто, глеевые	5,4	13,3	46,2	2,3-3,4	46,7	темно-серый
5	дерново-глеевые и дерново-перегнойно-глеевые	4,9	9,2	49,6	>3.4	97,6	темный

Выполненные исследования позволяют сделать заключение о том, что материалы дистанционных съемок являются эффективным средством для дистанционной диагностики почв и их свойств, однако при условии использования для этих целей аэрокосмических снимков оптимальных сроков съемки.

## РАСЧЕТ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ АЗС ПО ФАКТОРУ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

### CALCULATION OF THE SANITARY AND PROTECTIVE AREA OF AZS ON THE NOISE POLLUTION FACTOR

**А. И. Ледак**

**A. Ledak**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
alexaledak@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Расчет распространения шума от внешних источников выполнен на программном комплексе «Эколог-шум». Расчет проводится от точечных и линейных источников шума. В расчете учитываются препятствия шума. Результатом расчетов являются уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5–8000 Гц. Определение прогнозируемых уровней шума произведено с учетом одновременной работы технологического оборудования, работа которых сопровождается шумом и движением максимального количества автотранспорта по территории АЗС, в том числе шум от движущего автомобильного транспорта по территории автостоянок. С целью контроля распространения шума на границе СЗЗ выбраны 8 расчетных точек, на территории жилой застройки выбрана 1 расчетная точка.

Calculation of the propagation of noise from external sources is performed on the program complex “Ecolog-noise”. The calculation is carried out from point and linear sources of noise. The calculation takes into account noise obstructions. The result of calculations are sound pressure levels in octave bands with average geometric frequencies of 31,5 – 8000 Hz. Determination of the predicted noise levels is made taking into account the simultaneous operation of technological equipment, the operation of which is accompanied by noise and traffic of the maximum number of motor vehicles through the territory of the filling stations, including noise from driving motor vehicles through parking lots. In order to control the propagation of noise at the boundary of the SPZ, 8 calculation points were chosen, 1 calculation point was chosen in the residential area.

*Ключевые слова:* санитарно-защитная зона, шум, шумовое загрязнение, звуковое давление, уровень звука, постоянный шум.

*Keywords:* sanitary-protective zone, noise, noise pollution, sound pressure, sound level, constant noise.

Шумовое воздействие на данной АЗС происходит в результате работы насосов при наливке топлива потребителю, движении автотранспорта по территории и пользовании автостоянки.

Источники шума по данному объекту:

- источник шума № 1. Насос ТРК;
- источник шума № 2. Насос ТРК;
- источник шума № 3. КТП;
- источник шума № 4. Стоянка легковых автомобилей;
- источник шума № 5. Движение автотранспорта по территории АЗС.

Шумовые характеристики технологического и инженерного оборудования выбраны в соответствии с технической документацией оборудования (паспорт оборудования).

Шумовой характеристикой транспортного потока является эквивалентный уровень звука и максимальный уровень звука, рассчитанные на расстоянии 7,5 м от оси первой полосы движения.

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5 – 8000 Гц.

Оценка непостоянного шума на соответствие допустимым уровням проводится одновременно по эквивалентному и максимальному уровням звука.

Предельно-допустимый уровень шума (ПДУ) – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот, эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума в помещения жилых и общественных зданий и шума на территории жилой застройки устанавливаются согласно Санитарным нормам, правилам и гигиеническим нормативам «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 16.11.2011 № 115.

В результате проведенного акустического расчёта ожидаемые эквивалентные, максимальные уровни звука и уровень звукового давления в октавных полосах среднегеометрических частот на территории жилой застройки и учреждения образования не превышают ПДУ, регламентированные Санитарным нормам, правилам и гигиеническим нормативам «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 16.11.2011 № 115.

Следовательно, санитарно-защитная зона объекта обеспечит снижение шумового воздействия на жилую зону до показателей значительно ниже ПДУ шума.

Граница санитарно-защитной зоны подтверждается и устанавливается со следующей трассировкой границы по восьми румбам:

- в северном направлении – 25 м от границы территории объекта;
- в северо-восточном направлении – 25 м от границы территории объекта;
- в восточном направлении – 25 м от границы территории объекта;
- в юго-восточном направлении – 25 м от границы территории объекта;
- в южном направлении – 25 м от границы территории объекта;
- в юго-западном направлении – 25 м от границы территории объекта;
- в западном направлении – 25 м от границы территории объекта;
- в северо-западном направлении – 25 м от границы территории объекта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 26.01.2016.
2. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 15 мая 2014 года № 35 – Санитарные нормы и правила «Гигиенические требования к организации санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и иных объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду».
3. СанПиН № 77-6-2009 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных пунктов и мест отдыха населения».
4. СанПиН № 10-7-2003. Санитарные правила содержания территорий.
5. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 декабря 2010 г. № 186 «Об утверждении нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и ориентировочно безопасных уровней воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения».
6. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 29 мая 2009 года № 30 «Об утверждении инструкции о порядке отнесения объектов воздействия на атмосферный воздух к определенным категориям».
7. ОНД-86 «Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятия».

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛИНИСТО-СОЛЕВЫХ ШЛАМОВ  
ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ» ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ РАДИОНУКЛИДОВ  
THE USE OF CLAY-SALT SLIMES OF JSC “BELARUSKALI”  
FOR RECOVERY OF SORBENTS OF RADIONUCLIDES**

**Т. Г. Леонтьева, Л. Н. Москальчук  
T. Leontieva, L. Maskalchuk**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ  
г. Минск, Республика Беларусь  
t.leontieva@tut.by, leonmosk@tut.by  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Для получения сорбентов радионуклидов предлагается использовать промышленные отходы ОАО «Беларуськалий» – глинисто-солевые шламы, представляющие собой глинистый материал, содержащий природные минералы: монтмориллонит, иллит и др. Применение различных способов обработки и модификации глинисто-солевых шламов позволяет получить сорбенты радионуклидов с высокими физико-химическими и сорбционными свойствами по отношению к  $^{137}\text{Cs}$  и другим радионуклидам.

To produce radionuclide sorbents, it is proposed to use industrial wastes of JSC «Belaruskali» – clay-salt slimes, which are the clay material containing natural minerals: montmorillonite, illite, etc. The use of various methods of reprocessing and modification of clay-salt slimes makes it possible to receive sorbents of radionuclides with high physicochemical and sorption properties with respect of  $^{137}\text{Cs}$  and other radionuclides.

*Ключевые слова:* глинисто-солевые шламы, сорбционные свойства, сорбенты, утилизация.

*Keywords:* clay-salt slimes, sorption properties, sorbents, recycling.

В процессе переработки сиверитовой руды на ОАО «Беларуськалий» образуются промышленные отходы, основными из которых являются галитовые и глинисто-солевые шламы. Особый интерес вызывают глинисто-солевые шламы (ГСШ), которые представляют собой 69–82 % суспензию нерастворимого осадка в рассолах, имеющих минерализацию 200 г/л, с содержанием растворимых солей KCl и NaCl соответственно 13–15 % и 20–25 %. Нерастворимая часть ГСШ представлена алюмосиликатами, карбонатами и сульфатами. Основными глинистыми минералами в составе алюмосиликатов являются монтмориллонит и иллит. ГСШ тонкодисперсны: содержание фракции размером менее 20 мкм составляет около 70 % от общей массы.

В настоящее время ГСШ не подвергаются переработке, а накапливаются в шламохранилищах ОАО «Беларуськалий», представляющих собой специальные гидротехнические сооружения. Шламохранилища занимают площади свыше 1100 га плодородных земель Солигорского района, требуют создания солезащитных экранов для предотвращения дальнейшего загрязнения окружающей среды (проникновения рассолов в подземные воды и засоления почв). По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь на 01.01.2016, на ОАО «Беларуськалий» складировано более 1043,2 млн т отходов, среди которых свыше 110,5 млн т составляют ГСШ и 932,7 млн т – галитовые отходы. Следует отметить, что за 2015 год накоплено около 3,15 млн т ГСШ. Проблема утилизации накопившихся в Республике Беларусь ГСШ не решена по настоящее время.

По физико-химическим свойствам ГСШ можно отнести к глинистым материалам. Учитывая специфическую структуру и состав данных промышленных отходов одним из перспективных способов утилизации ГСШ может быть получение на их основе сорбентов радионуклидов. Используя различные методы их обработки и модификации возможно получение сорбентов с высокими сорбционными свойствами по отношению к ряду радионуклидов.

Проведенные исследования селективных сорбционных свойств по отношению к  $^{137}\text{Cs}$  различных образцов сорбентов, полученных на основе ГСШ, показали, что степень сорбции  $^{137}\text{Cs}$  при соотношении  $V/m = 100$  достигает 99 % после 24 ч. контакта с радиоактивным раствором. Полученные значения потенциала связывания радиоцезия (Radiocaesium Interception Potential, RIP(K)), характеризующего способность материала селективно сорбировать  $^{137}\text{Cs}$ , изменяются в интервале 3300–6700 ммоль/кг, значения коэффициента распределения ( $K_d$ ) составляют порядка  $10^4$  л/кг, что свидетельствует о высокой сорбционной способности сорбентов на основе ГСШ в отношении  $^{137}\text{Cs}$ .

Таким образом, благодаря наличию в составе ГСШ таких алюмосиликатов, как иллит и монтмориллонит, высокой дисперсности и развитой пористой структуре образцы сорбентов, полученные на основе ГСШ, обладают высокими сорбционными свойствами по отношению к  $^{137}\text{Cs}$  и др. радионуклидам. Наличие на территории

Беларуси больших объемов ГСШ позволяет рассматривать данные промышленные отходы как перспективный источник дешевого техногенного сырья для получения сорбентов радионуклидов.

## **ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ РЕГУЛИРОВАНИЯ И ФИНАНСИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В РОССИЙСКИХ РЕГИОНАХ**

### **PROBLEMS OF THE ORGANIZATION OF REGULATION AND FINANCING OF ECOLOGICAL ACTIONS IN THE REGIONS OF THE RUSSIAN**

**Т. И. Либерман**  
**T. Liberman**

*ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы  
при Президенте Российской Федерации», Липецкий филиал  
г. Липецк, Российская Федерация  
Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Lipetsk branch  
Lipetsk, Russia*

Анализируются показатели состояния природной среды. Исследуются проблемы экономического регулирования природоохранной деятельности в регионе.

The article contains analysis of indicators of the state of the natural environment. The author researched problems of economic regulation of nature protection activities in the region.

*Ключевые слова:* природоохранные мероприятия, финансирование, регулирование.

*Keywords:* nature protection actions, financing, regulation.

В соответствии с экологическим рейтингом, составленным экспертами общественной организации «Зеленый Патруль» в 2015 году, ни один регион России не признан экологически благополучным. Сравнительно благополучными признаны 9 субъектов РФ. Их благополучное эксперты обосновывают тем, что эти регионы в основном аграрные. На основании исследования материалов Росстата за 2015 год выявлены 60 самых грязных городов. Город Липецк по годовому объему выбросов в атмосферу в этом рейтинге занимает 6 место.

Сложная экологическая обстановка в российских регионах объясняется в том числе и нерешенными проблемами в организации регулирования и финансирования экологических мероприятий. Наиболее значимые из них: ограниченность информации о состоянии окружающей среды, недостаточность применения экономических инструментов стимулирования природоохранной деятельности, ограниченность контроля государства за рациональным природопользованием. [1]

Экономическое регулирование природоохранной деятельности в регионе РФ предполагает решение задач: обеспечение адекватного бюджета финансирования охраны окружающей среды, обеспечение зависимости размеров платы за выбросы загрязняющих веществ от их объема и опасности для окружающей среды и населения, применение налоговых и других финансово-экономических инструментов. Реализовать в полной мере региональную экономическую политику в области рационального природопользования препятствует также финансовая зависимость регионов от федерального центра. Региональная власть практически не может влиять на выбор направлений государственных программ. Для поддержания положительного рейтинга и привлечения в экономику необходимых ресурсов субъект РФ вынужден участвовать в реализации тех программ, которые утверждены на федеральном уровне власти. [2]

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Шумских, Т. И. Влияние механизма бюджетного федерализма на решение региональных проблем: дис. канд. эконом. наук / Т. И. Шумских. – Липецк, 2003.
2. Либерман, Т. И. Реализация федеральных целевых программ: проблемы методики и практики / Т. И. Либерман // Ученые записки Санкт-Петербургского университета технологий управления и экономики. – 2014. – № 3 (47). – С.5–12.

# ПОЛИГОН ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА ЖОДИНО КАК ИСТОЧНИК ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

## SOLID MUNICIPAL WASTE LANDFILLS IN ZHODINO CITY AS THE SOURCE OF IMPACT ON THE ENVIRONMENT

*Н. А. Лысухо, С. С. Позняк, Ю. В. Жильцова, О. М. Конопелько*  
*N. Lysukha, S. Pazniak, Y. Zhiltsova, O. Konopelko*

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
nlyukha@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Полигоны твердых коммунальных отходов (ТКО) являются потенциальными источниками загрязнения окружающей среды. В зависимости от условий размещения площадки полигона, его обустройства, условий эксплуатации, номенклатуры захораниваемых отходов степень воздействия очень различается. Обследование и оценка экологического состояния полигона ТКО г. Жодино свидетельствует о его негативном влиянии на компоненты природной среды.

Solid municipal waste (SMW) landfills are potential sources of environmental pollution. Depending on the conditions of landfill site location, its arrangement, operating conditions, nomenclature of buried waste, the degree of impact is vary significantly. Survey and evaluation of the ecological state of Zhodino SMW show its negative impact on the components of natural environment.

*Ключевые слова:* твердые коммунальные отходы, отходы производства, полигон ТКО, воздействие на окружающую среду, загрязнение, растительность.

*Keywords:* solid municipal waste, production waste, SMW landfill, environmental impact, pollution, vegetation.

Полигон ТКО г. Жодино расположен в 10 км от города, в 1 км восточнее д. Белая Лужа, слева от магистрали Минск–Москва. До ближайшего источника хозяйственно-питьевого водоснабжения 1 км – это колодцы д. Белая Лужа. В пределах санитарно-защитной зоны – пахотные земли, граничащие с полигоном на юге, и лесонасаждения. Под полигон отведено 6 га земли, из них 3,11 га – под 4 карты для размещения отходов. Проектная вместимость полигона – 328,091 тыс. м<sup>3</sup>, проектный срок эксплуатации – 25 лет.

Площадка полигона характеризуется следующими геолого-гидрогеологическими условиями:

- флювиогляциальные надморенные отложения времени отступления сожского ледника, вскрытой мощностью 1,3–8 м, представлены песками от пылеватых до средних;
- моренные отложения – супеси с включениями гравия (до 10 %), с тонкими линзами и прослойками песков, мощность отложений от 0,8 до 4 м;
- флювиогляциальные межморенные отложения представлены песками пылеватыми, мелкими, хорошо отсортированными.

Гидрогеологические условия площадки – «верховодка» носит сезонный характер в песчаных грунтах, вскрыта на глубинах 1,2–3,5 м. Грунтовые воды залегают на глубинах 2,2–3,5 м. Направление грунтового потока юго-западное, учитывая разгрузку вод в сторону р. Плиса и местные особенности рельефа. Межпластовые воды приурочены к горизонту водно-ледниковых отложений днепровско-сожского возраста, воды безнапорные, залегают на глубинах 4,6–7,3 м.

В основании полигона имеется обустроенный противодиффузионный экран из полиэтиленовой пленки, полигон обвалован.

Для контроля качества подземных вод создана сеть из трех режимно-наблюдательных скважин на юге, западе и севере полигона. Локальный мониторинг подземных вод осуществляется только по одной скважине. Поверхностные водные источники в пределах объекта отсутствуют.

Отходы на полигон вывозятся с 2005 г. Ежегодно на полигон поступает около 90 тыс. м<sup>3</sup> отходов, из них примерно 30 % – отходы производства. Складирование отходов осуществляется в установленном порядке с послойной подсыпкой грунта. Наши расчеты показали, что на полигоне за 11 лет эксплуатации накоплено примерно 240 тыс. м<sup>3</sup> отходов (примерно 70 % от проектной вместимости).

Для оценки воздействия полигона на подземные воды и почвы нами были отобраны пробы воды из имеющихся наблюдательных скважин, пробы почв. Анализ проб воды показал, что содержания основных компонентов и микроэлементов ниже ПДК. Наибольшего загрязнения следует ожидать в юго-западном направлении от полигона (по потоку грунтовых вод), скважина на этом направлении отсутствует.



Анализ проб почв (определялись валовые содержания химических элементов) показал, что количество никеля, марганца, кобальта, ванадия, титана, циркония превышают средние значения по Беларуси и заметно превышают ПДК. Содержание хрома и цинка превышает ПДК, но близко к средним значениям по Беларуси. Велико содержание железа.

Особое внимание нами было уделено оценке состояния растительности в зоне воздействия полигона ТКО, поскольку подобные исследования в Беларуси единичны [1], немногочисленны и в России [2–3]. Перед нами стоят две задачи в данной части исследования: выбор растений-биоиндикаторов антропогенного загрязнения и выбор растений, пригодных для биологического этапа рекультивации полигонов ТКО.

Анализ показал, что вблизи полигона ТКО преобладают семейства мятликовые, астровые, кипрейные и гречишные. Морфофизиологический статус растений был в норме: отсутствовали отклонения в развитии, угнетенность, карликовость, гигантизм. Средняя численность растений при удалении от объекта на 10 м составила 161,9 шт./м<sup>2</sup>, на 250 м – 34,1 шт./м<sup>2</sup>, на 500 м – 15,6 шт./м<sup>2</sup>, на 750 м – 12,0 шт./м<sup>2</sup>, то есть снижалась по мере удаления в 4,7; 10,4 и 13,5 раза соответственно. Нами было отобрано 90 проб растений, аналитические исследования в настоящее время проведены по 13 пробам. Окончательные выводы можно будет сделать по завершении и обобщении данных аналитических исследований проб растений. Однако уже сейчас можно представить распределение микроэлементов в тканях растений в виде ряда: Fe > Zn > Cu > Sr > Pb. Минимальным содержанием цинка, свинца и стронция характеризуются пырей ползучий и папоротник. Максимальное содержание указанных микроэлементов обнаружено в просе курином, чернике и костянике.

Проведенное обследование показало, что полигон ТКО г. Жодино является не потенциальным, а реальным источником воздействия на окружающую среду.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ковальчик, Н. В. Ландшафтно-геохимическое обоснование размещения полигонов твердых отходов на территории Беларуси : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.11 / Н. В.Ковальчик ; Бел. госуд.ун-т. – Минск, 2000. – 17 с.
2. Подлипский, И. И. Эколого-геологическая характеристика полигонов бытовых отходов и разработка рекомендаций по рациональному природопользованию : автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук : 25.00.36 / И. И. Подлипский ; Санкт-Петерб. ун-т.– СПб., 2010.– 22 с.
3. Комбарова, М. М. Определение резистентности растений к фильтрационным водам полигона твердых бытовых отходов / М. М. Комбарова, Е. В. Грачева // Вестник Перм нац. исслед. политехнич. ун-та.– 2013. – № 11.– С. 48–59.

## АНАЛИЗ СБОРА ОТХОДОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ УП «БЕЛВТИ-РЕГИОН» ПОЛОЦК

## ANALYSIS OF THE COLLECTION OF WASTES FROM ELECTRIC AND ELECTRONIC EQUIPMENT UP «BELVTI – REGION» POLOTSK

**Н. А. Лысухо, Ю. Н. Малашенко**

**N. Lysukha, J. Malashenko**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*nlysukha@mail.ru*

*Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Одним из приоритетных направлений в области обращения с отходами во всем мире становится сбор и переработка отходов электрического и электронного оборудования. Данное направление деятельности в нашей республике относительно новое, система сбора создается и развивается. Поэтому реальные объемы образования электронных отходов выше, чем фактически собираемые. В работе выполнена предварительная оценка возможных объемов сбора электронных отходов исходя из статистических данных о производстве, импорте, экспорте электрического и электронного оборудования.

One of the priorities in the field of waste management around the world is the collection and recycling of waste electrical and electronic equipment. This line of activity in our republic is relatively new, the collection system is being created and developing. Therefore, the actual volumes of electronic waste generation are higher than those actually collected. Preliminary estimation of possible volumes of electronic waste collection based on statistical data on production, import and export of electrical and electronic equipment.

*Ключевые слова:* отходы, твердые коммунальные отходы, электрическая техника, электронная техника, сбор, переработка.

*Keywords:* waste, solid municipal waste, electrical equipment, electronic equipment, collection, processing.

В докладе ЮНЕП «Глобальная экологическая перспектива – 5» (ГЕО 5) отмечается, что одной из приоритетных проблем обеспечения экологической безопасности является проблема электронных отходов [1]. По оценкам экспертов в мире ежегодно образуется 20–50 млн т. электронных отходов. Это наиболее быстро растущий поток отходов во всех странах. Так, в европейских странах доля отходов электрических и электронных приборов составляет 4–6 % в общем объеме твердых коммунальных отходов (ТКО), и по прогнозам эта доля будет увеличиваться на 3–5 % ежегодно [2]. Большое значение данным отходам придается как в связи с тем, что они содержат опасные компоненты (свинец, ртуть и др.), так и потому, что из них можно извлечь вторичные материальные ресурсы (стекло, пластмассы, драгоценные металлы и др.). В [1] ставится задача в рамках Директивы ЕС по управлению отходами электрического и электронного оборудования увеличения объема переработки данных отходов с 34 % (в 2012 г.) до 65 % – в 2020 г.

В Беларуси в последние годы данная проблема также становится приоритетной в области управления отходами. Национальными стратегиями устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года и на период до 2030 г. предусматривается внедрение и совершенствование раздельного сбора и сортировки ТКО и вовлечение в систему сбора даже мелких населенных пунктов, а также развитие технологий по восстановлению (извлечению) редких и ценных металлов из отходов электрического и электронного оборудования и устройств. В республике уже создана и развивается сфера сбора и переработки электронных отходов. Лидером в области сбора и переработки электронных отходов в Беларуси является ОАО «БелВТИ», имеющее ряд региональных представителей. Так, **унитарное предприятие «БелВТИ-регион»** (Полоцк, Витебск) является одним из них. Предприятие зафиксировано в реестре организаций, осуществляющих сбор, сортировку, подготовку к обезвреживанию и (или) использованию вторичных материалов ресурсов. Предприятием организована собственная система сбора электрического и электронного оборудования, элементов питания (батареек), ламп ртутьсодержащих, утративших свои потребительские свойства. Имеет производственный участок по переработке техники и оборудования, утративших свои потребительские свойства, зарегистрированный в установленном порядке в реестре объектов по использованию отходов, а также лицензию на переработку лома и отходов драгоценных металлов, образующихся при переработке отходов электрического и электронного оборудования с целью извлечения драгоценных металлов и их дальнейшей поставки в Государственный фонд драгоценных металлов и драгоценных камней Республики Беларусь.

По данным УП «БелВТИ-регион» (Полоцк) в 2015 г. предприятием было собрано 181,998 тонн отходов электрического и электронного оборудования, из них 75 % – от населения, остальные – от юридических лиц. В 2016 г. объем собранных отходов составил 303,889 тонн, что на 67 % больше, чем в 2015 г. Структура источников поступлений отходов несколько изменилась: доля населения в общем объеме собранных отходов сократилась до 67,1 %. Существенный рост объема сбора отходов за год свидетельствует о развитии системы сбора электронных отходов.

В то же время, по нашим предварительным оценкам, объемы сбора данных отходов должны быть больше. Анализ производства бытовой техники в республике показывает, что в год выпускается 899 тыс. холодильников и морозильников, 204 тыс. стиральных машин, 22 тыс. телевизоров [3]. Согласно [4], ежегодно населением по импорту приобретается 90,7 тыс. холодильников, 153,5 тыс. стиральных машин, 266,6 телевизоров. Одновременно республика экспортирует 765,2 тыс. холодильников и морозильников, 153,1 тыс. стиральных машин. При оценке мы также учитывали данные [4] по Витебской области (данные по районам отсутствуют) о наличии предметов длительного пользования (холодильников и морозильников, стиральных машин и телевизоров) – 145, 79 и 177 соответственно на 100 домашних хозяйств. Учитывая, что по ориентировочным оценкам [2] ежегодно выходит из эксплуатации примерно 150 тыс. холодильников, 260 тыс. телевизоров и 90 тыс. стиральных машин, а также приведенные выше статистические данные, мы можем сказать – ежегодный объем собираемых УП «БелВТИ-регион» (Полоцк) электронных отходов должен быть на 25–35 % больше, чем в 2016 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Глобальная экологическая перспектива Гео 5. Окружающая среда будущего, которое мы хотим [Электронный ресурс]: Программа ООН по окружающей среде, 2013. – Режим доступа: <http://www.unepcom.ru/publications/geo5.html>. – Дата доступа: 01.03.2017.

2. Критический анализ и оценка фактических данных по образованию твердых коммунальных отходов (ТКО) и их переработке для совокупности отходов всех видов и основных типов отходов: проекта ЕС/ПРООН «Содействие развитию всеобъемлющей структуры международного сотрудничества в области охраны окружающей среды в Республике Беларусь» № 00076991. – Минск, 2012. – Режим доступа: [www.greenlogic.by/content/files/Othody/Documents/Kriticheskij\\_analiz\\_final.pdf](http://www.greenlogic.by/content/files/Othody/Documents/Kriticheskij_analiz_final.pdf). – Дата доступа: 01.03.2017.

3. Промышленность Республики Беларусь: стат. сб. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Медведев [и др.]. – Минск, 2016. – 249 с.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ МЕТЕОУСЛОВИЙ И АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА ПРИЗЕМНЫЙ ОЗОН**

### **ADVANCED TECHNIQUE FOR STATISTICAL ASSESSMENT OF THE IMPACT OF WEATHER CONDITIONS AND ANTHROPOGENIC AIR POLLUTION ON SURFACE OZONE**

**А. М. Людчик<sup>1</sup>, П. Н. Павленко<sup>2</sup>**

**A. Liudchik, P. Paulenka**

<sup>1</sup>*Белорусский государственный университет,  
Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы,  
г. Минск, Республика Беларусь  
liudchikam@tut.by*

<sup>2</sup>*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
pavlenko\_pn@mail.ru*

<sup>1</sup>*Belarusian State University, National Ozone Monitoring Research Centre, Minsk, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

Обсуждаются некоторые аспекты совершенствования ранее разработанной статистической методики оценки роли погоды и антропогенного загрязнения воздуха в формировании наблюдаемых концентраций поверхностного озона.

Some aspects of improving previously developed statistical methodology for assessing the role of weather and anthropogenic pollution of the air in the formation of the observed surface ozone concentrations are discussed.

*Ключевые слова:* приземный озон, антропогенные загрязнители воздуха, климатическая норма, уравнение регрессии.

*Keywords:* surface ozone, anthropogenic air pollutants, climate normal, regression equation.

Несколько лет назад была предложена и опробована статистическая методика учета влияния метеоусловий и антропогенных загрязнителей воздуха на концентрацию приземного озона. Проведенные расчеты основывались на данных наблюдений пунктов контроля качества воздуха Гидромета в 4-х районах г. Минска, различающихся по степени антропогенного загрязнения.

Методика базируется на нескольких вполне обоснованных предположениях, допускающих дальнейшее уточнение, и сводится к определению коэффициентов уравнения регрессии, связывающего величину отклонения концентрации приземного озона от ее климатической нормы со значениями метеопараметров и концентрациями антропогенных загрязнителей воздуха. Расчеты показали хорошее соответствие с результатами наблюдений в г. Минске. Однако предпринятые попытки описать поведение приземного озона в других регионах Беларуси были менее удачными. Возможными причинами являются несовершенство методики и программного обеспечения, а также неполнота исходных данных обо всех используемых для расчетов метеопараметрах.

Дальнейшее развитие предложенного подхода заключается в расширении базы данных за счет наблюдений за погодой и загрязнением воздуха в других городах, более тщательном предварительном анализе и отборе качественных наблюдений и получении климатических норм всех метеорологических параметров, включенных в число объясняющих переменных уравнения регрессии.

Следует отметить, что главной задачей проводимого в НИИЦ МО исследования климатологии приземного озона является подтверждение гипотезы об однородности поля приземного озона в пределах одной воздушной массы. Это значит, что концентрации озона на территории республики должны в большинстве случаев (за исключением случаев прохождения атмосферных фронтов) быть близкими, если из зарегистрированных значений исключить влияние различающихся метеорологических условий и уровней антропогенного загрязнения воздуха в местах наблюдений. Именно с этой целью и разрабатывалась статистическая методика оценки роли метеоусловий и антропогенного загрязнения воздуха в формировании наблюдаемой концентрации приземного озона, а сейчас осуществляется модернизация методики.

Детально обсуждаются изменения в структурах программ, потребовавшиеся вследствие существенного расширения базы исходных данных за счет наблюдений в регионах. Приведена также информация о деталях методики предварительного анализа и отбраковки наблюдений и структуре файлов с исходной информацией.

**АНАЛИЗ МЕТОДА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО  
ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «МЭТЗ ИМ. В. И. КОЗЛОВА»**  
**ANALYSIS OF THE METHOD OF WASTEWATER TREATMENT GALVANIC  
PRODUCTION AT MINSK ELECTROTECHNICAL PLANT  
NAMED AFTER V.I. KOZLOV, JSC**

**О. А. Малуха, К. М. Мукина**  
**O. Maluha, K. Mukina**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ*  
*г. Минск, Республика Беларусь*  
*6812808@gmail.com*  
*Belarusian State University, ISEI BSU,*  
*Minsk, Republic of Belarus*

На предприятии одним из источников загрязнения окружающей среды является гальваническое производство. Анализ методов очистки сточных вод гальванического производства показал, что наиболее эффективными являются электрохимический, реагентный и ионитовый методы.

One of the important environmental aspects of the company is the discharge of waste water electroplating. Analysis of wastewater treatment in electroplating industry showed that the most effective are electrochemical, reagent and ion-exchange methods.

*Ключевые слова:* гальваническое производство, сточные воды, реагентный метод, электрохимический метод.

*Keywords:* electroplating, waste water, chemical method, electrochemical method.

ОАО «МЭТЗ ИМ. В. И. КОЗЛОВА» относится к предприятиям электротехнической промышленности и специализируется на выпуске силовых трансформаторов различных типов, комплектных трансформаторных подстанций и распределительных устройств, многоцелевых трансформаторов, трансформаторов тока, комплектных распределительных устройств, а также широкого ассортимента товаров народного потребления.

Цель данной работы заключается в анализе метода очистки сточных вод гальванического производства на предприятии ОАО «МЭТЗ ИМ. В. И. КОЗЛОВА» и анализе существующих методов очистки.

На предприятии ОАО «МЭТЗ ИМ. В. И. КОЗЛОВА» одним из источников загрязнения окружающей среды является гальваническое производство. Главным образом оно воздействует на поверхностные и подземные водоемы, ввиду образования большого объема сточных вод, содержащих вредные примеси тяжелых металлов, неорганических кислот и щелочей, поверхностно-активных веществ и других высокотоксичных соединений. Также гальваническое производство воздействует на атмосферный воздух, при нанесении покрытия из гальванических ванн выделяется натрий гидроксид, гидрохлорид, серная кислота, азот (IV) оксид, азотная и серная кислоты.

Если за основу классификации методов очистки сточных вод принять преобладающий процесс (или основное устройство) того или иного метода, то их можно разбить на семь групп: механические, химические (реагентные), коагуляционно-флотационные, электрохимические, сорбционные, мембранные, биологические.

На предприятии ОАО «МЭТЗ ИМ. В. И. КОЗЛОВА» используют реагентный метод очистки сточных вод гальванического производства. В основе процесса обезвреживания стоков, содержащих соединения шестивалентного хрома лежит химическая реакция между ионами хромата и двухвалентного железа. С целью достижения наилучших показателей очистки сточных вод рекомендуется использовать гидроксид натрия (NaOH), поскольку он обладает высокой реакционной способностью. После очистки сточных вод гальванического производства на локальных очистных сооружениях очищенная вода поступает в заводскую канализационную сеть с последующим сбросом в хозяйственно-фекальную канализацию г. Минска. Образовавшийся осадок поступает в осадкоуплотнители и после собираются в мешки. По мере накопления мешки с обезвоженным осадком очистных сооружений гальванических производств передаются в транспортный цех (цех № 1) для дальнейшей транспортировки к месту переработки, в соответствии с заключенным договором.

Анализ существующих методов очистки сточных вод гальванического производства показал, что наиболее эффективным методами являются электрохимический, реагентный и ионообменный. Реагентный метод используемый на предприятии ОАО «МЭТЗ ИМ. В. И. КОЗЛОВА» является наиболее универсальным, а также простым в использовании.



# АНАЛИЗ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОАО «МОЗЫРСКИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД»

## ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION ON JSC «MOZYR OIL REFINERY»

***В. В. Матюшенко, А. С. Родькин***  
***V. Matsiushenka, A. Rodzkin***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ  
г. Минск, Республика Беларусь  
rodzkin@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Мозырский нефтеперерабатывающий завод является одним из наиболее значимых предприятий в Республике Беларусь, осуществляющих выбросы в окружающую среду. Поэтому ОАО «Мозырский НПЗ» прилагает много усилий по снижению вредного воздействия на окружающую среду.

Mozyr Oil Refinery is one of the most important companies in the Republic of Belarus, carrying out environmental emissions. Therefore, JSC “Mozyr Oil Refinery” carries a lot of effort to reduce the harmful effects on the environment.

*Ключевые слова:* система управления окружающей средой, обращение с отходами.

*Keywords:* environmental management system, waste management.

ОАО «Мозырский НПЗ» сегодня является динамично развивающимся предприятием, одним из крупнейших экспортеров и налогоплательщиков Республики Беларусь. Успешная работа завода на мировом рынке обеспечена проведением реконструкции и модернизации действующего производства, строительства новых объектов для выпуска продукции, соответствующей европейским стандартам. В то же время ОАО «Мозырский НПЗ» ведет открытую экологическую политику и заявляет о своем стремлении при производстве качественной экологически чистой продукции снизить воздействие на окружающую среду.

Для подтверждения экологической направленности при осуществлении производственной деятельности в 2003 году была внедрена система управления окружающей средой ОАО «Мозырский НПЗ» (далее – СУОС). В том же году соответствие СУОС требованиям международного стандарта ISO 14001-2004 и национального стандарта СТБ ИСО 14001-2005 было подтверждено аккредитованными на экологическую сертификацию организациями. Срок действия экологического сертификата составляет 3 года (с учетом подтверждения эффективности функционирования СУОС надзорными аудитам, проводимыми ежегодно после выдачи сертификата). После окончания срока его действия проводится повторная сертификация (ре-сертификация). В ОАО «Мозырский НПЗ» срок действия экологического сертификата не прерывался с 2003 года, что является подтверждением безупречной репутации завода при выполнении природоохранного законодательства.

В соответствии с разработанными документированными процедурами постоянно проводится анализ воздействий на окружающую среду, называемых экологическими аспектами. К воздействиям на окружающую среду относятся сбросы сточных в р. Припять, потребление водных ресурсов, выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, образование отходов, загрязнение почв и подземных вод, возможность возникновения чрезвычайных ситуаций. Категория важности экологических аспектов определяется исходя из масштаба воздействия на окружающую среду, вероятности или продолжительности воздействия, степени серьезности последствий или опасности для окружающей среды, требований заинтересованных сторон и природоохранного законодательства. На каждый из важных экологических аспектов в обязательном порядке разрабатываются и внедряются мероприятия по рациональному использованию природных ресурсов, снижению выбросов, сбросов загрязняющих веществ, образованию отходов, загрязнений почвы, использованию опасных веществ.

Так, к примеру, если анализировать деятельность по обращению с отходами, можно смело говорить, что проводится большая работа по сокращению образования отходов, а также по их переработке.

Значительная часть отходов, образующихся в ОАО «Мозырский НПЗ», передается на захоронение на полигон твердых бытовых отходов КЖУП «Мозырский Райжилкомхоз». Вторичные материальные ресурсы (стекло, деревянные отходы, пластмасса) собираются отдельно для последующей передачи по договорам на дальнейшее использование.

Ранее накопленные строительные отходы хранятся на полигоне твердых бытовых отходов и площадке цеха № 15 для последующей переработки на собственной дробильной установке. В 2016 году было переработано 21,3 тыс. тонн ранее накопленных строительных отходов.



Постоянно проводятся соответствующие мероприятия, направленные на уменьшение количества отходов, а именно:

- вовлечение во вторичное использование отходов, переработка строительных отходов на дробильной установке, переработки нефтесодержащих отходов на установке по переработке нефтесодержащих отходов;
- акцентированное обучение персонала, увеличение количества проверок по отходам в рамках ПЭК, закупки дополнительного количества контейнеров, поиск оптимальных решений для организации мест временного хранения отходов, препятствующих возможным нарушениям по отдельному сбору отходов.

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН МИНСКА ECOLOGICAL CONDITION OF CENTRAL GREEN ZONES OF MINSK

**В. В. Махнач**

**V. Makhnach**

*Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
vova2003@tut.by  
Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus*

Приведены данные экологического мониторинга парков и зеленых коридоров Минска деревьями лишайников и хвойных деревьев. В примерах проиллюстрированы показатели загрязнения и проблемы благоустройства Минска.

Data of environmental monitoring parks and green corridors of Minsk by lichens and conifers trees are given in the theses. Indicators of pollution and problems of landscaping of the Minsk are illustrated in the examples.

*Ключевые слова:* экологическое состояние, зеленая зона, лишайник.

*Keywords:* ecological condition, green zone, lichen.

Современный город – большая экосистема, в которой зеленая зона играет важную экологическую роль. Также она способствуют сплочению городского населения и повышению качества его жизни [И. Ю. Нагибина, 2014]. Минск – «зеленый город», однако биологический мониторинг указывает на серьезные экологические проблемы.

Сами минчане указывают на проблемы зеленых зон Минска: уменьшается количество зеленых насаждений (18,43 м<sup>2</sup>/чел), мало уюта в парках, по данным Мингорисполкома 644 тыс. человек проживают в условиях дефицита насаждений общего пользования (УИР Мингорисполкома 2008 г.), структура ландшафтно-рекреационного комплекса города организована неравномерно.

Целью исследования стало выявление скрытых экологических угроз методами биоиндикации и их влияние на биологические организмы. Площадками для исследования выступили парки, скверы и зеленые коридоры центральной части города Минска.

Лишайники Минска центральных зеленых зон представлены пятью семействами *Teloschistaceae* (*Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.), *Parmeliceae* (*Melanelixia subargentifera* (Nyl.) O. Blanco), *Physciaceae* (*Physciaceae caesia* (Hoffm.) Fürm., *Physciaceae stellaris* (Ach.) Nyl., *Physciaceae aipolia* (Ehrh. ex. Humb.), *Physconia distorta* (With) Y. R. Lamdon), *Sreorecanlaceae* (*Lepraria* sp.), *Lecanoraceae* (*Candelana covcolor* (Picks) Stein M. C.).

Качество воздуха оценивалось по проективному покрытию стволов деревьев лишайниками (методика Е. И. Егоровой, 2007). Выделено 4 зоны по степени загрязнения: 1-я зона загрязнения  $C_{SO_2} = 0,3-0,5$  мг/м<sup>3</sup> (парк им. Горького), 2-я зона загрязнения  $C_{SO_2} = 0,1-0,3$  мг/м<sup>3</sup> (Михайловский сквер, Александровский сквер, парк им. Горького), 3-я зона загрязнения  $C_{SO_2} = 0,05-0,1$  мг/м<sup>3</sup> (набережная р. Свислочь в районе ул. Красноармейской и Пулихова), 4-я зона загрязнения  $C_{SO_2} = 0,01-0,05$  мг/м<sup>3</sup> (парк 40-летия Октября, парк Победы). Полученные данные сопоставимы со схемой зонирования Минска по лихеноиндикационным исследованиям [А. С. Шуканова и Г. Ф. Рыковского, 1986], однако имеются и положительные экологические сдвиги.

Об антропогенной нагрузке можно судить по классам палеотолерантности лишайников (Х.Х. Трасс, 1985) от V до IX, что соответствует умеренному и сильному антропогенному преобразованию мест обитания лишайников.

Тревогу вызывают данные биоиндикации сосновых – в парках г. Минска часто отмечаются некрозы хвои третьей степени, что показывает сильное химическое загрязнение воздуха и твердые компоненты (пылевое) загрязнения.

Городские власти стараются выдерживать норматив 60 % площади озеленения с шириной зоны около 300 м. Утрачены категории ценности насаждений и при восстановлении происходит обеднение парковой флоры и флоры зеленых коридоров города (туи декоративные заменяются на иргу или др. виды).

Отмечается перегруженность парковых зон, что требует создание дополнительных зеленых зон рекреации в пределах г. Минска.

# УПРАВЛЕНИЕ ДРЕВЕСНЫМИ ОТХОДАМИ РЕГИОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРТНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

## MANAGEMENT OF WOOD WASTE OF THE REGION WITH THE USE OF EXPERT INFORMATION SYSTEMS

**С. О. Медведев**  
**S. Medvedev**

*Лесосибирский филиал ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет  
имени академика М. Ф. Решетнева»,  
г. Лесосибирск, Российская Федерация  
medvedev\_serega@mail.ru  
Lesosibirsk branch of Siberian State Aerospace University, Lesosibirsk, Russia*

Показана необходимость использования современных экспертно-информационных систем для решения проблем, связанных с управлением отходами в регионах.

Need of use of modern expert information systems for the solution of the problems connected with waste management in regions is shown in the article.

*Ключевые слова:* экспертно-информационная система, эффективность, управление отходами, переработка.

*Keywords:* expert-information system, efficiency, waste management, processing.

Для значительной части видов антропогенного воздействия человечество либо уже предъявило меры решения по их сокращению, нейтрализации и утилизации, для некоторых – еще ведет поиск. Важным в данном аспекте выступает привлечение широкого круга заинтересованных сторон и всех возможных ресурсов. Природа, экология, здоровье и чистота государства и общества являются первоочередными задачами и приоритетами развития всех развитых государств. К данным проблемам привлекаются ведущие эксперты, научные центры, сообщества ученых и активистов. Управление отходами должно и может осуществляться централизованно и именно объединение всех вовлеченных сторон на базе одной площадки видится тем инструментом, который способен привести к существенному продвижению в решении заявленной проблемы.

Одним из видов отходов, который может послужить отправной точкой в современном подходе к решению вопросов экологии, являются древесные отходы. Это уникальное биологическое сырье, которое выступает и как отход от различных видов деятельности (от лесозаготовки, до глубокой переработки сырья), и как вторичный ресурс. При этом его вторичное использование может принести гораздо большую экономическую выгоду, нежели первоначально получаемые продукты. Практика использования данного отхода в различных регионах России показывает, что эффективно используется не более чем 50 % от биомассы заготавливаемого дерева. Лишь крупные перерабатывающие комплексы способны эффективно использовать поступающее сырье и минимизировать отходы. Для эффективного управления древесными отходами в регионах предлагается организация единого центра, объединяющего ведущих экспертов в области использования древесных ресурсов, современное оборудование, программное обеспечение и объемные базы данных о действующих производствах и особенностях их технологического процесса. Управление материальными потоками древесных отходов (ресурсов), осуществляемое такими экспертно-информационными системами не только приведет к сокращению объемов отходов, но и существенно повысит экономическую эффективность лесной отрасли. Полученные же и апробированные результаты будут транспонироваться и на другие отрасли и управление их отходами производств.

Исследование выполнено при поддержке краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках участия в 17-й международной научной конференции «Сахаровские чтения 2017 года: экологические проблемы XXI века».

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Медведев, С.О.* Экспертно-информационные системы как инструмент повышения эффективности переработки отходов производства и потребления / С. О. Медведев, Ю. А. Безруких // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2015. – № 4. – 13 с.

## СОСТОЯНИЕ САМШИТА КОЛИДСКОГО В ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

### STATUS OF BUXUS COLCHICA IN WESTERN GEORGIA

**К. Г. Мемарне, Л. А. Горгиладзе, Н. Д. Ломтатидзе, Г. В. Мепаришвили**  
**K. Memarne, L. Gorgiladze, N. Lomtadidze, G. Meparishvili**

Батумский государственный университет им. Шота Руставели,  
г. Батуми, Грузия  
qetevanmemarne@gmail.com  
Batumi Shota Rustaveli State University,  
Batumi, Georgia

Блукс, вызванный *Cylindrocladium buxicola*, был впервые обнаружен в 2010 г. на заводах *Buxus colchica* на территории Национального парка Мтирала, Грузия, а также насекомого-вторжения *Cydalima perspectalis* в Западной Грузии в 2014 г.

Buxus blight caused by *Cylindrocladium buxicola* had been firstly found in 2010 on the plants of *Buxus colchica* on the territory of Mtirala National park, Georgia as well as invasion insect – *Cydalima perspectalis* in Western Georgia in 2014.

*Ключевые слова:* Самшит колхидский, ожог самшита, самшитовая огневка, *Cydalima perspectalis*, *Cylindrocladium buxicola*.

*Keywords:* *Buxus colchica*, Buxus blight, *Cylindrocladium buxicola*, *Cydalima perspectalis*.

Самшит колхидский (*Buxus colchica*) Pojark. – реликт третичного периода, являющийся эндемиком колхидской флоры, охраняемой в Грузии и в мировом масштабе IUCN status Global Red list assessment: Category CR; Criteria String: A1a; B1b (i) как вид, находящийся под угрозой исчезновения.

В Грузии отмечено массовое засыхание колхидского самшита на всем ареале его природного распространения. Создавшаяся ситуация была оценена научными, государственными и общественными организациями Грузии как экологическая катастрофа, причинами которой являются *ожог самшита* и *самшитовая огневка*.

В начале ноября 2010 г. на территории Национального парка Мтирала на растениях *Buxus colchica* нами впервые был зафиксирована болезнь – ожог самшита, вызванный патогенным грибом *Cylindrocladium buxicola* (syn. *C. pseudonaviculatum*; teleomorph *Calonectria pseudonaviculata*).

Нами было установлено, что этот патоген не требователен к температурному режиму. Уже при +5 °С конидии грибка начинают прорастать. При благоприятных условиях спорам гриба достаточно не более 5 часов после проникновения, чтобы прорасти и дать начало мицелию, а уже через 48 часов появляются конидии, которые являются новым источником инфекции.

В 2014 г. в природных насаждениях самшита колхидского в западной Грузии впервые был выявлен инвазионный вид – самшитовая огневка (*Cydalima perspectalis*). Степень повреждения колебалась от начальной до сильной. Основными кормовыми растениями *Cydalima perspectalis* являются разные виды самшита (*Buxus* spp.). При сильном объедании листьев гусеницы питаются корой молодых побегов самшита и тем самым препятствует образованию молодых листьев, являясь причиной гибели растений.

Ежегодно на территории Аджарии проводится комплексное обследование лесов самшита колхидского. В 2015–2016 гг. было выявлено практически повсеместное поражение растений самшита независимо от возраста. Наибольшее распространение заболевания приходится на растения, произрастающие в понижениях рельефа, загущенных участках леса и вдоль маршрутных троп.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕНОСА  
СОЛЕЙ ПОЧВ ПРОВИНЦИИ АКСАРАЙ (ТУРЦИЯ):  
ПО ДАННЫМ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ**

**DETERMINATION OF HYDRO-CHEMICAL PARAMETERS  
OF THE MIGRATION OF SALTS IN SOILS OF THE PROVINCE AKSARAY (TURKEY):  
ACCORDING TO LABORATORY AND FIELD EXPERIMENTS**

**Ф. Д. Микаилсой<sup>1</sup>, С. А. Дурсун<sup>2</sup>**  
**F. Mikailsoy<sup>1</sup>, S. Dursun<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Университета «Ыгдыр» 760000,  
г. Ыгдыр, Турция

<sup>2</sup>Университет «Аксарай», 68000,  
г. Аксарай, Турция  
fariz.m@igdir.edu.tr

<sup>1</sup>Iğdir University, 76000,  
Iğdir, Turkey.

<sup>2</sup>Aksaray University, 68000,  
Aksaray, Turkey

Цель данной работы: определение значения гидрохимических параметров – коэффициенты конвективной диффузии  $D$  и гидродинамическая дисперсия  $\lambda$  на основе использования результатов промывок в лабораторных и полевых условиях с использованием нами разработанной методики, основанной на среднеинтегральном решении обратных задач уравнения солепереноса.

This work is devoted to the determination of values of the hydro-chemical parameters – of the convective diffusion coefficient  $D$  and hydrodynamic dispersion through the use of leaching results in laboratory and field conditions for the soils of Aksaray Province (Turkey) with the usage of our own methods, based on the average integral solution of inverse problems for the equation of salt transfer.

*Ключевые слова:* гидрохимический параметр, коэффициент конвективной диффузии, гидродинамическая дисперсия, лабораторный и полевой опыт.

*Keywords:* hydrochemical parameter, coefficient of convective diffusion, hydrodynamic dispersion, laboratory and field experience.

Практическая ценность и достоверность решения задач солепереноса в почвогрунтах в значительной степени зависит от точности определения опытных гидрохимических параметров, являющихся коэффициентами дифференциальных уравнений геохимической гидродинамики, описывающих рассматриваемые процессы. Безусловно, важное значение здесь имеет также выбор математической модели солепереноса, дающей удовлетворительное описание изучаемых явлений. Использование грубых представлений может привести к неконтролируемым ошибкам, что, очевидно, отрицательно скажется на качестве прогноза солевого режима орошаемых массивов. Поэтому установление гидрохимических параметров имеет чрезвычайно важное значения и является одной из важнейших задач экспериментально-теоретических исследований.

Известно, что при фильтрации воды в засоленных почвогрунтах основными параметрами, характеризующими перенос растворенных солей и кинетику массообмена, являются коэффициенты конвективной диффузии  $D$  и гидродинамическая дисперсия  $\lambda$ , коэффициенты скорости растворения  $\gamma$  и обмена  $\beta$ , скорость фильтрации  $v$  и пористость.

Нахождение гидрохимических параметров  $D$ ,  $\lambda$ ,  $\gamma$  и  $\beta$ , в основном сводится к решению обратной задачи солепереноса, то есть по известному решению краевой задачи солепереноса и результатам экспериментов находятся эти параметры. Для промывок засоленных водонасыщенных почв они изложены в ряде работ (Н. Н. Веригин, С. Ф. Аверьянов, И. П. Айдаров, А. А. Алексашенко, Д. Ф. Шульгин, А. А. Мустафаев, Л. Б. Дворкин, Л. М. Рекс, Н. П. Куранов, В. Е. Клыков и др.).

В результате дальнейших исследований (Я. А. Пачепский, Ф. Д. Микайылов) выяснилось, что существующие методы определения параметров, особенно для условий нестационарного режима, разработаны недостаточно. Как было доказано в этих публикациях, необходимо разработать методы для определения параметров модели солепереноса по среднему засолению промываемой толщи почвогрунтов до и после промывки. Обоснованием преимущества этих методов определения параметров модели солепереноса может служить более низкая статистическая вариабельность среднего по толще засоления, по сравнению с засолением на конкретной глубине  $x = x_1$ .

**СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ  
В УЧРЕЖДЕНИИ ОБРАЗОВАНИЯ «МЕЖДУНАРДНЫЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А. Д. САХАРОВА»  
БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**CREATING OF WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN INTERNATIONAL SAKHAROV  
ENVIRONMENTAL INSTITUTE OF BELARUSIAN STATE UNIVERSITY**

***В. М. Мисюченко, Е. А. Любенкова***  
***V. Misiuchenka, E. Liubiankova***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
e.lubenkova@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Анализируется разработка необходимых документов в области обращения с отходами производства в учреждении образования, которые необходимы в соответствии с законодательством Республики Беларусь. Основные проблемы, которые были выявлены для создания системы обращения с отходами – идентификация отходов, определение организаций-переработчиков и мест временного хранения, назначение ответственных, определение транспортной единицы по каждому виду отходов.

In the work the development of all necessary documents in the field of waste management in the educational institution was analyzed. These documents are necessary in accordance with the legislation of the Republic of Belarus. The main problems that have been identified for the creation of waste management system are: waste identification, the definition of organizations for recycling and temporary storage sites, the designation of responsible persons, and the definition of the transport unit for each type of waste.

*Ключевые слова:* система обращения с отходами, инвентаризация, сбор, учет, временное хранение отходов, инструкция.

*Keywords:* waste management system, inventory, collection, accounting, temporary storage of waste, instruction.

Наличие нормативных документов по сбору, временному хранению, учету образующихся отходов производства является обязательным требованием законодательства Республики Беларусь в области обращения с отходами у юридических лиц и индивидуальных предпринимателей.

К началу 2017 года в учреждении образования собирались и передавались на захоронение коммунальные отходы, на обезвреживание – отработанные ртутьсодержащие лампы, сдавались черный и цветной металлолом, оборудование, содержащие драгоценные металлы и макулатура. Вопрос с некоторыми образующимися опасными отходами (пластики, отходы от обслуживания автотранспорта и пр.) и отдельными отходами производства (отходы кухонь, бытовой техники и оргтехники, бытового текстиля и пр.) не был решен.

В первую очередь была проведена инвентаризация отходов производства с целью четкой классификации образующихся в результате хозяйственной деятельности отходы. Было идентифицировано 34 вида отходов на основании анализа ежегодного списания материалов и взвешивания накопленных в хозяйственных помещениях отходов. Особую сложность при этом составило определение площадок для временного хранения образующихся отходов до накопления транспортной единицы. Проблема заключалась в том, что основная масса организаций-переработчиков отходов принимает на переработку отходы в количестве не менее 100 кг, а, следовательно, место для временного хранения, например, ПЭТ-бутылок или других видов пластиков должно быть достаточно большим по площади. За последние годы появилось много новых организаций-переработчиков таких отходов, как растительные отходы от уборки территорий, отходы кухонь, одноразовой посуды (пенопласт полистирола) и пр., которые предлагают производить совершенно новые материалы из отходов производства (например, искусственный грунт из отходов кухонь и листвы), и самостоятельно вывозят отходы из учреждения образования.

В результате количество отходов, подлежащих захоронению, составило 9 видов, в первую очередь, из-за выявления отходов обслуживания автотранспорта, находящегося на балансе института. По этим отходам, с учетом пробега и других характеристик, были рассчитаны и утверждены нормативы образования.

Также было предложено решить вопрос с емкостями для накопления и временного хранения отходов производства и наиболее рационально разместить их на территории учебных корпусов института.

Особым вопросом явился сбор отходов от химических лабораторий, в частности, химически стойкого стекла, стеклобоя ампульного, керамических тиглей и прочего в связи с отсутствием отдельных помещений для сбора и временного хранения.



Нами предложена установка контейнеров ОАО «БелВТИ» для решения вопроса с опасными отходами (батареи) в институте, которые собирались студентами и сотрудниками в течение длительного времени. Определены новые площадки для сбора металлолома и разборки списанной мебели.

В соответствии с нормативными требованиями должна быть создана система учета отходов, которая включает четыре основных компонента: учет отходов в источниках образования, общий учет отходов, инвентаризация отходов и представление формы госстатотчетности. В связи с этим много дискуссий вызвал вопрос о распределении основных полномочий ответственных и ведении учета отходов по формам учетной документации в области обращения с отходами ПОД-9 и ПОД-10.

Заключительным вопросом разработки новых документов в области обращения с отходами в институте стала разработка инструкции – основного локального нормативного правового акта любой организации в сфере обращения с отходами. Предложена система наиболее оптимальной перевозки отходов с привлечением организаций-перевозчиков и использования собственного транспорта для перевозки некоторых вторичных материальных ресурсов.

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ  
И ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ  
РУП «НАЦИОНАЛЬНЫЙ АЭРОПОРТ «МИНСК»  
ASSESSMENT OF THE STATE OF THE WATER SUPPLY SYSTEM AND WATER  
CONSUMPTION ON THE EXAMPLE RUE “NATIONAL AIRPORT” MINSK “**

***А. Г. Морозько, Е. С. Лён  
A. Morozko, E. Len***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
krasnayamalpa@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Цель работы – оценка системы водоснабжения и водоотведения на примере РУП «Национальный аэропорт «Минск».

В работе изучена специфика деятельности РУП «Национальный аэропорт «Минск», его система водоснабжения и водоотведения, система дождевой канализации, а также выявлены основные источники загрязнения поверхностных сточных вод, которые образовались в результате деятельности РУП «Национальный аэропорт «Минск».

Purpose – assessment of the water supply system and Sewerage for example, the RUE “National airport “Minsk”.

The authors studied the specificity of activities of RUE “national airport “Minsk”, its system of water supply and drainage system of rainwater drainage, and also identified the main sources of pollution of surface wastewater, which was formed as a result of activities of RUE “National airport “Minsk”.

*Ключевые слова:* национальный аэропорт, водоотведение, водоснабжение, водопотребители, охрана водных ресурсов, дождевая канализация, водные объекты.

*Keywords:* national airport, drainage, water supply, water users, water conservation, rainwater drainage, water bodies

Основная деятельность предприятия связана с обслуживанием воздушных судов, пассажиров, багажа, грузов и почты, оказанием услуг по коммерческому обслуживанию воздушных судов и обеспечением пассажиров бортовым питанием.

Гидрографическая сеть района исследований представлена р. Уша (бассейн р. Днепр) и сетью мелиоративных каналов, впадающих в неё.

Водное хозяйство РУП «Национальный аэропорт «Минск» представлено системой хозяйственно-питьевого, производственного и противопожарного водоснабжения, а также двумя системами канализации.

Водоснабжение предприятия осуществляется из 4-х артезианских скважин, расположенных северо-западнее н. п. Шеметово. Вода из скважин по водоводам 1-го подъема 2Д = 300 мм, длиной 3,9 км, подается в два запасно-регулирующих резервуара емкостью по 3000 куб. метров каждый. Из резервуаров вода насосами 2-го подъема подается в распределительную сеть предприятия.

Хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды предприятия по внутриплощадочным сетям самооттеком поступают в приемную камеру КНС и далее по коллектору  $2D = 400$  мм, длиной 16,3 километра, перекачиваются на очистные сооружения канализации г. Смолевичи.

Дождевые и талые воды с территории предприятия поступают на очистные сооружения дождевой канализации состоящие из:

- двух прудов-отстойников, емкостью по 30 тыс. куб. метров каждый;
- насосной станции;
- блока фильтров.

Суммарное годовое количество поверхностного стока, формирующегося на бассейне дождевой канализации РУП «Национальный аэропорт «Минск», равно 2 621,7 тыс. куб. метров, в т. ч.:

- дождевой сток – 1 913,6 тыс. куб. метров;
- талый сток – 708,1 тыс. куб. метров.

Сброс очищенных дождевых сточных вод осуществляется по сбросному каналу длиной 800 м в реку Уша в 3,5 км выше по течению от н. п. Шеметово.

Основными источниками загрязнения поверхностных сточных вод взвешенными веществами являются пыль и аэрозоли, частицы несгоревшего топлива, продукты разрушения дорожных покрытий и эрозии почв, отходы уличного смета.

Влияние различных источников загрязнения на качество стока неравноценно. Из атмосферы каплями дождя захватывается примерно 12–20 мг твердых частиц на 1 л дождевой воды. В дождевом и талом стоке с крыш зданий содержится около 140 мг/куб. дм взвешенных веществ. За счет истирания и разрушения асфальтовых покрытий в поверхностный сток вносится 15–0 мг/куб. дм нерастворимой фазы, что в десятки раз меньше концентраций взвеси в стоке у дождеприемников. В результате, основные загрязнения поверхностный сток получает за счет эрозии грунта с газонов и открытых грунтовых поверхностей. Многообразие факторов, влияющих на санитарное состояние водосбора, сложность выявления надежных закономерностей влияния какого-либо из них на качество поверхностного стока, ввиду одновременности действия всех факторов, приводит к необходимости определения степени его загрязнения в зависимости от основных показателей, характеризующих бассейн водосбора. По данным литературных источников, содержание взвешенных веществ в поверхностном стоке может составлять от 1,4 до 2,5 г/куб. дм.

Вторым из наиболее важных показателей загрязненности поверхностного стока является содержание органических биохимически окисляемых веществ ( $BPK_5$ ), которое в среднем составляет от 40 до 85 мг/куб. дм. Скорость окисления органических веществ в поверхностном стоке несколько ниже, чем в бытовых сточных водах. Полное биохимическое окисление ( $BPK_{полн}$ ) достигается через 25–30 суток. Соотношение  $BPK_{20}/BPK_5$  в среднем составляет 2,2–3,0.

Источники загрязнения поверхностного стока нефтепродуктами можно считать случайными. Под понятием «нефтепродукты» подразумевают не идентифицированную группу углеводородов нефти, мазута, керосина, масел и их смесей. Эти соединения могут находиться в сточных водах как в растворенном, так и в эмульсированном состоянии. Благодаря тому, что растворимость нефтепродуктов в воде относительно невелика, например, у керосина – 80 мг/куб. дм, а у сырой нефти 5–20 мг/куб. дм, загрязненные сточные воды содержат их, главным образом, в виде нерастворимых, эмульсированных, всплывающих или тонущих примесей. Нефть, бензин и масла попадают на поверхность водосбора по непредвиденным причинам, в основном вследствие неудовлетворительного состояния транспортных средств. Тем не менее, практически все пробы стока содержат нефтепродукты с концентрацией от 8 до 100 мг/куб. дм. Такие большие пределы колебаний объясняются случайностью возникновения самого источника загрязнения. Для средних условий содержание нефтепродуктов в дождевых, талых и поливомоечных водах допустимо принимать равным 20–25 мг/куб. дм.

При изучении характеристик поверхностного стока застроенной территории должны быть использованы не только нормативные и расчетные величины, но в первую очередь фактические данные по гидрохимическим показателям качества вод. Только использование всей совокупности имеющейся информации позволит получить достоверные результаты.

Перечень нормируемых загрязняющих веществ в сточных водах дождевой канализации РУП «Национальный аэропорт «Минск» определен Минским областным комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды в разрешении на специальное водопользование.

Контроль качества воды питьевого назначения осуществляется ГУ «Минский городской центр гигиены и эпидемиологии», производственно-бытовых сточных вод – аккредитованной лабораторией очистных сооружений г. Смолевичи.

Контроль качества сточных вод на выпуске с очистных сооружений дождевой канализации осуществляется Борисовской межрайонной аккредитованной лабораторией аналитического контроля ГУ «Республиканский центр аналитического контроля в области охраны окружающей среды». [1].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Экологический паспорт предприятия. – М., 2014.

# АНАЛИЗ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»

## ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION ON JSC «BELARUSKALI»

**В. Муравейко, К. М. Мукина**  
**V. Muraveiko, C. Mukina**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Анализ охраны окружающей среды на ОАО «Беларуськалий» выявил, что основным экологическим аспектом являются отходы производства. Ежегодно образуется 16–20 млн т галитовых отходов и 1,5–2,0 млн т глинисто-солевых шламов, для складирования которых отведено более 1,9 тыс. га земель. В настоящее время общее количество складированных отходов превышает 700 млн. т. Для уменьшения вредного воздействия производства на окружающую среду на предприятии выполняется ряд мероприятий в том числе селективная отработка шахтных полей и высотное складирование галитовых отходов, за которыми осуществляется постоянный контроль.

Environmental protection analysis at OJSC “Belaruskali” revealed that the main environmental aspect is production waste. Annually 16–20 million tons of halite waste and 1,5–2,0 million tons of clay-salt slimes are formed, for storage of which more than 1.9 thousand hectares of land are allocated. At the present time, the total amount of stored waste exceeds 700 million tons. To reduce the harmful impact of production on the environment, a number of measures are being carried out at the enterprise, including selective mining of mine fields and high-altitude storage of halite waste, which are constantly monitored.

*Ключевые слова:* галитовые отходы, глинисто-солевые шламы, солеотвалы, шламохранилище, сильвинитовые руды, пустая порода.

*Keywords:* Galite waste, clay-salt slimes, salt pits, slime clinker, sylvinitite ores, an empty rock.

Бурные темпы развития производства калийных удобрений на ОАО «Беларуськалий», многотоннажность его производства, специфичность состава сильвинитовых руд и геологических условий залегания, создали ряд специфических проблем, связанных с охраной окружающей среды в Солигорском промрайоне.

Производство хлористого калия представляет следующую схему технологического процесса: добыча руды, дробление руды, измельчение руды, обесшламливание (механическое и флотационное), флотация, сгущение и обезвоживание.

Добываемая руда имеет относительно невысокое содержание полезного компонента (хлористого калия), в среднем от 20 до 30 %, в зависимости от обрабатываемого горизонта и системы разработки. Это определяет и образование значительного количества отходов при обогащении руды. Анализ охраны окружающей среды показал, что основным аспектом на предприятии являются отходы. Отходы переработки представлены двумя основными видами – твердыми галитовыми отходами, содержащими 92–95 % хлористого натрия, и жидкими шламовыми отходами, представленными суспензией частиц хлористого калия, хлористого натрия и нерастворимого остатка в насыщенном водном растворе данных солей. Ежегодно, при существующем объеме производства в «ОАО «Беларуськалий» образуется 16–20 млн галитовых отходов и 1,5–2,0 млн глинисто-солевых шламов, для складирования которых отведено под солеотвалы и шламохранилища свыше 1,9 тыс. га земель. В настоящее время общее количество складированных в солеотвалах и шламохранилищах отходов более 1 млрд.

Анализ природоохранной деятельности показал, что для минимизации вредного воздействия производства на окружающую среду на предприятии разработан и выполняется ряд мероприятий. В частности, все более широко используется селективная отработка шахтных полей, при которой извлекаются продуктивные слои, а галитовый слой оставляется в выработанном пространстве, что позволяет уменьшить количество выдаваемой на поверхность пустой породы, и, как следствие, количества образующихся отходов, уменьшить площади отчуждаемых земель для создания хранилищ отходов, в определенной степени уменьшить оседание земной поверхности.

На всех рудоуправлениях внедрено высотное складирование галитовых отходов (до 100 и более метров). Это позволяет уменьшить как количество земель, занимаемых под складирование отходов, так и количество образующихся в результате воздействия атмосферных осадков избыточных рассолов. Ложа и дамбы солеотвалов и шламохранилищ оборудованы противофильтрационными экранами из полиэтиленовой пленки. В процессе эксплуатации осуществляется постоянный контроль за техническим состоянием дамб шламохранилищ, в том числе и с использованием геофизических методов.

Проводятся научно-исследовательские и опытные работы по таким направлениям, как совместное складирование галитовых и шламовых отходов, складирование галитовых отходов на отработанных площадях шламохранилищ.

## **АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО МЕХАНИЧЕСКОЙ СОТИРОВКЕ ОТХОДОВ В ГОРОДЕ ГРОДНО**

### **ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL IMPACTS OF CONSTRUCTING OF THE ENTERPRISE FOR MECHANICAL SORTING OF WASTE IN THE CITY OF GRODNO**

**Ю. Э. Парфимович<sup>1</sup>, В. Г. Роговский<sup>2</sup>, В. М. Мисюченко<sup>2</sup>  
Y. Parfimovich<sup>1</sup>, V. Rogovsky<sup>2</sup>, V. Misiuchenka<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ОАО «Беллеапромпроект»,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
vadimrogovsky@gmail.com

Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus  
Open Joint Stock Company “Bellegpromproekt”, Minsk, Republic of Belarus

Анализируется проект по строительству новой технологической линии сортировки коммунальных отходов в г. Гродно. Для снижения выбросов предусмотрена установка циклонов. По результатам автоматизированного расчета в программе «Эколог» не были выявлены превышения нормативов в пределах санитарно-защитной зоны по основным загрязняющим веществам – твердым частицам (пыли).

The work analyzes in detail the project for the construction of a new technological line for sorting municipal waste in the city of Grodno. The installation of cyclones for redaction of the emissions is provided. According to the results of the automated calculation in the special program “Ecologist” within the sanitary protection zone for the main pollutants – particulate matter (dust) wasn’t identified any excess of standards.

*Ключевые слова:* механическая сортировка, виды отходов, морфологический состав, сортировочные кабины, загрязняющие вещества, циклон, санитарно-защитная зона.

*Keywords:* mechanical sorting, waste types, morphological composition, sorting cabins, pollutants, cyclone, sanitary protection zone.

Нами разработан раздел «Охрана окружающей среды» в проектной документации в соответствии с требованиями ПЗ-02 к СНБ 1.03.02-96 «Состав и порядок разработки раздела «Охрана окружающей среды» в проектной документации» для строительного проекта предприятия по механической сортировке в г. Гродно. Проектируемый объект размещается на территории действующего полигона твердых коммунальных отходов в районе д. Выселка-Рогачи Гродненского района.

Виды отходов, которые будут поставляться на предприятие – это твердые коммунальные отходы из домашних хозяйств, а также раздельно собранные вторичные материальные ресурсы. Состав последних – это 4 вида отходов, собираемых в отдельные специальные контейнеры. Прогноз по поставке отходов позволяет рассматривать суммарную мощность сортировочного предприятия в 120 000 тонн отходов в год. В первую очередь завод по переработке отходов предназначен для сортировки коммунальных отходов, образующихся у населения, так как их доля в общем балансе наибольшая. Анализ состава и рыночной стоимости вторичного сырья показал возможности отбора следующих видов вторичного сырья из поставляемых на предприятие коммунальных отходов: картон, бумага, полиэтиленовая пленка, твердый пластик, бесцветный ПЭТФ, цветной ПЭТФ, бесцветное стекло, цветное стекло, черные металлы, цветные металлы.

Исходя из перечисленных выше видов сортируемых материалов, принята конструкция сортировочных кабин и число сортировочных постов в них. Последовательность технологических операций при механической сортировке и необходимое технологическое оборудование в составе линий определено с учетом морфологического анализа вывозимых на полигон коммунальных отходов. Анализ морфологического состава отходов показал, что количество отходов, потенциально пригодных для вторичной переработки, составляет 35,8 %, в том числе: 14,6 % – стекло, 21,2 % – картон, бумага, пластик, упаковка, металлы (остальная часть отходов это: 23,8 % – пищевые/зеленые отходы и 40,4 % – остатки). Технологический процесс основан на ручной сортировке. Смешанные коммунальные отходы обрабатываются в первую и вторую смены на двух линиях. В третью смену – работа

с отдельно собранными отходами на одной производственной линии. Вторсырье выделяется на первой (стекло) и второй ручных сортировках.

Перед второй ручной сортировкой предусмотрено отделение неперерабатываемой фракции для вывоза ее на полигон. Все отдельно собранные отходы проходят только вторую ручную сортировку, оставшиеся после сортировки отходы направляются на захоронение на полигон.

Мусоросборочная техника доставляет на предприятие исходные отходы, состоящие из не перерабатываемых и отдельно собранных отходов. После взвешивания (на промплощадке проектом предусмотрено двое весов по 40 т) мусоровозы с коммунальными отходами осуществляют их разгрузку в помещение отделения приемки и предварительной сортировки.

Далее, ленточным конвейером коммунальные отходы перегружаются на сортировочный ленточный конвейер, который проходит через сортировочную кабину, где осуществляется ручная предварительная сортировка. Помещение кабины вентилируется подогретым воздухом из расчета 800 м<sup>3</sup>/час на 1 работника. На летний период предусмотрено кондиционирование. В кабине производится отбор неповрежденного тарного стекла, распаковка пакетов для мусора. Отбор опасных отходов производится в отдельный контейнер. Отобранные отходы (через мусоросброс) собирают в двух контейнерах. В этой же кабине производится отбор опасных отходов на всех сортировочных постах в переносные контейнеры. Далее, по мере накопления, отдельно собранные опасные отходы перегружаются в специальный контейнер, установленный в приемном отделении отдельно собранных отходов, где временно хранятся до передачи на переработку.

Предварительно отсортированный материал поставляется конвейером на барабанные грохоты для выделения двух фракций: крупная фракция (пригодная для ручного отделения вторсырья); мелкая фракция размером менее 80 мм (материал для захоронения на полигоне).

Основными загрязняющими веществами, выбрасываемыми в атмосферу от проектируемого оборудования, являются твердые частицы (пыль), которые выделяются при пересыпке и перегрузке отходов на транспортеры. Для очистки воздуха от твердых частиц предусмотрены циклоны с эффективностью пылеулавливания 98 %.

По результатам автоматизированного расчета в программе «Эколог» версия 3.0. «Стандарт» на границе базовой санитарно-защитной зоны 500,0 м не были выявлены превышения нормативов в пределах санитарно-защитной зоны по вышеуказанным загрязняющим веществам. Таким образом, внедрение данной технологии по сортировке отходов наносит минимальный вред окружающей среде.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТЕКСТА ОРГАНИЗАЦИИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ  
МЕЖДУНАРОДНОГО СТАНДАРТА ISO 14001-2015  
НА ОАО «МИНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД ИМ. В.И.КОЗЛОВА»**

**DEFINITION OF THE CONTEXT OF THE ORGANIZATION  
AT INTRODUCTION OF THE INTERNATIONAL ISO 14001-2015  
ON JSC «MINSK ELECTROTECHNICAL PLANT OF V. I. KOZLOV»**

***У. Я. Пащыева, К. М. Мукина***  
***U. Pashyeva, K. Mukina***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ  
г. Минск, Республика Беларусь  
passiyewa92@mail.ru*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Проведен сравнительный анализ международных стандартов ISO 14001-2004 и ISO 14001-2015. Для определения контекста организации проведен SWOT-анализ для ОАО «МЭТЗ им. В. И. Козлова». Выявлены внешние и внутренние факторы предприятия, которые стратегически направлены на достижение намеченного результата его системы экологического менеджмента обеспечивают высокоуровневое концептуальное понимание важных факторов и возможность влиять (либо положительно, либо отрицательно) на управление своей ответственностью за охрану окружающей среды.

In work the comparative analysis of the international ISO standards 14001-2004 and ISO 14001-2015 is carried out. To determine the context of an organization of SWOT analysis for JSC METZ named of V. I. Kozlova and identified external and internal factors of the enterprise which are strategically aimed at achieving the intended result of its environmental management system and provide a high-level conceptual understanding of important factors that can influence (either positively or negatively) the management of their responsibility for environmental protection.



*Ключевые слова:* SWOT-анализ, контекст организации, внешние и внутренние факторы, международные стандарты ISO 14001-2004 и ISO 14001-2015.

*Keywords:* SWOT analysis, context of the organization, external and internal factors, international ISO standards 14001-2004 and ISO 14001-2015.

The main document ISO 14001:2005 “Systems of ecological management - Requirements and the application guide”. It is the standard international standard which defines the mechanism of introduction of the effective system of ecological management (SEM). The analysis of the ISO standards 14001:2004 and the new version of ISO 14001:2015 has revealed a number of changes. The main changes in the standard have happened in structure, terms, definitions and the basic concepts, and requirements of the standard. Concepts of a context of the organization and interested parties have been entered. All these changes are directed to reduction of document flow and simplification of the procedure of integration of systems.

When determining a context special attention is paid to questions or the changing circumstances relating to requirements and expectations interested the parties, including legislative requirements, and also local, regional or global conditions of the environment which can make impact on the organization or to be mentioned by her. Operational planning of system of ecological management has to include actions for decrease in risk or use of opportunities if requirements and expectations of interested parties are referred to problems of paramount importance.

As one of instruments of definition of a context of the organization carrying out SWOT analysis is (SVOT the analysis). He allows to estimate the external and internal factors influencing system of management and activity of the organization in a complex. The method consists in definition of the internal and external factors influencing activities of the organization, and their distribution for categories: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats. Opportunities and threats belong to factors of the external environment, strong and the weak parties - to factors of the internal environment of the analyzed object.

SWOT analysis is developed for JSC Minsk Electrotechnical Plant of V. I. Kozlov according to method by which the internal and external factors influencing activity of the organization are determined.

- strength of the enterprise gives the chance to hold events for decrease in volume of emissions of pollutants in atmospheric air, dumpings of sewage and production wastes of an action;
- weakness of the enterprise is extra which existence of outdated technology technological processes, to periodic failure of the equipment that conducts to costs of capital repairs of the fixed assets intended for environmental protection;
- opportunities the enterprise for reconstruction to acquisition new innovative technologies to allow to hold events for decrease in volume of emissions, dumpings and formation of production wastes to prevent emissions of ozone-depleting substances in atmospheric air.
- threats of the enterprise can be complaints from the public and interested parties concerning negative impact of production economic activity of the enterprise on the environment and the penalties imposed on the enterprises by the higher controlling organizations in the field of environmental protection.

#### LITERATURE

1. STB ISO 14001-2005 «Environmental management systems – Requirements with guidance for use». – 2005.
2. Design version of the international ISO 14001:2015 of System of ecological management. Requirements and application guide. – 2015.

## **РЕЕСТР ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ СТОРОН В РАМКАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТЕКСТА ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ОАО «МИНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД ИМЕНИ В. И. КОЗЛОВА»**

### **THE REGISTER OF INTERESTED PARTIES WITHIN DEFINITION OF THE CONTEXT OF THE ORGANIZATION ON THE EXAMPLE OF JSC «MINSK ELECTROTECHNICAL PLANT NAMED AFTER V. I. KOZLOV»**

***У. Я. Пащыева, К. М. Мукина***

***U. Pashyueva, C. Mukina***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
passiyewa92@mail.ru*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Разработка реестра заинтересованных сторон для ОАО «Минский электротехнический завод им. В. И. Козлова» выполнена для понимания и потребностей заинтересованных сторон при определении

контекста организации. Некоторые требования заинтересованной стороны отражают потребности и ожидания, которые являются обязательными, в силу того, что они установлены в законах, нормах, разрешительных документах и лицензиях.

Заинтересованные стороны перечисляются в реестре заинтересованных стороны с указанием причины включения. В этот реестр заносятся как внутренние, так и внешние стороны.

Development of the register of interested parties for JSC Minsk Electrotechnical Plant of V. I. Kozlov is executed for understanding and requirements of interested parties when determining a context of the organization. Some requirements of interested party reflect requirements and expectations which are obligatory, owing to the fact that they are established in laws, norms, allowing documents and licenses.

Interested parties are listed in the register of interested party with the instruction the inclusion reasons. Both internal, and outer sides are entered in this register.

*Ключевые слова:* реестр заинтересованных сторон, контекст организации, внешние и внутренние заинтересованные стороны.

*Keywords:* SWOT analysis, context of the organization, external and internal factors, international ISO standards 14001-2004 and ISO 14001-2015.

Заинтересованная сторона – лицо или организации, которые могут воздействовать, подвергаться воздействию или воспринимать себя подверженным воздействию решения или деятельности.

Внешними заинтересованными сторонами являются органы государственной и местной власти, общественные организации, население, соседние предприятия, поставщики и другие.

Внутренними заинтересованными сторонами являются руководство, начальники отделов, персонал, которые имеют отношение к системе экологического менеджмента.

Разработка реестра внутренних и внешних заинтересованных сторон помогает понять то, как деятельность предприятия воспринимается со стороны.

Для каждой заинтересованной стороны, организация должна определить Причину включения / предмет договора / предмет сотрудничества / предмет интереса и зарегистрировать в реестр Заинтересованных сторон.

Интересы могут быть как внутренние, так и внешние. Это зависит от того, какая заинтересованная сторона: внешняя или внутренняя. Более того, определённый тип заинтересованной стороны может иметь как внутренние, так и внешние интересы.

При определении внутренних интересов, важно учесть интересы руководства и персонала.

При определении внешних интересов, важно учесть интересы конкурентов, общества, культурные интересы, трудовые интересы, государственные и законодательные интересы, логистические, экономические и т. д.

Разработка реестра заинтересованных сторон для ОАО «Минский электротехнический завод им. В. И. Козлова» выявила 9 внешних заинтересованных сторон, в том числе 2 с высокой важностью, 5 средней и 2 низкой важностью управления мероприятиями.

Из выявленных 11 внутренних заинтересованных сторон 1 заинтересованная сторона отнесена к высокой важности и к 10 средней важности управления мероприятиями.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. СТБ ИСО 14001-2005 «Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению» – 2005.

2. Проектная версия международного стандарта ISO 14001:2015 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. – 2015.

# НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ НОРМИРОВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ НА ОСНОВЕ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

## SOME ASPECTS OF HEAVY METALS RATING IN SOILS BASED ON FOREIGN EXPERIENCE

**А. И. Позднякова<sup>1</sup>, М. Г. Герменчук<sup>2</sup>**  
**A. Pozdnyakova<sup>1</sup>, M. Germenchuk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии,  
контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды»,  
г. Минск, Республика Беларусь  
anastacia.pozdnyakova@gmail.com

<sup>1</sup>Republican unitary enterprise «Scientific practical centre of hygiene»  
Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>The Center of Hydrometeorology, Radioactive Contamination Control  
and Environmental Monitoring of the Republic of Belarus  
Minsk, Republic of Belarus

Анализируется отечественный и зарубежный опыт нормирования тяжелых металлов в почве. На примере Нидерландов показано формирование гибкого подхода установления ПДК, учитывающего и фоновое содержание металла в почве, и степень опасности металлов по отношению к почвенной биоте.

There is analyzed the domestic and foreign experience of heavy metals rating in soil. The example of the Netherlands shows the formation of a flexible approach to the establishment of MPC, taking into account both the background content of metal in the soil, and the degree of danger of metals in relation to soil biota

*Ключевые слова:* тяжелые металлы, почва, антропогенное загрязнение, нормирование.

*Keywords:* heavy metals, soil, anthropogenic pollution, rating .

Актуальность проблемы загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами объясняется, прежде всего, широким спектром их действия на организм человека. Тяжелые металлы влияют практически на все системы организма, оказывая токсическое, аллергическое, канцерогенное, гонадотропное действие.

В работах, посвященных проблемам загрязнения окружающей природной среды и экологического мониторинга, на сегодняшний день к тяжелым металлам относят более 40 металлов периодической системы Д. И. Менделеева с атомной массой свыше 50 атомных единиц: ванадий, хром, марганец, железо, кобальт, никель, медь, цинк, молибден, кадмий, олово, ртуть, свинец, висмут и др. Однако не все из этих металлов досконально изучены [1–2].

Открытым остается вопрос о классе опасности металлов. Изучено влияние тяжелых металлов на организм человека при непосредственном попадании в организм, однако механизм миграции изучен мало. Также в настоящее время мало известно о механизмах накопления растениями тяжелых металлов, потому что до сих пор основное внимание уделялось усвоению соединений азота, фосфора и других элементов питания из почвы.

В докладе исполнительного директора Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) к наиболее опасным были добавлены семь тяжелых металлов: медь, олово, ванадий, хром, молибден, кобальт, никель и три металлоида: сурьма, мышьяк и селен [3]. Данные рекомендации до сих пор служат основой для мониторинга тяжелых элементов в почве.

По опасности для здоровья человека тяжелые металлы делятся на следующие классы:

- 1 класс (самый опасный): кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк;
- 2 класс: кобальт, никель, медь, молибден, сурьма, хром;
- 3 класс: барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций.

Эти данные верны, если тяжелые металлы поступают непосредственно в организм человека. Однако если мы рассматриваем загрязнение почв, то следует пересмотреть токсичность тяжелых металлов для человека и животных, потому что в таком случае происходит опосредованный контакт через воду (при вымывании металлов) и растения. К тому же, при нормировании тяжелых металлов в почвах не учитывается их фоновое содержание в почвах различных типов.

Проблема нормирования содержания тяжелых металлов в почве и растениях является чрезвычайно сложной из-за невозможности полного учета всех факторов окружающей среды. Например, изменение только агрохимических свойств почвы может в несколько раз уменьшать или увеличивать содержание тяжелых металлов в рас-

тениях [4]. В то же время для решения практических вопросов необходимы определенные критерии или количественные параметры, характеризующие степень опасности загрязнения почвы и растений тяжелыми металлами.

В Нидерландах сформирован гибкий подход к ПДК [5], учитывающий и фоновое содержание металла в почве, и степень опасности металлов по отношению к почвенной биоте. Исследовали влияние водных вытяжек из почв, загрязненных данными элементами, на разные типы организмов (не менее четырех): растения, а также бактерий и другие микроорганизмы, то есть учитывали токсическое влияние на почвенную биоту, а не прямое действие тяжелых металлов на здоровье человека при вдыхании пыли и потреблении питьевой воды. Установлено три уровня содержания их в почве: фоновые концентрации; концентрации, указывающие на необходимость проведения дополнительных исследований и мероприятий; пороговые концентрации, свидетельствующие о необходимости проведения срочных мер по очистке почв. Однако эти нормы пока разработаны только для 17 элементов.

В Республике Беларусь содержание тяжелых металлов в почвах нормируется по ГН 2.1.7.12-1-2004 «Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве». В этом документе для некоторых металлов нормируется валовое содержание, для некоторых – содержание подвижных форм. Всего значения ПДК указаны лишь для 12 металлов и отсутствует значение ПДК для кадмия (среди элементов 1-го класса опасности). Представляется целесообразным при формировании экологических индикаторов, связанных с содержанием тяжелых металлов в почвах, как это рекомендует рабочая группа по мониторингу Европейской Экономической Комиссии ООН, учитывая не только санитарно-гигиенические критерии, но и воздействие тяжелых металлов на окружающую среду.

Данный подход может быть апробирован при оценке результатов по Комплексному мониторингу окружающей среды в зоне наблюдения Белорусской АЭС.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Авцын, А. П.* Микроэлементозы человека / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, М. А. Риш, Л. С. Строчкова. – М.: Медицина. 1991. – 496 с.
2. *Алексеев, Ю. В.* Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю. В. Алексеев // Л. Агропромиздат, 1987.
3. Состояние окружающей среды. Программа ООН по окружающей среде. – М.: Изд-во ВИНТИ, 1980. – 162 с.
4. *Ковда, В. А.* Биогеохимия почвенного покрова / В. А. Ковда. – М.: Наука, 1985. – 263 с.
5. *Crommentijn, T., Polder, M. D., Van de Plassche E. J.* Maximum Permissible Concentrations and Negligible Concentrations for metals, taking background concentrations into account // RIVM Report 601501001. Bilthoven, Netherlands, 1997. – 260 p.

## ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЗОНАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЕЙ SPECIES DIVERSITY OF VEGETATION IN THE ZONES OF COMBINED HEAT AND POWER PLANTS IMPACT

***С. С. Позняк, Н. А. Лысухо, Ю. В. Жильцова, О. М. Конопелько***  
***S. Pazniak, N. Lysukha, Y. Zhiltsova, O. Konopelko***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
pazniak@iseu.by*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Воздействие теплоэлектроцентралей на атмосферу, растительный и почвенный покровы обусловлено выбросами тех веществ, на которые установлены ПДК в воздухе населенных мест. При сжигании твердого и жидкого топлива образуются оксиды азота, углерода, серы, бенз(а)пирен и зола. Полностью устранить негативное воздействие загрязняющих веществ достаточно сложно, однако возможно разработать меры по его снижению. Цель данной работы – выявление тестовых растений, пригодных для локального мониторинга территорий в зоне атмотехногенного воздействия Жодинской ТЭЦ – филиала РУП «Минскэнерго».

The impact of combined heat and power plants on the atmosphere, vegetation and soil covers is conditioned by the emissions of those substances which have MPC in the air in the residential areas. Burning solid and liquid fuels forms oxides of nitrogen, carbon, sulfur, benzaphyrene, ash. Complete elimination of the negative impact of pollutants is rather difficult, but it is possible to develop measures to reduce it. The goal of this work was to identify test plants suitable for local monitoring of areas in the zone of atmotechnogenic impact of the Zhodinskaya TPP, a branch of RUE Minskenergo.

*Ключевые слова:* теплоэлектроцентраль, твердые выбросы, зола, видовой состав, семейства, загрязнение, растительность.

*Keywords:* combined heat and power plant, solid emissions, ash, species composition, families, pollution, vegetation.

Видовой состав растительности на определенной территории формируется в течение многих лет под воздействием факторов окружающей среды и человеческой деятельности. Поэтому важное значение имеет установление видового разнообразия флоры в конкретных условиях, а также научное обоснование присутствия отдельных видов в различных регионах с определенными показателями встречаемости [Мальцев, 1962]. Такой мониторинг может служить не только способом получения информации о распространении растительности, но и послужит основой для использования растений в положительных целях [Жуковский, 1982].

Поскольку объекты хозяйственной деятельности человека различаются по интенсивности воздействия на окружающую среду и, следовательно, на флору, то основной целью наших исследований являлось изучение особенностей формирования растительных сообществ на различном удалении от ТЭЦ г. Жодино. На предварительном этапе подготовки была составлена карта-схема зоны воздействия промышленного объекта на растительность и почвенный покров.

В ходе проведения полевых экспедиций точки отбора проб корректировались в зависимости от наличия дорог. Пробы растительности и почвенного покрова отбирались на учетных площадках, размером 1 м<sup>2</sup>, расположенных в зоне воздействия ТЭЦ в радиусе до 8 километров. Точки отбора проб находились на удалении 0,05 км, 0,5 км, 1 км, 2 км, 3 км, 4 км, 5 км, 6 км, 7 км, 8 км в северном, северо-восточном, восточном, юго-восточном, южном, юго-западном, западном, северо-западном направлениях. После отбора проб отобранные растения разбирали по видам, определяли принадлежность видов растений к семействам и подготавливали растительные образцы для анализа на содержание химических элементов.

Результаты наших исследований показали, что в окрестностях ТЭЦ г. Жодино произрастало 45 видов сорных растений, относящихся к 24 семействам.

При удалении от этого объекта на расстояние 0,05 км численность растений была максимальной и составила в среднем 284,0 шт./м<sup>2</sup>, а при удалении на 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8 км этот показатель был ниже и составил соответственно 73,3; 52,0; 59,8; 80,9; 85,6; 86,0; 89,3; 60,0; 43,0 шт./м<sup>2</sup> (таблица).

*Таблица – Видовой состав растительности на различном удалении от ТЭЦ г. Жодино, шт./м<sup>2</sup>*

Семейство	Удаленность от объекта, км									
	0,05	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8
Мятликовые	30	26,7	36	28	31	38,8	38,6	41	–	–
Гречишные	–	2,7	2	4,4	4,7	1,6	–	–	–	–
Астровые	2	28	14	17	1,1	16,8	8,8	8	10	–
Зверобойные	–	–	–	–	–	2,4	–	–	–	–
Заразиховые	–	–	–	–	5,5	–	–	–	30	–
Кипрейные	–	1,3	–	–	–	–	–	–	–	–
Бобовые	–	13,3	–	–	–	6,8	2	–	–	7
Фиалковые	–	–	–	–	–	0,4	–	4	–	–
Гвоздичные	–	–	–	1,1	6,2	2,4	–	1,3	–	–
Маревые	–	–	–	1,1	5,1	2	–	–	–	–
Дымянковые	–	–	–	–	0,7	–	–	–	–	–
Подорожниковые	–	1,3	–	0,4	–	–	–	–	–	–
Губоцветные	–	–	–	–	–	–	17,3	–	–	–
Розоцветные	–	–	–	–	2,9	0,8	2,7	–	6	–
Вересковые	–	–	–	–	10,2	–	–	–	–	–
Спаржевые	–	–	–	–	–	–	11,3	15,0	14	23
Норичниковые	–	–	–	0,4	–	4,4	–	–	–	–
Настоящие папоротники	–	–	–	4,4	–	–	5,3	5	–	6
Мареновые	132	–	–	–	13,5	9,2	–	–	–	–
Зонтичные	86	–	–	2,6	–	–	–	–	–	–
Хвощевые	28	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Вьюнковые	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Крапивные	–	–	–	0,4	–	–	–	–	–	–
Гераниевые	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7
ВСЕГО	284	73,3	52	59,8	80,9	85,6	86,0	89,3	60	43

Установлено, что при минимальном удалении от объекта (0,05 км) в ценозе преобладали семейства мареновые (132,0 шт./м<sup>2</sup>), зонтичные (86,0 шт./м<sup>2</sup>), мятликовые (30,0 шт./м<sup>2</sup>), хвощевые (28,0 шт./м<sup>2</sup>), среднем удалении (4 км) – мятликовые (38,8 шт./м<sup>2</sup>), астровые (16,8 шт./м<sup>2</sup>), мареновые (9,2 шт./м<sup>2</sup>), бобовые (6,8 шт./м<sup>2</sup>), максималь-



ном удалении (8 км) – спаржевые (23,0 шт./м<sup>2</sup>), бобовые (7,0 шт./м<sup>2</sup>), гераниевые (7,0 шт./м<sup>2</sup>), настоящие папоротники (6,0 шт./м<sup>2</sup>).

Наибольшая численность вблизи объекта характерна для подмаренника цепкого, сныти обыкновенной, вьюнка полевого. Для других видов растений численность, как правило, не зависела от этого удаления от ТЭЦ.

## **УТИЛИЗАЦИЯ И ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ НЕФТЕДОБЫЧИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ РЕЗИН**

### **UTILIZATION AND SECONDARY USE OF WASTE OIL AND OIL REFINING IN THE PRODUCTION OF RUBBER**

**Г. Ж. Пусурманова, С. А. Сакибаева, Г. З. Туребекова, Г. Ф. Сагитова**  
**G. Pusurmanova, S. Sakibayeva, G. Turebekova, G. Sagitova**

*Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова,  
г. Шымкент, Республика Казахстан  
g.ture@mail.ru*

*M. Auezov named South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan*

При добыче и переработке нефти Тенгизского месторождения образуется много отходов серы, которые хранятся на открытых площадках. Под воздействием атмосферы, высокой температуры (летом до 45–50 °С) и др. факторов образуется много соединений серы, вредных для здоровья человека и окружающей среды. В работе показана возможность использования серы в виде вулканизирующего агента резиновых смесей.

During the extraction and processing of oil from the Tengiz field, a lot of sulfur waste is generated, which is stored in open fields. Under the influence of the atmosphere, high temperatures (in the summer to 45–500 °C), etc., many sulfur compounds are formed that are harmful to human health and the environment. The work shows the possibility of using sulfur as a vulcanizing agent of rubber compounds.

*Keywords:* waste management, recycling, oil production waste and oil refining, rubber production.

*Ключевые слова:* утилизация, вторичное использование, отходы нефтедобычи и нефтепереработки, производство резины.

In the process of extraction and processing of oil from the Tengiz field, a lot of elemental sulfur is formed from hydrogen sulphide, which is stored in an open area and is the cause of environmental problems in the region. Many elemental sulfur consumes the rubber industry for the vulcanization of rubbers. Sulfur vulcanizing agents included in the group, ensures the vulcanization, i.e., the transformation of plastic and viscoelastic rubber compounds in highly elastic rubber due to the formation of a uniform spatial with the sulfur atoms linking the individual chemical bonds of the macromolecules rubber. Previously, we have carried out work on the application of purified sulphur in the Tengiz brekina and tread rubber compounds that have shown promise for the future. However, the manufacture of frame rubber compounds using purified Tengiz sulfur is not justified, because rubber was hard. In this work, we have conducted research and presented the results of experiments on the possibility of application of polymeric sulfur, obtained from purified Tengiz sulfur. The use of polymeric sulfur can also adjust the elastic properties of the resulting rubbers. Polymeric sulfur was introduced on a laboratory mill at the end of mixing, in a second stage, in order to prevent premature vulcanization. In the process of cleaning crude oil from hydrogen sulfide produced many elemental sulfur, which is in Tengiz a result of processing of sour oil and gas, indicating the content of hydrogen sulfide. Sulfur vulcanizing agents included in the group, ensures the vulcanization, i.e., the transformation of plastic and viscoelastic rubber compounds in highly elastic rubber due to the formation of a uniform spatial with the sulfur atoms linking the individual chemical bonds of the macromolecules rubber. Particular attention is paid to development of curing agents. Previously, we have carried out work on the application of purified sulphur in the Tengiz brekina and tread rubber compounds that have shown promise for the future. However, the manufacture of frame rubber compounds using purified Tengiz sulfur is not justified, because rubber was hard. The experiments have shown that the technology of mixing, processing of rubber mixtures and vulcanization is virtually indistinguishable from the standard mode, used in normal practice. As can be seen in figure 1 when using cengizkoy purified sulfur a decrease in abrasion of the rubber frame, which shows an improvement of elastic properties. From the experimental data shown in figure 2, with the addition of polymeric sulfur in the compounding of the mixture is observed a significant increase lasting properties characterized by conventional tensile strength and bond strength between rubber and textile cord carcass rubber. Thus, the results of studies have shown that the use of Tengiz sulfur leads to improved physical and mechanical properties and quality of rubbers. A secondary use of sulfur - a waste of oil production can improve the ecology of Kazakhstan.

**РАСЧЕТ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ МАЗС  
ПО ФАКТОРУ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**  
**THE CALCULATION OF THE SANITARY PROTECTION ZONE GAS STATION  
FOR THE FACTOR OF AIR POLLUTION**

**А. Ю. Пышко, А. С. Родькин**  
**A. Pyshko, A. Rodzkin**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ  
г. Минск, Республика Беларусь  
rodzkin@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

МАЗС-55 осуществляет приём, хранение и отпуск потребителю для грузовых и легковых автомобилей автомобильных бензинов Н-80, АИ-92, АИ-95, дизельного топлива, а также сжиженного газа. Расчет рассеивания приземных концентраций загрязняющих веществ для данного объекта выполнен на ЭВМ по УП-РЗА «Эколог», версия 3.0 «Стандарт» для всех выбрасываемых веществ. С целью контроля загрязняющих веществ выбраны одна точка на границы жилой зоны и 8 расчетных точек по розе ветров на границы зоны 25 метров от территории площади МАЗС.

MAZS-55 carries out reception, storage and issue to the consumer of motor gasoline N-80, AI-92, AI-95, diesel fuel and liquefied gas trucks and cars. The calculation of dispersion the ground level concentrations of pollutants for a given object are executed on Electronic computer at UPCAP "Ecolog," version 3.0 "Standard" for all emitted substances. To control pollutants selected one point on the boundary of a residential zone and 8 reference points on the wind rose in the border zone of 25 meters of the total area of gas station.

*Ключевые слова:* санитарно-защитная зона, атмосферный воздух, загрязняющие вещества, территория, концентрация.

*Keywords:* sanitary protection zone, atmospheric air, contaminants, territory, concentration.

Воздействие на окружающую среду на данной МАЗС происходит в результате работы следующих источников:

- Резервуары с топливом.
- Резервуар с печным топливом.
- Котлоагрегат Budegus G-215.
- Свеча рассеивания.
- Резьбовые и фланцевые соединения.
- Топливораздаточные колонки.
- Стоянка автотранспорта.

От источников выбросов МАЗС № 55 в атмосферу выбрасываются: азот (IV) оксид, азот (II) оксид, углерод оксид, твердые частицы, сера диоксид, углерод чёрный (сажа), толуол, ксилол, этилбензол, углевод. пред. С1-С10, углевод. пред. С11-С19, углеводороды непред. (алкены), свинец и его неорг. соединения, сероводород, этантиол, бензол, бенз(а)пирен. Критерием санитарной оценки среды является предельно-допустимая концентрация (ПДК) вредного вещества в воздухе.

Предельно допустимые концентрации выбрасываемых загрязняющих веществ в атмосферный воздух приняты в соответствии с Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 186 от 30 декабря 2010 г. «Об утверждении нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и ориентировочно безопасных уровней воздействия загрязняющих веществ в атмосфере населённых пунктов и мест массового отдыха населения».

Расчет рассеивания приземных концентраций загрязняющих веществ для данного объекта выполнен на ЭВМ по УПРЗА «Эколог», версия 3.0 «Стандарт» для всех выбрасываемых веществ.

Определение ожидаемых концентраций загрязняющих веществ произведено с учетом одновременного максимально возможного выброса вредных веществ, которые вносят наибольший вклад в загрязнение приземного слоя атмосферы в районе расположения МАЗС. Расчеты рассеивания проводились только для летнего периода (так как при всех прочих равных параметрах условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере в летний период менее благоприятны).

В качестве расчетных точек приняты одна точка на границы жилой зоны и 8 расчетных точек по розе ветров на границы зоны 25 м от территории площади МАЗС. Ближайшая жилая застройка (ул. Молодёжная, д. 1, к. 2, многоэтажное жилое здание) расположена в северном направлении от территории МАЗС № 55 на расстоянии 420 м. В результате проведенных расчетов рассеивания установлено, что максимальные концентрации выбрасы-

ваемых в атмосферу загрязняющих веществ не превысят ПДК ни на границе 25 метровой зоны от территории площади МАЗС, ни за ее пределами.

Анализ полученных данных показывает, что вклад загрязняющих веществ от данных источников загрязнения атмосферы в приземный слой атмосферы уменьшается с удалённостью от объекта и не превышает установленные нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны.

Следовательно, санитарно-защитная зона на расстоянии 25 м от территории данного объекта обеспечит снижение негативного воздействия загрязняющих веществ на жилую застройку до показателей, обеспечивающих соблюдение нормативов предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (ПДК) населенных пунктов.

## ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОД ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ Р. ТЫСМЕНИЦА

## HYDROCHEMICAL MONITORING OF WATER QUALITY TOP PIECE R. TYSMENITSA

**Ю. Н. Рак, В. В. Карабин**

**Y. Rak, V. Karabyn**

*Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности,*

*г. Львов, Украина*

*julia.rak.1993@mail.ru*

*Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine*

Макрокомпонентные резервуары в верхней части реки были определены в продаже с 2014 по 2016 год службами мониторинга.

The macrocomponent reservoirs of the upper part of the river have been identified on sale 2014–2016 by monitoring services.

*Ключевые слова:* гидрохимический мониторинг, качество воды, исследование.

*Keywords:* Hydrochemical monitoring, water quality, research.

Река Тысменица берет начало на северо-востоке Карпат из источников вблизи пгт. Сходница. За тектоническим районированием район исследований лежит на границе Бориславско-Покутской зоны Предкарпатского прогиба и Скибовой зоны Украинских Карпат. Территория содержит многочисленные залежи нефти. Например, Бориславское нефтяное месторождение является одним из древнейших в Европе. Воды р. Тысменица подвергаются значительному техногенному воздействию, связанному с поступлением большого количества загрязнителей, в частности, макрокомпонентов.

Авторами осуществлен гидрохимический мониторинг поверхностных вод верхней части р. Тысменица на протяжении 2014–2016 гг. Аналитические исследования проведены в лаборатории экологической безопасности ЛГУБЖД (свидетельство об аттестации № РЛ097 / 14 от 28.07.2014) стандартными методами.

Химический состав воды существенно менялся в течение исследований. Так, в 2014–2015 гг. мы обнаружили воду гидрокарбонатного кальциево-магниевого состава с минерализацией 0,18–0,19 г / дм<sup>3</sup>:

$$M_{0,19} \frac{HCO_3^- 85 - 89 [SO_4^{2-} 8 - 9 Cl^- 3 - 7]}{Mg^{2+} 50 - 52 Ca^{2+} 36 - 42 [Na^+ + K^+ 6 - 14]} pH 8,4$$

В 2016 г. зафиксирована гидрокарбонатно-хлорная кальциево-натриевая вода с минерализацией 0,53 г / дм<sup>3</sup> и гидрокарбонатную кальциево-натриевую воду минерализацией 0,58 г / дм<sup>3</sup>:

$$M_{0,18} \frac{HCO_3^- 35 - 54 [Cl^- 22 - 46 SO_4^{2-} 19 - 25]}{Na^+ + K^+ 48 - 57 Ca^{2+} 41 - 43 [Mg 2 - 10]} pH 7,2$$

В 2016 г. существенно увеличилась минерализация вод и выросла концентрация хлоридов (с 5,25 мг / дм<sup>3</sup> в 2014–2015 гг. До 90 мг / дм<sup>3</sup> в 2016 г.) и суммы натрия и калия (с 9,8 мг / дм<sup>3</sup> до 109,5 мг / дм<sup>3</sup>) (рисунок).

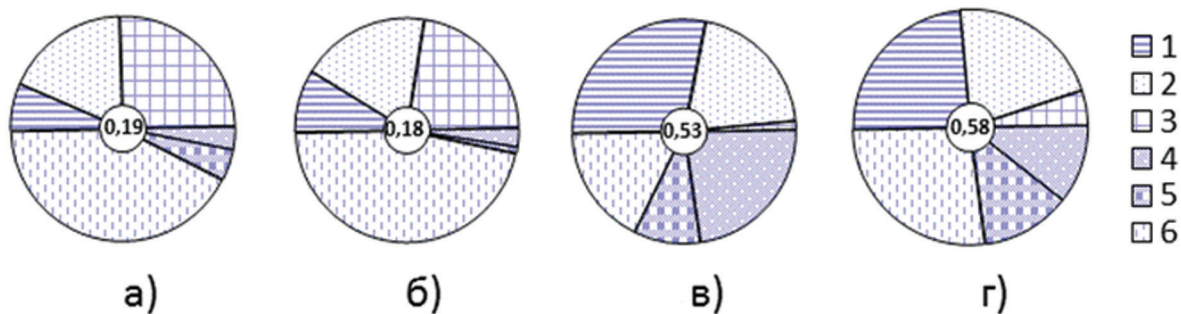


Рисунок – Характеристика макрокомпонентного состава вод верхней части р. Тышменица:  
 1 –  $K + Na_2 - Ca$ , 3 –  $Mg$ , 4 –  $Cl$ , 5 –  $SO_4$ , 6 –  $HCO_3$ ; а) 2014 г. б) 2015 г., в–г) 2016 г.

Предполагаем, что такие изменения обусловлены поступлением в воды р. Тышменица хлорида калия, который используется в буровом растворе нефтяных скважин.

## ПРОБЛЕМЫ ВЫБЫВШИХ ИЗ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЛИДСКОГО РАЙОНА ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

### PROBLEMS OF PROMOTIONAL EXTRACTION OF PEAT DEPOSITS OF THE LIDA DISTRICT OF THE GRODNO REGION

**В. А. Ракович<sup>1</sup>, В. Н. Копиця<sup>2</sup>, А. Б. Мурадов<sup>2</sup>**  
**V. Rakovich<sup>1</sup>, U. Kapitsya<sup>2</sup>, A. Muradov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Институт природопользования НАН Беларуси,  
 г. Минск, Республика Беларусь  
 mire4@tut.by

<sup>2</sup> Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
 г. Минск, Республика Беларусь  
 v\_kapitsa@iseu.by

1 National Academy of Sciences Belarus Institute For Nature Management  
 2 Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

В настоящее время большинство выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Лидского района используется не достаточно эффективно из-за особенностей их природно-генетических свойств (геоморфология, подстилающие грунты и др.) и недостаточного внимания к организации лугового хозяйства на таких землях. В районе целесообразно осуществить мероприятия по оптимизации использования выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений. На некоторых торфяных месторождениях целесообразно изменить направление использования с сельскохозяйственного на естественное лесовозобновление в сочетании с естественным повторным заболачиванием. На других выработанных торфяных месторождениях, используемых в сельском хозяйстве, целесообразно осуществить мероприятия по улучшению лугов.

Most of the peat deposits of the Lida region that have left the industrial exploitation are not used efficiently at present time, because of the peculiarities of their natural genetic properties (geomorphology, underlying soils, etc.) and insufficient attention to the organization of meadow cultivation on such lands. In the region, it is advisable to implement measures for optimization of peat deposits using that have disappeared from industrial operation. In some peat deposits it is advisable to change the direction of use from agricultural to natural reforestation in combination with natural re-waterlogging. On other developed peat deposits used in agriculture, it is advisable to implement measures to improve meadows.

*Ключевые слова:* экологические проблемы, торфяные месторождения, повторное заболачивание.

*Keywords:* ecological problems, peat deposits, repeated swamping.

В Лидском районе выработанные торфяные месторождения и участки используются преимущественно в качестве сельскохозяйственных земель и лишь несколько – для выращивания леса. Болота и выработанные торфяные месторождения имеют существенное значение для района. Площадь выработанных торфяных месторождений составляет 7044 га.

Однако не всегда капиталовложения в сельскохозяйственную рекультивацию дают ожидавшийся экономический эффект вследствие того, что не все торфяные месторождения по своим природным характеристикам (геоморфологическим, геологическим, гидрологическим, агрохимическим и др.) пригодны для создания на них сельскохозяйственных земель. Неэффективное использование выработанных торфяных месторождений в сельском хозяйстве приводит к их зарастанию древесно-кустарниковой растительностью, и, по данным информации, полученной при космической съёмке, такие территории в Лидском районе уже появились.

Большинство выработанных торфяных месторождений и небольших по площади участков выбыло из эксплуатации в 1975–1990 гг. После завершения добычи глубина остаточного слоя торфа варьировала в пределах от 0,1 до 1,0 м в связи с неровностями рельефа дна; в среднем для использования в качестве сельскохозяйственных земель при передаче землепользователям была не менее 0,5 м. Однако к настоящему времени произошло уменьшение глубины остаточного слоя торфа из-за процессов минерализации органического вещества.

Вполне очевидно, что существующая многолетняя практика использования выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений не всегда соответствует современным методам хозяйствования и природопользования, поэтому для отдельных таких территорий нуждается в пересмотре с учетом новых научных знаний. Сложившаяся ситуация объясняется тем, что решения о направлении использования выработанных торфяных месторождений принимались на стадии проектирования промышленной разработки без достаточного научного обоснования.

В районе целесообразно осуществить мероприятия по оптимизации использования выработанных торфяных месторождений на площади 2203 га. Целесообразно изменить направление использования с сельскохозяйственного на естественное лесовозобновление в сочетании с естественным повторным заболачиванием. В этом случае прекратятся затраты на возделывание малопродуктивных лугов, исчезнет осушающее воздействие на прилегающие территории, прекратится эмиссия диоксида углерода в атмосферу. Произойдет восстановление местообитаний биологического разнообразия, улучшение окружающей среды и микроклимата, постепенное снижение пожароопасности. Поглощение диоксида углерода из атмосферы составит 1714 т в год. Через 3–6 лет возобновятся процессы образования и накопления торфа, а также процессы поглощения из атмосферы диоксида углерода и выделения в неё кислорода.

На других выработанных торфяных месторождениях на площади 787 га, используемых в сельском хозяйстве, целесообразно осуществить мероприятия по улучшению лугов, что существенно повысит эффективность их использования. Экономическая эффективность от этих мероприятий составит 157,4–236,1 млн руб. в год (в ценах 2009 г.).

**АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ  
УСТАНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ШЛАМОВ И ЛАКОВ  
НА СОО «ЗОВ-ПЛИТА» Г. ГРОДНО**

**ANALYSIS OF IMPACTS ON THE ENVIRONMENT INSTALLATION  
of EQUIPMENT FOR CLEANING SLUDGE AND VARNISH «ZOV-PLITA» GRODNO**

***И.Б. Рожнова***  
***I. Razhnova***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
rozhnova.75@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Анализ хозяйственной деятельности предприятия при покраске изделий деревообработки подтвердил, что для очистки шламов и лаков установка дистилляторов SVQ 250AX, DV120 AX фирмы FORMECO S.r.l. и флотационной установки Hydrofloty 12M способствует снижению вредного воздействия на окружающую среду, сокращению потребления природных ресурсов и достижению экономического эффекта для предприятия.

Analysis of economic activities of the enterprise during the painting of wood products confirmed that for cleaning sludge and varnish installation of distillers SVQ 250AX, DV120 company AX FORMECO S. r.l. and flotation plants Hydrofloty 12M contributes to the reduction of harmful effects on the environment, reduction of natural resource consumption and achievement of economic effect for the enterprise.

*Ключевые слова:* покраска изделий, деревообработка, очистка шлама, сточная вода, дистиллятор, флотационная установка, анализ.

*Keywords:* paint products, wood processing, cleaning the sludge, waste water, distiller, flotation unit, analysis.



Процесс окраски в производстве изделий деревообработки оказывает значительное вредное воздействие на окружающую среду, а именно, образуются отходы отработанного растворителя и в сточных водах, удаляемых от производственного процесса, содержится большее количество загрязняющих веществ.

В существующем производственном корпусе СООО «ЗОВ-ПЛИТА» г. Гродно установлены четыре ручные камеры окраски и четыре автоматические. Ручные покрасочные камеры и автоматические линии работают как на растворителях, так и на красках на водной основе. Для снижения вредного экологического воздействия от хозяйственной деятельности предприятия для очистки шлама лаков и красок, образующегося в процессе окраски, произведена установка оборудования фирмы FORMECO S.r.l.: дистиллятор SVQ 250AX (для водных растворов), дистиллятор DV120 AX (для растворителей). Используя принцип дистилляции, установка позволяет выделять из использованной воды загрязняющие вещества, очищенная таким образом вода собирается в соответствующие резервуары и готова к последующему использованию. Характеристики обрабатываемого растворителя не меняются во время дистилляции, поэтому данный процесс может повторяться неограниченное количество раз. Также установлена флотационная установка Hydrofloty 12M для очистки воды гидрофильтров окрасочных камер и возвращение очищенной воды в систему оборотного водоснабжения. Установка предназначена для разделения взвешенных в жидкости мелких твердых частиц.

В результате внедрения оборотной системы водоснабжения в окрасочных камерах, очистки оборотной воды гидрофильтров в процессе флотации и дистилляции, стоки покрасочных камер обезвоживаются на 99 %, в результате чего образуется сухой остаток. Установка оборудования позволила уменьшить количество используемого растворителя на 40 % и сократить объемы вывоза шламов лаков и красок на полигон твердых коммунальных отходов более чем в 10 раз. Также за счет повторного использования очищенной в процессе дистилляции воды снижено ее потребление на производственные нужды более чем на 70 % и за счет использования очищенной в процессе флотации воды гидрофильтров в оборотном водоснабжении в окрасочных камерах более чем на 90 %.

Таким образом, при проведении анализа хозяйственной деятельности предприятия определено, что установка дистилляторов SVQ 250AX, DV120 AX фирмы FORMECO S.r.l. и флотационной установки Hydrofloty 12M способствовало снижению вредного воздействия на окружающую среду, сокращению потребления природных ресурсов и достижению экономического эффекта для предприятия.

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ РУКАВНЫХ ФИЛЬТРОВ В ОТРАСЛИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### **UPGRADE BAG FILTERS IN THE INDUSTRY OF CONSTRUCTION MATERIALS**

***И. Б. Рожнова***

***I. Razhnova***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*rozhnova.75@mail.ru*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Технология модернизации рукавных фильтров, выраженная в замене рукавных систем на картриджные в отрасли производства строительных материалов, позволяет выйти на уровень экологической безопасности с показателями запылённости в несколько раз ниже предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и приводит к улучшению условий труда работников.

Technology upgrading bag filters, expressed in the replacement of bag systems cartridge used in the production of construction materials allows to reach the level of environmental safety indicators dust several times below the maximum permissible concentrations of polluting substances in atmospheric air and leads to improved working conditions.

*Ключевые слова:* рукавные фильтры, производство, модернизация, фильтр-картриджи, выбросы, эффективность пылеулавливания.

*Keywords:* bag filters, manufacture, modernization, filter cartridges, emissions, efficiency of dust collection.

Конструкции матерчатых фильтров весьма разнообразны. Наибольшее распространение в настоящее время получили фильтры с цилиндрической формой рукава: рукавные фильтры. Рукавные фильтры в отрасли строительных материалов имеют много преимуществ по сравнению с другими конструкциями матерчатых фильтров – достаточно высокая эффективность пылеулавливания, надежность. Однако недостатки, присущие любым

технологиям фильтрации, основанным на применении тканых материалов, в рукавных фильтрах проявляются наиболее гипертрофированно. Небольшое механическое повреждение, связанное с износом, приводит к лавинному образованию непрерывно разрастающегося отверстия. В производстве строительных материалов, в присутствии «вяжущих», малейшие колебания влажности приводят к аварийной остановке рукавных фильтров. К недостаткам рукавных фильтров можно отнести многочисленность рукавов, при которой отследить целостность системы и определить источник пропускания пыли в случае механического повреждения, практически невозможно и приходится заменять весь комплект.

Научно-практический центр «Спецфильтр» при проведении научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ с опытным внедрением на Открытом акционерном обществе «Гродненский комбинат строительных материалов» модернизировал рукавный фильтр для очистки аспирационного воздуха, удаляемого от бункера вяжущего линии и места пересыпки в смеситель массозаготовительного отделения цеха по производству силикатного кирпича. А именно, существующий рукавный фильтр, в составе системы имевший 12 блоков по 6 рукавов в каждом блоке, с общей площадью фильтрации 60 м<sup>2</sup> был заменен на 2 блока фильтрации по 4 фильтр-элемента-картриджа ФВС MD 210 x 175x1200. Общая площадь фильтрации восьми элементов составила 128 м<sup>2</sup>. То есть увеличена более чем в два раза по сравнению с существующей и одновременно уменьшено число элементов с 72-х до 8-ми. Одновременно заменены плиты крепления фильтр-элементов и система обратной продувки. Установлена новая система автоматического управления системой продувки и вентилятором. По результатам проведенных работ и исследования выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух подтверждено снижение выбросов более чем в шесть раз.

## **ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ НЕНАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL ESTIMATION OF SOIL IN UNDISTURBED ECOSYSTEMS IN THE MIDDLE URALS**

***И. А. Самофалова***  
***I. Samofalova***

*ФГБОУ ВО Пермская ГСХА,  
г. Пермь, Российская Федерация,  
samofalovairaida@mail.ru  
Perm State Agricultural Academy, Perm, Russia*

Эколого-геохимическая оценка проведена для горных почв ненарушенных экосистем заповедника «Басеги» с использованием показателей: коэффициента обогащения металлом, долей техногенности металла. Установлено, что почвенный покров заповедника не испытывает сильной техногенной нагрузки и может быть эталоном ненарушенных экосистем на Среднем Урале.

Ecological-geochemical assessment was carried out for the mountain soils undisturbed ecosystems nature reserve “Basegi” using indicators: coefficient of metal enrichment, share of technogenical metal. It was found that the soil cover of the reserve does not experience strong anthropogenic impact and can be a model of undisturbed ecosystems in the Middle Urals.

*Ключевые слова:* горные почвы, заповедник, техногенность, эталон, химические элементы, оценка.

*Keywords:* mountain soil, nature reserve, technological, standard, chemical elements, estimation.

Глобальная антропогенная трансформация природных экосистем сопровождается негативными воздействиями. Освоение минеральных ресурсов стало одним из ведущих факторов развития Пермского края, что способствовало возникновению предприятий горно-промышленного профиля, которые значительно влияют на экологическую обстановку. Природно-техногенная система по своим масштабам оказывает воздействие на все элементы окружающей среды и экологическую обстановку в целом. По мере разрушения природной среды на огромных территориях заповедники постепенно превращаются в полуизолированные участки природы разной степени сохранности. В таких условиях ООПТ являются гарантом сохранения эталонных качеств экосистем и протекающих в них процессов. Для определения степени антропогенного воздействия на природную среду необходимо знать фоновые содержания в почве элементов, имеющих и естественное, и техногенное происхождение [6]. Для количественной оценки антропогенных нарушений, необходимо иметь точки отсчета (эталон), которыми должны служить показатели состояния заповедных экосистем и целинных почв, так как любая почва в ненарушенном со-

стоянии способна сохранять в целом гомеостаз природной системы. С целью поддержания круговорота вещества и энергии в биосфере необходимо сохранение почв, и особенно целинных.

Состояние почв фоновых территорий представляет нулевую точку отсчета, антропогенное изменение показателей которой во времени и пространстве позволяет оценить степень локального, регионального и глобального загрязнения почв. Глобальный фоновый мониторинг проводится в заповедниках. Химические элементы, отнесенные к загрязняющим при повышенных концентрациях, являются естественными составляющими горных пород и почв. В фоновые почвы они поступают постоянно из природных источников, а также за счет глобального антропогенного переноса. Это осложняет установление антропогенного влияния на исходный уровень содержания химических веществ в почвах [3].

Эколого-геохимическая оценка проведена для горных почв ненарушенных экосистем заповедника «Басеги». Горная полоса Урала, к которой относится территория заповедника, сложена кристаллическими сланцами и кварцитами верхнего протерозоя [2]. Территория заповедника удалена от промышленных центров. В радиусе 42–73 км западнее хребта расположены Кизеловско-Губахинский и Лысьвенско-Чусовской промышленные узлы с развитой горно-добывающей, химической и металлургической промышленностью, которые являются источниками техногенного загрязнения и при западном и юго-западном направлении ветра возможен аэральный перенос загрязнителей на заповедную территорию.

Почвенные разрезы заложены на хребте Басеги (гора Северный Басег) с высоты 950 м (гольцовый пояс) до 315 м (горно-лесной пояс). Использовали классификацию почв России [1]. Валовое содержание 13 элементов определено в 12 разрезах методом РФА на приборе «РеСпект» с атомно-абсорбционным окончанием в лаборатории физико-химии почв в Почвенном институте имени В. В. Докучаева.

Почвы исследуемой территории относятся к пяти отделам постлитогенного почвообразования: структурно-метаморфические, альфегумусовые, элювиальные, органо-аккумулятивные, глеевые. Диагностика типов и подтипов проведена по [1], результаты опубликованы ранее [4–5; 7].

Для оценки эколого-геохимического состояния почвенного покрова использовали коэффициент обогащения ( $KO$ ) почв металлом относительно почвообразующей породы. Содержание металлов и металлоидов нормируется на содержание циркония как элемента-свидетеля, который устойчив в кислой среде, характерной для исследуемых почв. Выявлено, что в исследованных почвах  $KO$  не высокий. Верхние горизонты почв в разной степени как обогащены, так и обеднены металлами по отношению к Zr. В буроземах, формирующихся на высоте более 650 м н.у.м. накапливаются Ga, Nb, Y, Pb. В органо-аккумулятивных почвах в гумусовых горизонтах накапливаются Cu, Zn, Pb и As. В буроземах горно-лесного пояса и паркового редколесья (315–600 м н.у.м.) отмечается накопление Mn, Pb, As. Максимальный коэффициент обогащения почти по всем элементам отмечается только для одного профиля бурозема (р. 19).

Варьирование  $KO$  элементов оценивали по дисперсии: Mn (0,83) > Zn (0,34) > Ga (0,26) > Cu (0,23) > Pb (0,21) > Rb (0,14) > Y (0,13) > Nb (0,11) > Cr (0,087) > Ni (0,078) > Sr (0,045). Таким образом, по максимальному варьированию выделяются Mn, Zn, Ga, Cu, Pb. Наибольшие коэффициенты обогащения Mn (2,6–3,3) характерны для почв, испытывающих переувлажнение (р. 24, 15, 17, 31, 32).

Уровень содержания загрязняющих веществ в верхних горизонтах почв, далеко находящихся от источников загрязнения, является суммой двух составляющих: природного содержания и глобального антропогенного поступления. В задачу экологического мониторинга входит выявить антропогенное влияние на экосистему. С этой целью используют показатель «доля техногенности металла»  $Tg$ , который представляет собой часть техногенного металла от валового содержания, выраженного в процентах. К техногенной доле относят долю содержания металла при  $Tg > 20$  %. В почвах заповедника  $Tg$  имеет либо отрицательные значения, что свидетельствуют о доминировании природных источников, либо менее 20 %.

Таким образом, эколого-геохимическая оценка показала, что почвенный покров заповедника не испытывает сильной техногенной нагрузки и может быть эталоном ненарушенных экосистем на Среднем Урале.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
2. Летопись природы заповедника «Басеги». – Гремячинск, 2008.
3. Мотузова, Г. В. Соединения микроэлементов в почвах: Системная организация, экологическое значение, мониторинг / Г. В. Мотузова. – Изд. 3-е. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 168 с.
4. Самофалова, И. А. Микроэлементный состав почв особо охраняемой территории ГПЗ «Басеги» в Пермском крае / И. А. Самофалова // Экология и биология почв: материалы междунар. науч. конф.: Издательство Южного федерального университета. – 2014. – С. 175–179. [<http://bio-soil.ru/?p=77>. – Дата доступа: 25.11.2014].
5. Самофалова, И. А. Почвы заповедника «Басеги» и их классификация / И. А. Самофалова, О. А. Лузянина // Пермский аграрный вестник. – 2014. – № 1 (5). С. 50–60.
6. Чернова, О. В. Экологическое нормирование: фоновые концентрации микроэлементов в почвах различного гранулометрического состава / О. В. Чернова, О. В. Бекецкая // Роль почв в биосфере: Тр. Ин-та эколого-почв-я МГУ им. М. В. Ломоносова. – Вып. 8. – М.: МАКС Пресс, 2007. – С. 113–125.
7. Samofalova, I. Genetic Characteristics of Braun Forest Soils on the Middle Urals / I. Samofalova // American Journal of Environmental Protection. – 2015. 4 (3–1). – P. 148–156. (<http://www.science-publishinggroup.com/j/ajep>).

# СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

## HEAVY METALS CONCENTRATION IN THE SOIL COVER IN THE ZONE OF INFLUENCE OF ENTERPRISES OF CEMENT PRODUCTION

*Е. А. Самусик<sup>1</sup>, С. Е. Головатый<sup>2</sup>*  
*E. Samusik<sup>1</sup>, S. Golovaty<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Гродненский государственный университет им. Янки Купалы,  
г. Гродно, Республика Беларусь  
e.samusik@mail.ru*

<sup>2</sup>*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
sscience@yandex.ru*

<sup>1</sup>*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Представлены результаты исследования по изучению загрязнения почв тяжелыми металлами в зоне влияния ПРУП «Белорусский цементный завод».

Conducted study of heavy metals contamination of soils the territory sanitary-protective zone OJSC “Belarusian Cement Plant”.

*Ключевые слова:* тяжелые металлы, загрязнение почв, производство цемента.

*Keywords:* heavy metals, pollution of soils, production of cement.

Современное индустриальное производство оказывает значительное воздействие на природу в глобальных масштабах. Загрязнение природной среды промышленными выбросами негативно влияет на здоровье людей и на состояние окружающей среды [1].

Предприятиями цементной промышленности в окружающую среду выделяется ежегодно более 27 млн. т пыли [2] из частиц цемента, асбеста, гипса, кварца и других вредных веществ, образующих зоны максимального загрязнения окружающей среды радиусом до 2 км. Помимо стационарных источников значительное влияние на состояние атмосферного воздуха оказывают залповые выбросы при производстве взрывных работ и добыче природного строительного сырья открытым способом [3]. Частицы цементной пыли могут переноситься на расстоянии до 4–5 км от источника, охватывая значительные территории [4]. На их долю приходится 2/3 промышленных выбросов твердых веществ и 44 % газообразных [5]. В некоторых странах количество пыли, ежегодно осаждающейся на поверхности почв, может достигать 10 % от всего производства цемента и составлять до 150 т на 1 км<sup>2</sup> [6].

Актуальность проведения исследований обусловлена тем, что в настоящее время обобщенных данных о содержании тяжелых металлов в почвах в зоне влияния предприятий по производству цемента в Беларуси не имеется.

Исследования проводили в зоне влияния ПРУП «Белорусский цементный завод». При проведении полевых исследований и отборе проб почв руководствовались СТБ ИСО 10381-4-2006, ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 5681-84, ГОСТ 17.4.3.04-85, ГОСТ 17.4.2.03-86.

При отборе учитывались расстояние от источника загрязнения, рельеф местности, почвенный покров. Пробы почвы отбирали с помощью тростевого бура на глубине 0–5 и 5–20 см.

Почвенно-экологическое исследование почв в зоне влияния ПРУП «БЦЗ» показало, что средневзвешенное содержание валовых форм тяжелых металлов в слоях почвы 0–5 см и 5–20 см превышает местный геохимический фон с коэффициентом аномальности для цинка – 1,5, свинца – 2,8–3,4, меди – 1,2–1,3, никеля – 1,3–1,5, мышьяка – 9,4. По сравнению со средними значениями, рассчитанными для почв г. Костюковичи, почвы (почвогрунты) этой зоны обогащены в среднем свинцом в 2,1–2,5 раз, никелем в 1,3–1,5 раз.

Содержание валовых форм цинка в почвах санитарно-защитной зоны в среднем в слое 0–5 см составляет 28,3 мг/кг, с колебанием концентраций от 21,0 до 32,0 мг/кг. В слое почвы 5–20 см концентрация элемента снижается и составляет в среднем 19,2 мг/кг, варьируя от 17,0 до 20,5 мг/кг.

Содержание кадмия в почвах этой зоны находится на уровне 0,1 мг/кг как в слое 0–5 см, так и в слое почвы 5–20 см.

Содержание меди в почвах этой зоны колеблется в пределах 2,4–6,9 мг/кг. Средневзвешенная концентрация этого элемента в почвах составляет 4,5 мг/кг – в слое 0–5 см и 4,9 мг/кг – в слое 5–20 см, фоновое значение этого показателя – 3,7 мг/кг.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Исабекова, В. Ш. Влияние производства цемента на окружающую среду / В. Ш. Исабекова, А. К. Бекболотова, Г. А. Мамбетова // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – 2014. – № 33. – С. 485–486.
2. Зубченко, М. П. Современные направления технических решений при проектировании пылеулавливающих систем цементного производства / М. П. Зубченко, Н. С. Филиппова // Экологические проблемы технологии цементного производства. – М., 1990. – Вып. 102. – С. 3–11.
3. Влиянии цементного производства на растения / А. Ю. Горчакова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – № 1. – 120 с.
4. Орлов, Д. С. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв / Д. С. Орлов, В. Д. Васильева. – М.: МГУ, 1994. – С. 80–88.
5. Дуров, В. В. Охрана атмосферного воздуха в цементной промышленности / В. В. Дуров // Цемент и его применение. – 1998. – № 6. – С. 2–3.
6. Рэуце, К. Борьба с загрязнением почвы / К. Рэуце, С. М. Кырстя. – М.: Агропромиздательство, 1986. – 221 с.

## СУХОВЕЙНЫЕ ПЕРИОДЫ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ В УКРАИНЕ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

### HOT DRY WINDS OF DIFFERENT LENGTH IN UKRAINE IN THE EARLY XXI CENTURY

**М. О. Слизе<sup>1</sup>, И. Г. Семенова<sup>2</sup>**

**M. Slizhe, I. Semenova**

*Одесский государственный экологический университет,  
Одесса, Украина  
magribinets@ukr.net, in\_home@ukr.net  
Odessa State Environmental University,  
Odessa, Ukraine*

Многодневные суховеи наиболее опасны для развития сельскохозяйственных культур. Для основных агроклиматических зон Украины была определена повторяемость суховеев различной продолжительности в течение апреля–августа 1995–2015 гг. Наибольшее количество длительных суховеев фиксируется в июле–августе, средняя продолжительность их составляет от 5 до 7 дней. Повторяемость длительных суховеев наиболее высокая в Степной зоне. Их продолжительность – от 5 суток и более – наблюдаются с мая по август. В Полесье длительность суховеев более 8 дней не наблюдалась.

The long term hot dry winds are the most harmful for agriculture crops. For main agro-climatic zones of Ukraine, was determined the repeatability of different duration hot dry winds during April–August of 1995–2015. The greatest number of long term hot dry winds was recorded in July and August, with the average length from 5 to 7 days. The Repeatability of long term hot dry winds are the highest in the Steppe zone, where hot dry winds lasting from 5 days and more are observed from May to August. In Polesseye hot dry winds lasting more than 8 days were not observed.

*Ключевые слова:* суховой, многодневный суховой.

*Keywords:* hot dry winds, long term hot dry winds.

Суховеи могут иметь различную продолжительность, от одного до нескольких дней. В отличие от однодневных, после воздействия которых растения могут полностью восстановиться, многодневные суховеи бывают губительны, особенно если они происходят ночью [1].

Цель работы – определение особенностей пространственно-временного распределения суховеев на территории Украины в современных климатических условиях.

В работе использовались данные ежедневных восьми наблюдений за период 1995–2015 гг. на 24 метеостанциях Украины, расположенных в различных агроклиматических зонах.

В качестве критерия суховея принималось одновременное выполнение, хотя бы в один из сроков наблюдения, таких условий, как температура воздуха 25 °С и выше, скорость ветра на высоте флюгера 5 м·с<sup>-1</sup> и более, относительная влажность воздуха в будке 30 % и ниже [2].

Анализ продолжительности суховейных периодов показал, что в апреле однодневные суховеи наблюдались на всех станциях, за исключением Львова и Одессы, максимальное их количество отмечено на ст. Днепр (8 случаев). В апреле распространены также случаи 2–4-дневных суховейных периодов, встречаются они на станции



ях, расположенных во всех агроклиматических зонах, наибольшее их количество зафиксировано на ст. Харьков (4 случая).

В мае растет число однодневных и 2–4 дневных суховеев, а в зоне Лесостепи и Степи появляются случаи 5–7- и 8–10-дневных суховейных периодов. Наибольшее число случаев однодневных суховеев наблюдалось на ст. Кропивницкий и Кривой Рог (27 случаев), 2–4-дневных – на ст. Запорожье (15 случаев), 5–7-дневных – на ст. Харьков (3 случая), 8–10-дневных – на ст. Запорожье (2 случая).

В июне повторяемость однодневных суховеев в целом сохраняется, но происходит увеличение количества суховеев большей продолжительности. Суховеи продолжительностью 5–7 дней встречаются в Лесостепной и Степной зонах, а 8–10-дневные в зоне Степи. Максимальное количество однодневных суховеев наблюдалось на ст. Запорожье (30 случаев), 2–4-дневных – на ст. Одесса (20 случаев), 5–7-дневных – на ст. Запорожье и Кривой Рог (5 случаев), 8–10-дневных – на ст. Симферополь (1 случай).

В июле количество однодневных суховеев увеличивается по сравнению с июнем, а число 2–4, 5–7 и 8–10-дневных суховеев сохраняется. В Лесостепной и Степной зонах появляются случаи суховеев продолжительностью 11 и более дней. Наибольшее число однодневных и 2–4-дневных суховейных периодов в июле наблюдалось на ст. Симферополь (43 и 28 случая, соответственно), 5–7-дневных – на ст. Одесса (4 случая), 8–10-дневные суховеи по одному случаю фиксировались на ст. Одесса, Ровно, Симферополь, Харьков, 11 и более дневные – на ст. Симферополь (3 случая). Длительные суховеи (5 дней и более) фиксировались в зоне Лесостепи и Степи, в то время как в Полесье наблюдались только однодневные и 2–4-дневные суховеи.

В августе происходит рост количества суховейных периодов всех продолжительностей. Наибольшее количество однодневных и 2–4-дневных суховеев наблюдалось на ст. Одесса (54 и 31 случай, соответственно), 5–7 и 8–10-дневных – на ст. Симферополь (12 и 4 случая, соответственно). Суховеи продолжительностью 11 и более дней зафиксированы по одному разу на ст. Кропивницкий, Мариуполь, Симферополь. В Полесье суховеи продолжительностью 8 и более дней не наблюдались.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бучинский, И. Е. Засухи и суховеи / И. Е. Бучинский. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 214 с.
2. Полевой, А. Н. Сельскохозяйственная метеорология / А.Н. Полевой. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 424 с.

## ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЦИКЛОНОВ НАД БЕЛАРУСЬЮ В СОВРЕМЕННЫЙ КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПЕРИОД

## THE FEATURES MOVING OF CYCLONES OVER BELARUS UNDER CURRENT CLIMATE CONDITIONS

**Е. Н. Сумак<sup>1</sup>, И. Г. Семенова<sup>2</sup>**

**K. Sumak<sup>1</sup>, I. Semenova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения  
и мониторингу окружающей среды,  
г. Минск, Республика Беларусь  
katasbelarus@gmail.com*

<sup>2</sup> *Одесский государственный экологический университет,  
г. Одесса, Украина  
in\_home@ukr.net*

<sup>1</sup> *Center of hydrometeorology and control of radioactive contamination and environmental monitoring  
of the Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

<sup>2</sup> *Odesa State Environmental University, Odesa, Ukraine*

Анализировалась повторяемость и циркуляционные условия перемещения циклонов различных направленностей через территорию Беларуси. Создана база данных циклонов. Построены карты-схемы траекторий.

The frequency and circulation conditions of the cyclones of different trajectories were analyzed over Belarus. The database of the cyclones was created. The chart-maps of trajectories of the cyclones were constructed.

*Ключевые слова:* циклоны, циркуляционные условия, индекс блокирования.

*Keywords:* cyclones, circulation conditions, blocking index.

Циклоны являются основными синоптическими объектами, определяющими сложный характер погодных условий и режим увлажнения в умеренных широтах. Интенсивность циклонической деятельности над Европой

зависит от динамики центров действия атмосферы в Северной Атлантике и положения ведущего потока в тропосфере. Республика Беларусь находится в центре Восточной Европы, поэтому большинство циклонов, смещающихся в эту часть континента, проходят через ее территорию. Целью исследования является анализ повторяемости и циркуляционных условий перемещения циклонов различных траекторий через территорию Беларуси в период 1995–2015 гг.

Для территории Восточной Европы, в том числе и Беларуси, характерными являются три основных типа траекторий циклонов: западные, северо-западные («ныряющие») и южные циклоны. Первый из них образуется при зональном типе атмосферной циркуляции, остальные – при меридиональных процессах. В результате выполненного исследования получено, что через территорию Беларуси в среднем в год перемещалось 15–16 циклонов различных траекторий. Западные циклоны наиболее часто наблюдались в марте и декабре. Северо-западные циклоны имели наибольшую повторяемость в январе и феврале. Наибольшее количество южных циклонов пришлось на теплое время года – апрель, май и июль.

Большинство западных циклонов, которые проходили через территорию Беларуси, образовались в полосе широт 50–60° с.ш. над районами Западной Атлантики, Великобританией, Северным морем и югом Балтийского моря. Основной особенностью этих циклонов является изменение траектории после пересечения территории Беларуси, большинство из них поворачивало к северо-востоку, меньшая часть – к югу. Южные циклоны перемещались на территорию Беларуси из всех районов Средиземноморья, Балканского полуострова и Черного моря. Северо-западные циклоны в основном образовывались над Норвежским морем и проходили через Скандинавский полуостров, а над территорией Беларуси значительная часть циклонов поворачивала к северо-востоку.

Оценка состояния зонального потока с использованием Европейского континентального индекса блокирования (ЕСВИ) показала, что в исследуемый период большинство западных циклонов (78 %) смещалось при устойчивом западном потоке (ЕСВИ<0) и отсутствии блокирующих эпизодов над Восточной Европой. 13 % случаев западных циклонов сопровождалось перестройкой высотного поля с меридионального на зональный или наоборот. Северо-западные циклоны в 60 % случаев смещались на территорию Восточной Европы при преобладании западного переноса на высотах. Однако остальные циклоны зарождались при наличии блокирования (ЕСВИ>0), либо сопровождалось меридиональной перестройкой высотного поля давления. Южные циклоны в 38 % случаев выходили на территорию Восточной Европы при наличии блокирующих процессов; 45 % циклонов переместились при наличии устойчивого зонального переноса. 16 % случаев южных циклонов сопровождалось перестройкой высотного поля давления, что выявлялось по смене знака индекса блокирования ЕСВИ.

## **СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ КРУПНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

### **CONTENT OF CHEMICAL ELEMENTS IN SOILS OF LARGE-SCALE AGRICULTURAL PRODUCERS**

***Г. В. Толкач<sup>2</sup>, С. С. Позняк<sup>1</sup>***  
***G. Taukach, S. Pazniak***

*<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
pazniak@iseu.by*

*<sup>2</sup>Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина,  
г. Брест, Республика Беларусь*

*<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>Brest State University named after A.S. Pushkin, Brest, Republic of Belarus*

В условиях интенсивного сельскохозяйственного производства при соблюдении технологических регламентов содержание химических элементов в почвах крупных сельскохозяйственных предприятий района не превышает установленных нормативов. В зонах размещения крупных животноводческих комплексов (племзавод «Мухавец», ОАО «Комаровка», КУСП «Молодая гвардия», СПК «Остромечье») отмечается повышенное содержание валовых соединений химических элементов: содержание Со в 22 % проб достигало значений ОДК, превышение фонового содержания в 2 раза наблюдалось для Mn (64 % проб) и Cr (30 % проб); превышение фона в 1,5 раза – для Pb (19 % проб) и Cu (39 % проб), что свидетельствует о необходимости проведения периодического контроля технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

In conditions of intensive agricultural production in the observance of technological regulations the content of chemical elements in the soils of large-scale agricultural enterprises in the district does not exceed the established standards. In areas where large livestock breeding complexes are located (the breeding plant «Mukhavets», JSC

Komarovka, Molodaya Gvardya, Ostromechevo), the increased content of the gross chemical compounds is registered: the content of Co in 22 % of the samples reached the values of the APC, the background content exceeded 2 times, which was observed for Mn (64 % of samples) and Cr (30 % of samples); the background exceeded 1,5 times – for Pb (19 % of samples) and Cu (39 % of samples), which indicates the need for cycle monitoring of crop production technologies.

*Ключевые слова:* сельскохозяйственные предприятия, почвы, химические элементы, среднереспубликанские региональные кларки.

*Keywords:* agricultural enterprises, soils, chemical elements, average regional clarkes.

В ходе проведенных исследований выявлено, что содержание валовых соединений химических элементов в почвах крупных сельскохозяйственных предприятий района не превышает установленных нормативов, что связано, вероятно, со строгим соблюдением технологических регламентов выращивания сельскохозяйственных культур.

Следует отметить, что среднее содержание химических элементов в почвах некоторых крупных сельскохозяйственных производителей значительно выше среднереспубликанских региональных кларков (рисунок). Так, содержание кобальта в 22 % проанализированных проб приближалось к допустимой концентрации (ГУСП «Племзавод Мухавец», СПК «Остромеcheво», ОАО «Комаровка», ОАО «Агробуг»), превышение значений кларка в 1,5 раза отмечалось в почвах КУСП «Пограничник», ОАО «Птицефабрика Медновская», ОАО «СПЦ «Западный», ОАО «Агровита», ОАО «Агросад Рассвет», в 2 раза – ОАО «За мир».

Превышение фонового значения марганца более чем в 2 раза наблюдалось в 64 % проб, в том числе в 4 раза в почвах ОАО «Птицефабрика Медновская», ГУСП «Племзавод Мухавец», в 1,5 раза – КУСП «Пограничник», ОАО «СПЦ «Западный», ОАО «Агро-сад Рассвет», СПК «Остромеcheво», ОАО «За мир».

Превышение фонового значения хрома в почвах почти в 2 раза наблюдалось в 30 % проб, в том числе в 2 раза в КУСП «Пограничник», в 1,5 раза – ОАО «Агросад Рассвет», ГУСП «Племзавод Мухавец», СПК «Остромеcheво», ОАО «За мир».

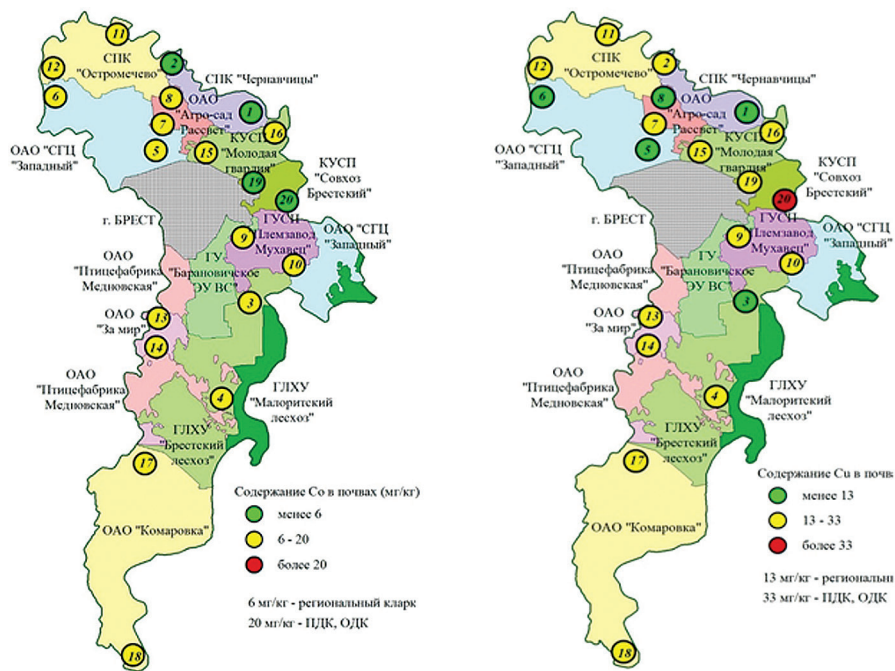


Рисунок – Карта-схемы содержания химических элементов в почвах сельскохозяйственных предприятий Брестского района

Превышение фонового значения свинца в почвах более чем в 1,5 раза наблюдалось в 19 % проб (ОАО «СПЦ «Западный», ОАО «Агросад Рассвет», ГУСП «Племзавод Мухавец», СПК «Остромеcheво»), а фонового значения меди – в 39 % проб (ОАО «Агросад Рассвет», ГУСП «Племзавод Мухавец», СПК «Остромеcheво»).

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что при соблюдении технологических регламентов применения средств химизации даже в условиях интенсивного сельскохозяйственного производства, содержание химических элементов в почвах крупных сельскохозяйственных предприятий района не превышает установленных нормативов. В то же время, учитывая повышенные величины содержания основных элементов в почвах, по сравнению со среднереспубликанскими региональными кларками, необходимо проведение тщательного периодического контроля за загрязненностью почвенного и растительного покрова.

# REALLOCATION OF AGRICULTURAL LANDS THROUGH LAND CONSOLIDATION; A CASE STUDY OF GEVREKLI (TURKEY)

**E. Tusat<sup>1</sup>, F. Sari<sup>2</sup>, F. Mikayilsoy<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Selcuk University, Cumra School Of Applied Sciences, Cumra-Konya/Turkey,  
etusat@selcuk.edu.tr*

<sup>2</sup>*Selcuk University, Cumra School Of Applied Sciences, Cumra-Konya/Turkey,  
fatihisari@selcuk.edu.tr*

<sup>3</sup>*Igdir University, Faculty of Agriculture, Igdir/Turkey,  
fariz.m@igdir.edu.tr*

Land consolidation projects are widely used for the reorganization of agricultural land. In-field development services for increasing agricultural production relate to the shape and dimensions of the agricultural lands that form the basis of agricultural activities. In this study, the Gevrekli (Konya – Turkey) consolidation project was examined. The number of parcels, average parcel size, and number of shares per parcel were compared before and after the consolidation. From the obtained data, the effects of the consolidation project on the structural condition of agricultural parcels were examined. These values were interpreted according to the results obtained.

Проекты консолидации земель широко используются для реорганизации сельскохозяйственных угодий. Услуги по развитию в полевых условиях для увеличения сельскохозяйственного производства связаны с формой и размерами сельскохозяйственных земель, которые составляют основу сельскохозяйственной деятельности. В этом исследовании был рассмотрен проект консолидации Геврекли (Конья – Турция). Количество посылок, средний размер посылки и количество акций в пакете сравнивались до и после консолидации. Из полученных данных были рассмотрены последствия проекта консолидации для структурного состояния сельскохозяйственных участков. Эти значения были интерпретированы в соответствии с полученными результатами.

*Keywords:* agricultural land, land use, land consolidation.

*Ключевые слова:* сельскохозяйственные земли, землепользование, консолидация земель.

In recent years, the rate of increase in the world population that has reached unimaginable proportions, and the problems as a consequence of excessive use of natural resources by people have brought about unforeseeable consequences, and sometimes even disasters [3]. Recently, targeted governmental environmental programs have been established to support ecosystem restoration, sustainable land management and livelihood improvement [6]. In Turkey, 8,5 million ha (out of an arable area of 28,5 million ha) can be irrigated economically, but, at present, only 4,8 million ha are being irrigated. The average farm size was 10ha in 1950, 6,8ha in 1980, 5,9ha in 1990, and 6,1ha in 2001; the numbers of farms in the same years were 2,2 million, 3,5 million, 3,9 million, and 3,02 million, respectively [3; 6].

One of the major problems of agriculture in Turkey is the bad business structure. Agricultural land in Turkey is small, fragmented and scattered, which causes a failure in proper exploitation of irrigation and transportation networks, renders irrigation management hard and makes it difficult to obtain the expected benefits from water and land resources [1]. To prevent the aforementioned problems, legal and juridical arrangements are made in order to prevent more fragmentation and alteration, and also to heal already existing decrements, fragmentation and disorder. A project which rearranges agricultural lands is called land consolidation [8].

Land consolidation is defined in two ways. In a narrow sense, land consolidation is the process of “consolidating fragmented properties without any infrastructural work”. In a broader sense, consolidation includes “consolidation of fragmented properties, as well as all infrastructure services that need irrigation, drainage, transport, soil-water conservation measures and rural settlement” [4]. Land consolidation is a tool for improving the effectiveness of land cultivation and for supporting rural development [7]. Land consolidation is defined in Article 20 of Law 3083 as “intending to consolidate agricultural lands that have been so fragmented as not to allow economic production and, when needed as far as possible, by expanding them; and to prevent farming lands from getting fragmented and decreased in size so that it will not be adequate enough for families to get their livelihoods and make use of family workforce” [9]. Therefore, land consolidation aims not only to consolidate lands but also to reorganize the country.

The research area is the neighborhood of Gevrekli in the Seydişehir district of the Konya province (Turkey). The project site is located between 37° 31' 50" - 37° 35' 33" N latitudes and 31° 50' 30" - 31° 54' 30" E (WGS84 datum) longitudes. It is a project that involves 2292 landholders containing 8249 parcels (plots) covering an area of 16290da. The project was implemented by Konya Regional Directorate of Agriculture Reform between 2009–2011. According to the 2010 census, the population of the village is 1868. The main source of livelihood for the local people is agriculture and animal husbandry. Distance to the district center is 14km, and distance to Konya provincial center is 77 km.

In the new state of the Gevrekli consolidation project, 185 blocks were created. Minimum Block Parcel Area is 1364,43 m<sup>2</sup>, Maximum Block Parcel Area is 274213,05 m<sup>2</sup>, and Average Block Parcel Area is 82386,59 m<sup>2</sup>. In the par-



celing plan, some of the shapes of the blocks are distorted to ensure that the traffic routes of the fields are connected to the village center and the existing stabilized roads are maintained. Common areas such as road, irrigation and drainage systems are also in use at 88.1ha, with a 5,47 % cut from the relevant shares of the project site owners. In the Gevrekli consolidation project, the number of pre-project parcels are 8268 whereas the number of parcels after the project are 3637. The average parcel area are 1,95da before the project but 4,21da in the new case. There were 10112 shares in the 8268 cadastral parcels before the project. This indicates a fragmented and disorganized share structure. The number of parcels per business is 3,6 before consolidation and 1,1 after consolidation. According to this, each business is given a single piece of land in the new situation in return for their old lands. While the total border length was 1550942m in the old case, it is 870123 m in the new case. Consequently, the decrease in the total border length is 680819m. Given the margin of approach to the border is 50cm in cultivating land during agricultural activities, the total net land use has increased by 34 ha.

With the application of land consolidation projects, the number of parcels are decreasing. Thus, farmers are carrying out agricultural activities on a single piece of land rather than farming 5–6 pieces of land. As a result, the distance covered to go to one's land is reduced and time and fuel savings are ensured. Parcel size and net land use increase, and agricultural mechanization become easier. Joint ownership and the number of shares are decreasing, and share problems among village residents are disappearing. As a result, social peace is provided among the people living in the village. There are no parcels that do not have a road front or that do not benefit from the irrigation system. Since labor and time savings are provided, economical and efficient production is being made. Consolidation projects make it easier to implement environmental and natural conservation projects.

#### REFERENCES

1. *Ayten, T.* Arazi Toplulaştırma Çalışmalarında Optimizasyon // Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2007, 74 s, Konya (in Turkish).
2. *Babagiray, Z.* Tarımsal Yapı Bozuklukları ve İşletmelerin Analizi // Turktarım, 2006, S. 171, P.19–24 (in Turkish).
3. *Boyras, Z.* Kırsal Alanlarda Arazi Toplulaştırma Çalışmalarının Önemi / Z. Boyras, Ö. Üstündağ // e-Journal of New World Sciences Academy, 2008, ISSN: 1306-3111, V. 3, № 3, Article Number: C0076, (in Turkish).
4. *Çevik, B.* Arazi Toplulaştırma / B. Çevik, O. Tekinel//Çukurova Üniversitesi Ders Notları, Adana, 1987. (in Turkish).
5. *Gun, S.* Legal state of land consolidation in Turkey and problems in implementation // Pakistan Journal of Biological Science. – 2003. – V. 6, № 15. – P. 1380–1383.
6. *Milton, S. J.* Economic incentives for restoring natural capital in Southern African range lands / S. J. Milton, W.R.J. Dean, D.M. Richardson // Frontiers in Ecology and the Environment. – 2003. – V.1. – P. 247–254.
7. *Sklenicka, P.* Applying evaluation criteria for the land consolidation effect to three contrasting study areas in the Czech Republic // Land Use Policy. – 2006. – V. 23. – P. 502–510.
8. *Uyan, M.* Spatial decision support system design for land reallocation: A case study in Turkey / M. Uyan, T. Cay, O. A. Akcakaya// Computers and Electronics in Agriculture. – 2013. – V. 98. – P. 8–16.
9. The Official Gazette (Resmi Gazete). Sulama Alanlarında Arazi Düzenlemesine Dair Tarım Reformu Kanunu // T. C. Resmi Gazete, 1.12.1984. Sayı: 18592, Başbakanlık Basımevi, Ankara (in Turkish).

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НЕКОТОРЫХ РЕЧНЫХ ВОД АДЖАРСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ ECOLOGICAL MONITORING OF SOME OF THE RIVER WATERS IN AJARA AUTONOMOUS REPUBLIC

***M. С. Цецхладзе, Н. Д. Ломтатидзе, Н. Г. Гачава***  
***M. Tsetskhladze, N. Lomtadze, N. Ghachava***

*Батумский государственный университет им. Шота Руставели,  
г. Батуми, Грузия  
m-marie@mail.ru  
Batumi State University, Batumi, Georgia*

Цель – проведение экологического мониторинга речных вод Аджарии. В частности, для определения содержания тяжелых металлов, таких как свинец, кадмий, мышьяк, никель и железо, в реках Чорохи, Кинтриши, Барцхан, Меджиницкали. Исследование проводилось с использованием атомно-адсорбционного аппарата, на котором мы проводили электротермическое распыление в графитовой кювете. Результаты анализа показали, что, основываясь на исследовании, можно сделать вывод, что содержание тяжелых металлов (свинца, кадмия, мышьяка, никеля и железа) в некоторых реках Аджарии: Чорохи, Кинтриши, Барцхан и Меджинишкали находится в пределах Максимально допустимые пределы.



Our goal was to conduct ecological monitoring of the river waters of Adjara. In particular, to determine the content of heavy metals, such as lead, cadmium, arsenic, nickel and iron in the Chorokhi, Kintrishi, Bartskhan, Medzhinitskali rivers. The study was carried out using an atomic adsorption apparatus on which we performed electrothermal atomization in a graphite cuvette. The results of the analysis showed that, based on the survey, it can be concluded that the content of heavy metals (lead, cadmium, arsenic, nickel and iron) in some Adjara: Chorokhi, Kintrishi, Bartskhan and Medzhinitskali rivers is within the maximum permissible limits.

*Ключевые слова:* экологический мониторинг, загрязнение водных ресурсов, окружающая среда, тяжелые металлы.

*Keywords:* environmental monitoring, water pollution, the environment, heavy metals.

Загрязнение водных ресурсов представляет собой большую угрозу для биоразнообразия и целостности экосистем, также для здоровья человека. Среди существующих в окружающей среде многочисленных отходов, концентрация которых достигает опасных границ, следует отметить тяжелые и токсичные металлы. Им свойственна биоаккумуляция, и даже в малых концентрациях они могут вызвать токсический эффект. В современных условиях все большее значение приобретает значимость экологических проблем и природоохранная деятельность. Опасные для человека и экосистемы вещества попадают в окружающую среду и накапливаются в различных ее элементах. Развитие производства и производственных комплексов увеличило количество сточных вод. Почти 50 % неочищенных сточных вод приходится на жилищно-коммунальное хозяйство, 32 % на промышленность и 12 % на сельское хозяйство. Неочищенные сточные воды попадают в окружающую среду, изменяя химический состав и физические характеристики рек, что требует создания новых технологий для очистки воды. Для решения этих проблем большое значение имеет не только нормирование водоснабжения и рациональное использование воды, но и требуется создание новых технологий для очистки потребленной воды.

Нашей целью было проведение экологического мониторинга речных вод Аджарии. В частности, определить содержание таких тяжелых металлов, как свинец, кадмий, мышьяк, никель и железо в реках Чорохи, Кинтриши, Барцхана, Меджинисцкали. Исследование проводилось при помощи атомно-адсорбционного аппарата, на котором мы осуществляли электротермическую атомизацию в графитовой кювете. Результаты анализа показали, что на основе проведенного исследования можно сделать вывод о том, что в некоторых реках Аджарии: Чорохи, Кинтриши, Барцхана и Меджинисцкали содержание тяжелых металлов (свинец, кадмий, мышьяк, никель и железо) оказывается в рамках предельно допустимых норм.

## **АЗОТНЫЙ ФОНД ДЕГРАДИРОВАННОЙ ТОРФЯНО-МИНЕРАЛЬНОЙ ПОЧВЫ И ЕГО ВНУТРИСЕЗОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ**

### **NITROGEN POOL FOR DEGRADED PEAT-MINERAL SOILS AND ITS IN-SEASON VARIATIONS**

***Н. Н. Цыбулько<sup>1</sup>, А. А. Зайцев<sup>2</sup>, И. И. Жукова<sup>3</sup>, Е. Б. Евсеев<sup>2</sup>***

***N. Tsybulka<sup>1</sup>, A. Zaitsev<sup>2</sup>, I. Zhukov<sup>3</sup>, E. Evseev<sup>2</sup>***

<sup>1</sup>*Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*Tsybulka@komchern.org.by*

<sup>2</sup>*Институт радиологии,*

*г. Гомель, Республика Беларусь*

<sup>3</sup>*Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>1</sup>*Department on the Liquidation of the Consequences of Chernobyl NPP Catastrophe, Minsk, Belarus*

<sup>2</sup>*Institute of Radiology, Gomel, Republic of Belarus*

<sup>3</sup>*Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank, Minsk, Republic of Belarus*

В структуре азотного фонда деградированной торфяно-минеральной почвы удельный вес минеральных соединений азота не превышает 0,3–0,5 %, а 99,5–99,7 % составляют органические соединения азота. При запасе в среднем за вегетационный период минерального азота в пахотном слое почвы 25,8 кг/га удельный вес N-NH<sub>4</sub> составляет 70 %, N-NO<sub>3</sub> – 30 %.

In the structure of the nitrogen pool of degraded peat-mineral soils, the specific weight of mineral nitrogen compounds does not exceed 0,3–0,5 %, and 99,5–99,7 % organic nitrogen compounds. With an average reserve of mineral nitrogen in the arable soil layer of 25,8 kg/ha, the specific weight of N-NH<sub>4</sub> is 70 %, N-NO<sub>3</sub> is 30 %.

*Ключевые слова:* азот, азотный фонд, общий азот, минеральные формы азота, динамика, соотношения.

*Keywords:* nitrogen, nitrogen pool, total nitrogen, mineral forms of nitrogen, dynamics, relationships.

В исследованиях на деградированной торфяно-минеральной почве установлено, что при содержании органического вещества 59,0–64,2 % запас общего азота ( $N_{\text{общ}}$ ) в пахотном слое составляет 12,9–15,5 т/га, минерального азота ( $N_{\text{мин}}$ ) – 20–32 кг/га. Удельный вес минеральных соединений азота в структуре азотного фонда данной почвы не превышает 0,3–0,5 %, остальные 99,5–99,7 % приходится на органические соединения азота. При запасе в среднем за вегетационный период  $N_{\text{мин}}$  в почвы 25,8 кг/га удельный вес аммонийного азота ( $N\text{-NH}_4$ ) составляет 70 %, нитратного азота ( $N\text{-NO}_3$ ) – 30 %.

Количество минеральных форм азота в почве подвержено существенным внутрисезонным колебаниям. Содержание  $N\text{-NO}_3^-$  изменяется в течение вегетационного периода от 1,1 до 30,2 мг/кг почвы, при среднем значении за этот период 9,2 мг/кг почвы. Максимальное содержание его наблюдается в весенний период (начало апреля) и составляет 14,2–30,2 мг/кг почвы (в среднем 22,0 мг/кг). В дальнейшем наблюдается снижение  $N\text{-NO}_3^-$ , что обусловлено интенсивным потреблением растениями данной формы азота.

В отношении  $N\text{-NH}_4^+$  наблюдается несколько иная закономерность. В целом содержание его изменяется в течение вегетационного периода (апрель–сентябрь) от 3,3 до 51,7 мг/кг почвы, при среднем значении за этот период 21,9 мг/кг почвы. В весенний период в пахотном слое почвы содержалось  $N\text{-NH}_4^+$  9,9–25,0 мг/кг почвы (в среднем 14,2 мг/кг почвы). В весенне-летний период (апрель–июль) происходят интенсивные процессы аммонификации азота в почве и накопление его в аммонийной форме, которое составило 39,5–51,7 мг/кг почвы. Во второй половине вегетационного периода содержание  $N\text{-NH}_4^+$  резко снижается (рисунок).

Установлены закономерности внутрисезонных изменений соотношения нитратной и аммонийной форм азота в составе минерального азота в исследуемой почве. В весенний период в составе  $N_{\text{мин}}$  преобладал нитратный азот, на долю которого приходилось 61 %, на долю аммонийного азота – 39 %, а в летний период (июль) преобладал  $N\text{-NH}_4$ , составляющий 92–93 %, а удельный вес  $N\text{-NO}_3$  всего 7–8 %. Это свидетельствует о том, что в период активной вегетации и формирования биомассы растений в азотном питании их преобладала нитратная форма азота и в почве интенсивно проходили процессы аммонификации.

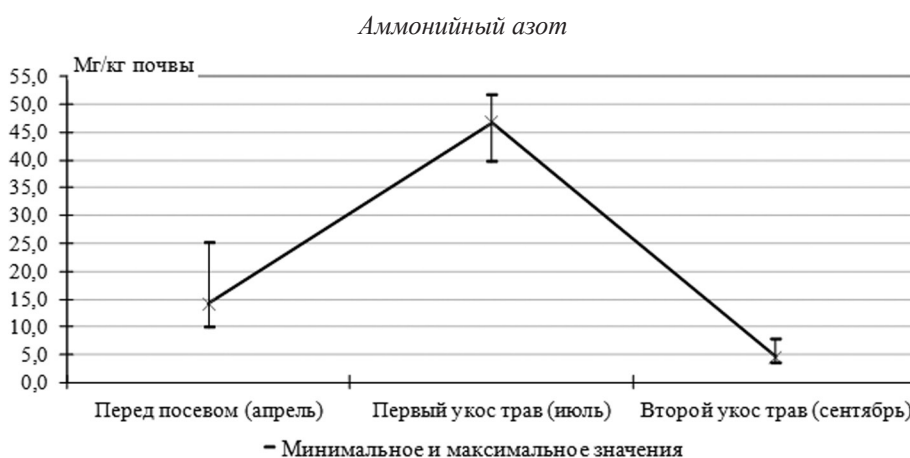
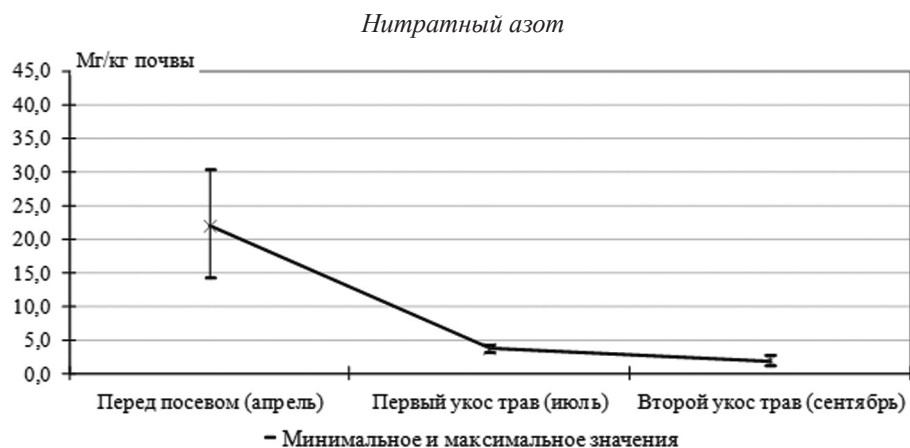


Рисунок – Внутрисезонные колебания содержания нитратного и аммонийного азота в почве

В целом за вегетационный период в составе минеральных соединений почвенного азота основной удельный вес (около 70 %) занимала аммонийная форма азота, а на долю нитратной формы приходилось порядка 30 %. Азотные удобрения не оказали существенного влияния на соотношение между нитратным и аммонийным азотом

в почвах. В зависимости от доз удобрений оно изменялось в летний период после первого укоса трав в пределах 1,0 : 12,2–13,0, в осенний период в после второго укоса трав 1,0 : 2,0–2,6.

## ОТХОДЫ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ PHARMACEUTICALS WASTE

**Е. Щербина<sup>1</sup>, А. Батян<sup>1</sup>, А. Кирейков<sup>2</sup>**  
**Е. Shcherbina<sup>1</sup>, А. Batyan<sup>1</sup>, А. Kireykov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

г. Минск, Республика Беларусь

egorsherbina@gmail.com

<sup>2</sup> РУП «Бел НИЦ «Экология»,

г. Минск, Республика Беларусь

<sup>1</sup> Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup> RUE «Bel RC «Ecologia», Minsk, Republic of Belarus

Большие количества просроченных и неиспользованных лекарств накапливаются в быту. Это происходит из-за бесконтрольного выпуска лекарственных средств. Большая часть просроченных или неиспользованных лекарств, которые накапливаются в быту (бытовых медицинских отходов), выбрасывается в мусор или спускают в канализацию, потенциально загрязняющих сточные воды, водные ресурсы и питьевую воду.

Large quantities of overdue and unused medicines accumulate in everyday life. This is due to the uncontrolled release of medicines. Most of the overdue or unused medicines that accumulate in everyday life (household medical waste) are thrown into garbage or discharged to sewerage, that will potentially pollute household sewage, water resources and drinking water.

*Ключевые слова:* цитостатики, отходы, фармацевтические препараты.

*Keywords:* cytostatics, waste, pharmaceuticals.

Существуют доказательства того, что фармацевтические активные вещества попадают в окружающую среду, но риск для здоровья населения от воздействия веществ лекарственных средств в окружающей среде в настоящее время неизвестен. В Беларуси нет законодательства, касающегося бытового сбора медицинских отходов и их утилизации.

С другой стороны, существует проблема, связанная с утилизацией фармацевтических отходов на национальном уровне. В Республике Беларусь, система работы с фармацевтическими продуктами с истекшим сроком годности и высокотоксичных препаратов до сих пор не была налажена. По данным государственной статистики, в 2015 г. в Республике Беларусь образовалось 8,98 т фармацевтических отходов (с истекшим сроком годности лекарственных средств, фармацевтических препаратов, которые стали непригодными для использования, остатков) и 46,5 тонн цитостатических лекарственных средств с истекшим сроком годности (стали непригодными; остатки).

Из 8,98 тонн фармацевтических отходов, и оставшихся с прошлого года (1,79 т – в 2014 г.) были использованы 2,88 т; 1,24 т нейтрализовали; 4,50 т были захоронены на свалках; а оставшиеся 0,57 т находятся на хранении на территории организации производителя. Таким образом, наличие отходов в конце года составило 2,15 т.

Что касается цитотоксических лекарственных средств, то образовалось 46,5 т и оставшихся с прошлого года (94,86 т – в 2014 г.), из них 5,95 т были использованы, 63,27 т нейтрализованы; 4 т находятся на хранении на территории организации производителя; наличие отходов к концу года составило 72,13 т.

Основная проблема – переработка цитотоксических фармацевтических продуктов – это отходы первого класса опасности, которые образуются многих медицинских учреждениях страны. Цитотоксические препараты – лекарства, которые широко и успешно применяются для лечения онкологических заболеваний. Они могут легко проникать в организм человека через легкие, постепенно оказывая неблагоприятное воздействие на кроветворную, репродуктивную функцию и иммунную систему. Наиболее опасны эти препараты при температуре выше 20 °С. Требованиями санитарных норм и правил для отходов цитостатических фармацевтических препаратов предложен способ утилизации пиролизным сжиганием при температурах не ниже 1200 °С. В нашей стране печи с аналогичными температурными условиями используются только несколькими предприятиями, которые в свою очередь задействованы в производственном процессе и не предназначены для сжигания отходов цитостатиков. В соответствии с положениями нормативных правовых актов, при отсутствии технологий уничтожения фармацевтических опасных отходов (цитотоксических), они должны храниться в специальных помещениях, для возможности утилизации в будущем, в случае внедрения необходимых технологий.

На национальном уровне, проблема утилизации цитостатиков может быть решена путем организации сжигания при температуре не ниже 1200 °С в специальных установках, что требует приобретения специального оборудования, а также разработки новых технологий для утилизации отходов цитостатиков.

Решение этого вопроса требует значительных финансовых вложений и участия всех заинтересованных органов государственного управления, а также исполнительных и распорядительных органов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Zarook, M. Shareefdeen Medical waste Management and Control / Zarook M. Shareefdeen // Journal of Environmental Protection. – 2012. – № 3. – p.1625–1628.

2. Longe, E.O., A preliminary study of medical waste management in Lagos Metropolis, Nigeria / E. O. Longe, A. Williams // Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng. – 2006. – Vol. 3, № 2. – P. 133–139.

## ОБРАЩЕНИЕ С МАСЛОСОДЕРЖАЩИМИ ОТХОДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ HANDLING WITH OIL-CONTAINING WASTE IN BELARUS

**Е. Щербина<sup>1</sup>, С. Мельнов<sup>1</sup>, А. Кирейков<sup>2</sup>  
E. Shcherbina<sup>1</sup>, S. Melnov<sup>1</sup>, A. Kireykov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
egorsherbina@gmail.com

<sup>2</sup> РУП «Бел НИЦ «Экология», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>1</sup> Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup> RUE «Bel RC «Ecologia», Minsk, Republic of Belarus

Актуальность проблемы загрязнения окружающей среды отходами отработанных масел объясняется, прежде всего, широким спектром их действия на организм человека. Продукты горения и сами вещества отходов отработанных масел оказывают негативное влияние практически на все системы организма, оказывая токсическое, аллергическое, канцерогенное, гонадотропное действие.

The relevance of the problem of pollution of the environment with wastes of used oils is explained, first of all, by a wide range of their effects on the human body. The combustion products and the waste substances of used oils have a negative impact on virtually all body systems, exerting a toxic, allergic, carcinogenic, gonadotropic effect.

*Ключевые слова:* нефть, маслосодержащие отходы, канцерогены, тяжелые металлы.

*Keywords:* oil, oil-containing waste, carcinogens, heavy metals.

В связи с ростом мировых цен на сырую нефть и нефтепродукты возникла необходимость разработки и внедрения новых методов и технических решений высокоэффективного использования топлива, тепловой энергии и вторичных энергетических ресурсов в промышленности. На многих предприятиях промышленности имеются резервы экономии топлива именно за счет более полного использования вторичных энергоресурсов. На любых промышленных предприятиях образуются различные виды отработанных масел. Это делает обоснованным поиск решений, направленных на совершенствование процессов их переработки в противовес топочному сжиганию, так как в любом случае последнее сопряжено с выбросами в атмосферный воздух вредных загрязняющих веществ и парниковых газов, что находится в полном противоречии с защитой здоровья человека и взятыми на себя страной международными обязательствами.

По данным Концерна «Белнефтехим», организациями концерна в 2015 году произведено 142 175,8 т, из них реализовано на внутреннем рынке 47 477,8 т, на внешнем – 94 698 т.

В тоже время, по данным государственной статистической отчетности; в 2015 г. на предприятиях республики образовалось около 28 тыс. т отработанных масел, относящихся к отходам производства.

На себя обращает внимание факт расхождения расчетного количества образующихся отработанных масел и их реально зафиксированных количеств как отходов, что свидетельствует о большом количестве этих отходов, утилизируемых неприемлемыми методами.

Отработанные масла, попадающие в окружающую среду, лишь частично обезвреживаются в результате естественных природных процессов и связанных с испарением, трансформацией и разложением нефтепродуктов под влиянием температурных климатических процессов, ультрафиолета солнечного излучения. Основная же их часть является источником загрязнения почвы, водоемов и атмосферы. Накапливаясь в различных средах, раз-

рушая естественные экосистемы они приводят к нарушению воспроизводства объектов живой природы – птиц, рыб, млекопитающих, оказывают вредное воздействие на самого человека.

Под влиянием не сформированной системы сбора, транспортировки и переработки отработанных моторных и промышленных нефтяных масел все большие объемы ценного вторичного сырья будут бесконтрольно сжигаться, выливаться на землю, что неизбежно будет приводить к ухудшению здоровья людей, отравлению почвы и водоемов, способствовать страданию растительного и животного мира.

Многие из продуктов горения отработанных масел являются канцерогенами и мутагенами, что может стать причиной тератогенеза и онкогенеза в будущих поколениях. Кроме того, хроническое отравление соединениями тяжелых металлов и их оксидами, образующимися при сжигании отработанного масла, может стать причиной развития многочисленных хронических заболеваний, сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта и т. д. Твердые частицы, выбрасываемые в воздух после сжигания, вызывают заболевания дыхательных путей (например астма), и оказывают воздействие на климат и образование осадков.

Бесконтрольное сжигание отработанного масла приведет к повышению температуры в результате парникового эффекта, что грозит небывалыми экологическими, экономическими и социальными последствиями.

Суммируя изложенное выше, можно однозначно констатировать, что как стихийное, так и, в некоторых случаях, организованное сжигание отработанных масел может привести к:

- существенному изменению антропогенного мутационного давления на человека, что будет сопровождаться нарастанием груза и, как следствие, ростам заболеваемости различными формами рака и мультифакториальных заболеваний (заболевания сердечно-сосудистой системы, включая гипертонию, аллергические заболевания, заболевания желудочно-кишечного тракта и т. д.);

- увеличение выбросов парниковых газов, сопровождающихся потеплением климата и критическими нарушениями в естественных экосистемах.

Решению рассмотренной проблемы будет способствовать организованная переработка или создание сети организаций по регенерации отработанных масел, то есть по возможности максимальное восстановление первоначальных свойств масел с целью повторного использования. Актуальность проблемы также усиливается и тем, что, по прогнозам специалистов, количество отработанных моторных масел в республике будет увеличиваться ежегодно на 5–7 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хаустов, А. П. Экологический мониторинг: учеб. для акад. бакалавриата / А. П. Хаустов, М. М. Редина. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 637 с.

2. Рымарь, А. И. Канцерогенные соединения в нефтесодержащих объектах и отходах. / Канцерогенная опасность в различных отраслях промышленности и объектах окружающей среды: сб. науч. трудов 4-го Всероссийского симпозиума с междун. уч. / под ред. д-ра мед. наук В. Б. Гурвича. – Екатеринбург, 24–25 апр. 2013 г. – Екатеринбург: Изд-во: УГМА, 2013. – С.103–106.

3. Маркизова, Н. Ф. Токсикология нефтепродуктов: метод. пособие / Н. Ф. Маркизова, А. Н. Гребенюк, В. А. Башарин и др. – СПб. : Нев. Диалект, 2003. – 126 с.

4. Paul F. Fennelly Environmental characterization of disposal of waste oils by combustion in small commercial boilers / P. F. Fennelly, M. McCabe, J. H. Hall, M. F. Kozik, M. P. Hoyt, G. T. Hunt. – Industrial Environmental Research Laboratory Cincinnati / United States Environmental Protection Agency.

5. Закон Республики Беларусь «Об обращении с отходами» от 20 июля 2007 г. № 271-З // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информации Респ. Беларусь. – Минск, 2015.



**ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА**

**MAIN ASPECTS OF ENVIRONMENTAL SAFETY  
OF THE REPUBLIC OF BELARUS WITHIN THE FRAMEWORK  
OF THE CONCEPT OF NATIONAL SECURITY OF THE STATE**

*М. Г. Ясовеев<sup>1</sup>, Е. А. Власевский<sup>2</sup>*

*M. Iasoveev<sup>1</sup>, E. Vlasovsky<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*jonathan984@mail.ru*

*<sup>2</sup>БГПУ им. М. Танка,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

*Jonathan984@mail.ru*

*<sup>2</sup>BSPU named after M. Tank, Minsk, Republic of Belarus*

Настоящая работа имеет своей целью акцентировать внимание научной общественности и государственных органов управления на одной из основных составляющих видов национальной безопасности – экологической безопасности. Обеспечение экологической безопасности страны в последние годы является основным условием обеспечения устойчивого развития Беларуси.

This work aims to focus the scientific community and government authorities on one of the main components of national security - environmental security. Ensuring environmental security of the country in recent years is the main condition for ensuring sustainable development of Belarus.

*Ключевые слова:* экологическая безопасность, концепция национальной безопасности, устойчивое развитие.

*Keywords:* Environmental security, the concept of national security, sustainable development.

Национальная безопасность Республики Беларусь – комплексная государственная стратегия обеспечения безопасности личности, общества и государства. В соответствии с указом Президента Республики Беларусь от 09.11.2010 г. № 573 утверждена комплексная система мероприятий и подходов, важных для функционирования белорусского государства.

Предлагаемая нами концепция геоэкологической безопасности подчеркивает и выделяет глобальный характер экологических угроз, без решения которых эффективное существование любого государства, в том числе и Беларуси, становится весьма проблематичным. Геоэкологические проблемы, возникшие в Беларуси на протяжении последних десятилетий, требуют особого внимания и немедленного реагирования на угрозы.

Сложившаяся к началу третьего тысячелетия аграрно-промышленная структура хозяйства Беларуси определяется в основном геологическими (рельеф, полезные ископаемые) и зонально-климатическими факторами и во многом унаследовала особенности нерационального развития 70–80-х годов XX в.: несбалансированность отраслей, устаревшие технологии, экологоопасное горнодобывающее производство, что оказывает отрицательное воздействие на все компоненты окружающей среды.

В Беларуси сложилась геоэкологическая ситуация, которая на отдельных участках ее территории может рассматриваться как кризисная, приведшая к образованию неблагоприятной и враждебной для жизни среды, что требует научного анализа на основе методологии наук геоэкологического цикла.

Таким образом, формирование геоэкологической ситуации на территории Республики Беларусь непосредственно зависит от последствий функционирования народнохозяйственного комплекса страны, внешних источников воздействия, наличия изначально присущих природной среде неблагоприятных для человека состояний, а также не решенных в прошлом экологических проблем. Масштабы воздействия и величины вызываемых негативных экологических последствий на территории страны определяет совокупность приоритетных экологических проблем, среди которых: радиоактивное загрязнение территории; загрязнение атмосферы; проблема качества питьевых вод; загрязнение поверхностных вод; проблема отходов; негативное изменение природных комплексов под влиянием осушительной мелиорации (деградация пахотных угодий и торфяных почв); проблемы, связанные с риском возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера.

*Выводы:*

1. Концепция геоэкологической безопасности Республики Беларусь охватывает широкий круг вопросов экологической безопасности страны. В свою очередь экологическая безопасность – одна из составных частей национальной безопасности Республики Беларусь.

2. Формирование геоэкологической ситуации на территории Беларуси зависит непосредственно от масштабов и интенсивности техногенных процессов и, следовательно, от геоэкологических последствий разнообразной аграрно-промышленно-транспортной деятельности.

3. Загрязнение и дестабилизация основных компонентов природно-техногенной среды зависит от последствий катастрофы на ЧАЭС, функционирования урбанизированных и селитебных территорий, количества образующихся отходов производства и потребления, дефицита современных безотходных технологий, отсутствия промышленности вторичных материальных ресурсов и некоторых других современных технологических и инновационных факторов.

4. Истощение и деградация природных комплексов и геосистем, а также имеющихся природных ресурсов совместно с экологическими последствиями интенсивного техногенеза, привело к формированию на отдельных участках территории республики кризисной геоэкологической ситуации, которая в будущем может привести к образованию неблагоприятной и враждебной для жизни природной среды.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИДЕНТИФИКАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ** **METHODOLOGICAL APPROACHES** **TO THE IDENTIFICATION ENVIRONMENTAL ASPECTS**

**А. Э. Яцкевич, К. М. Мукина**  
**A. Yatskevich, C. Mukina**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
alyona8001@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Идентификация экологических аспектов проводится с целью определения воздействий производственной деятельности организации на окружающую среду для оптимизации управления и контроля. Идентификация экологических аспектов – постоянный процесс, определяющий прошлое, текущее состояние и потенциально возможное воздействие деятельности организации на окружающую среду (положительное или отрицательное).

Оценка важности экологических аспектов проводится для разработки мероприятий в программу управления окружающей средой.

Identification of actions to determine the impact on the environment. Identification of the principal is an ongoing process that determines the past, current state and potential impact of the organization's activities on the environment (positive or negative).

Assessment of the importance of environmental aspects is carried out to develop activities in the environmental management program.

*Ключевые слова:* идентификация, аспект, процесс, воздействие, анализ, экологические показатели.

*Keywords:* identification, aspect, process, influence, analysis, ecological indicators.

Экологический аспект – элемент деятельности предприятия, его продукции или услуг, который может оказать воздействие на окружающую среду. Наличием таких аспектов, имеющих большее или меньшее экологическое влияние, характеризуется каждый этап производства продукции.

Идентификация экологических аспектов проводится на основании требований стандарта ISO 14001 2004 пункт 4.3.1 Экологические аспекты.

Идентификация экологических аспектов – постоянный процесс, определяющий прошлое, текущее состояние и потенциально возможное воздействие деятельности организации на окружающую среду (положительное или отрицательное).

Первоначально экологические аспекты определяются на основании результатов предварительного экологического анализа. Особое внимание уделяется важным экологическим аспектам, оказывающим наиболее неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Они учитываются при установлении целевых и плановых экологических показателей.

Экологическая политика организации должна соответствовать характеру, масштабам и воздействиям на окружающую среду деятельности организации, продукции и услуг, а также включать обязательство выполнять соответствующие законодательные требования и другие требования, распространяющиеся на организацию, которые связаны с ее экологическими аспектами.

При идентификации экологических аспектов определяются прямые и косвенные аспекты.

Прямыми экологическими аспектами являются: выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух; сбросы сточных вод в системы канализации; образование отходов производства; использование сырья, химических веществ, энергии и природных ресурсов; физические факторы (шум, вибрация, разные виды излучений); утечки химических веществ; возможность возникновения аварийных ситуаций (риск возникновения пожара/ взрыва).

Косвенными аспектами являются: деятельность поставщиков, подрядчиков на территории организации на основании заключенных договоров; выбор и использование услуг сторонних организаций.

Идентификация экологических аспектов и оценка связанных с ними воздействий на окружающую среду осуществляется в четыре этапа:

Этап 1 – выбор вида деятельности или процесса.

Этап 2 – идентификация экологических аспектов, связанных с выбранной деятельностью или процессом.

Этап 3 – определение фактических и потенциально возможных воздействий на окружающую среду, с учетом планируемых новых видов продукции, модернизации производства, связанных с каждым идентифицированным аспектом.

Этап 4 – оценка важности экологических аспектов, определение документа, устанавливающего процедуру управления аспектом.

Ответственные по СУОС совместно с руководителями структурных подразделений определяют экологические аспекты и их воздействия на окружающую среду и составляют Реестр экологических аспектов и воздействий структурного подразделения. Реестры экологических аспектов, составленные в структурных подразделениях, передаются в отдел охраны окружающей среды для определения важности экологических аспектов, используя Методику оценки важности экологических аспектов.

Проведение анализа важности необходимо для оптимизации управления и контроля за экологической деятельностью организации. На основании рассчитанного значения важности экологических аспектов определяется необходимость мер, направленных на предотвращение или уменьшение вредного воздействия на окружающую среду.

Руководители подразделений на основании реестра важных экологических аспектов подразделения предлагают мероприятия для внесения в программу мероприятий в области охраны окружающей среды на заседаниях Координационного совета, совещаниях специалистов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. СТП200030514.048 СУОС. СМОЗ и БТ. Экологические аспекты. – Брест. – 2010. – С. 17.
2. СТБ ИСО 14001-2004 Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению.

## АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ФИЛИАЛА РУП «БРЕСТЭНЕРГО» БЕРЕЗОВСКОЙ ГРЭС

## ANALYSIS OF USE OF WATER RESOURCES OF BRANCH RUP "BRESTENERGO" BEREZOVSKAYA SDPP

***А. Э. Яцкевич, К. М. Мукина***

***A. Yatskevich, C. Mukina***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
alyona8001@gmail.com*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Рассмотрено водоснабжение и водоотведение Березовской ГРЭС и влияние её на окружающую среду. Проведён анализ водоподдачи, систем водоподготовки и водопотребления, мероприятий по очистке сточных вод. Изучен порядок осуществления контроля качества данных вод и лабораторный контроль над работой очистных сооружений.

Identification of ecological aspects – the continuous process defining last, current state and potentially possible impact of activity of the organization on the environment (positive or negative).

Identification of ecological aspects and assessment of the related impacts on the environment is carried out in four stages. The procedure for the control of the quality of these waters and the laboratory control over the operation of treatment facilities

*Ключевые слова:* система водоснабжения, система водоотведения, поверхностные воды, сточные воды, контроль качества.

*Keywords:* water supply system, system of water disposal, surface water, sewage, quality control.

На Березовской ГРЭС предусмотрена оборотная система водоснабжения с водохранилищем-охладителем (озеро Белое). Для увеличения активной площади и охлаждающей способности озера-охладителя и обеспечения требований, предъявляемых к водным объектам, используемым в рыбохозяйственных целях, введены брызгальный бассейн с береговой насосной станцией № 3 и струенаправляющие сооружения на открытых отводящих каналах № 1 и № 2, причем по отводящему каналу № 2 вода непосредственно будет поступать в пруд-охладитель (озеро Белое), а по отводящему каналу № 1 часть воды будет поступать в пруд-охладитель, а часть воды насосами, установленными в береговой насосной станции № 3, подаваться на брызгальный бассейн и далее после охлаждения по отводящему каналу № 3 сбрасываться в подводящий канал к № 1 и № 2.

Подпитка оборотной системы технического водоснабжения ГРЭС осуществляется из озера Черное. Озеро Черное – источник поверхностных вод технического качества.

Выпуск № 1 сточных вод после взрыхления фильтров центральной конденсатоочистки и фильтров очистки грязного конденсата из приемка первой очереди химводоочистки через сбросной канал № 1 в оборотную систему технического водоснабжения ГРЭС (озеро Белое). Сброс осуществляется периодически в процессе эксплуатации и проведении регламентных работ на установках химводоочистки. Учет воды осуществляется расчетным методом, исходя из количества технологических операций и утвержденного расхода воды на каждую из них.

Выпуск № 2 промышленных ливневых и технологических сточных вод с территории промышленной площадки и мазутного хозяйства после очистных сооружений замазученных и замасленных стоков поступает в водоприемный ковш насосной станции производственно-противопожарного водоснабжения мазутного хозяйства ГРЭС. Оттуда часть воды забирается для повторного использования на мазутохозяйстве, а остальная вода поступает через канал подпитки оборотной системы технического водоснабжения ГРЭС в сбросной канал № 1 (в озеро Белое).

Выпуск № 3 – сточные воды после химводоочистки на фильтруемый шламоотвал.

Выпуск № 4 – сточные воды после обмывок наружных поверхностей нагрева котлов и обмыва котлов на нефилтруемый шламоотвал.

Сточные воды выпусков № 3 и № 4 не сбрасываются в озеро Белое.

Сточные воды станции обезжелезивания после промывки фильтров отводятся на шламонакопитель станции обезжелезивания. Очистка стоков производится по схеме: отстаивание – повторное использование осветленной воды на собственные нужды станции обезжелезивания и накопление осадка в шламонакопителе.

Для учета сточной воды установлены водосчетчики: после очистных сооружений, выпуск химического цеха, на станции обезжелезивания для сточной воды на шламонакопитель. Учет воды на выпуске котлотурбинного цеха осуществляется по времени работы насосного оборудования.

На Березовской ГРЭС имеются свои очистные сооружения замазученных и замасленных стоков. Все сточные воды с производственных корпусов отводятся на данные очистные сооружения, где проводится их механическая и сорбционная очистка, нацеленная, в первую очередь, на снижение содержания нефтепродуктов в воде. Постоянно осуществляется контроль за качеством данных вод. Лабораторный контроль над работой очистных сооружений и учет загрязняющих веществ, сбрасываемых со сточными водами, осуществляет лаборатория промышленной экологии Березовской ГРЭС.

Выполненные в последнее время мероприятия на реконструируемых системах водопотребления и водоотведения исключают вредное воздействие на поверхностные и подземные воды, то есть существующие схемы водопотребления и водоотведения не изменяют экологическую обстановку района месторасположения станции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хаменя, А. И. Справка проверки выполнения природоохранных мероприятий, соблюдения экологических норм, правильности начисления экологического налога филиала РУП «Брестэнерго» Березовской ГРЭС – г. Белозерск, 2013. – С. 10–11.

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ,  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ,  
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**





# ENVIRONMENTAL APPLICATIONS OF PLASMA TECHNOLOGY

**Volker Brüser**

*Leibniz-Institute of Plasma Science and Technology  
Greifswald, Germany  
brueser@inp-greifswald.de*

Hydrogen is considered to be the main future energy carrier. Its carbon-free production and conversion is one of the main challenges for the breakthrough in sustainable energy conversion technologies. Solar water splitting and fuel cells are two important components of green technology.

Semiconductor photocatalysis for solar hydrogen generation from water has attracted an enormous amount of research interest. Main research target is the development of stable core candidate materials that are able to perform under the abundant visible light in the solar spectrum, for which there are two main approaches, i.e. the development of visible light-sensitive semiconductors and sensitisation of wide band-gap semiconductors [1]. In materials synthesis, plasma-enhanced surface modification and layer deposition methods are based on the presence of non-equilibrium states of reactive species in a plasma environment. They are therefore able to overcome limitations of traditional catalyst synthesis methods, giving rise to new reaction pathways and resulting in unique properties of nanomaterials.

Polymer electrolyte membrane fuel cells (PEMFCs) have been recognised as a potential future power source for zero emission devices. Several plasma methods have already been developed for fuel cell catalyst synthesis [2]. Aspects as corrosion resistance of catalyst support, content of platinum or alternative abundant catalysts respectively are of primary interest.

In this work, our current approaches to improve catalytic active nanomaterials properties through plasma-enhanced PVD and PECVD methods are demonstrated.

Process routes for surface modification in order to achieve nanostructured surfaces involved (i) photoactive semiconductor coatings on TCO deposited by a DC magnetron sputtering process., (ii) MW induced plasma-enhanced CVD process for synthesis of functional polymer-encapsulations for Ru or Ir dye adsorbers, (iii) RF magnetron sputtering of Au nanoparticles for surface plasmon enhancement and (iv) magnetron sputtering of platinum on a supporting graphitic carbon structure (v) Co/Fe):N:C composites to replace platinum in fuel cells.

## BIBLIOGRAPHY

1. *Maeda, K.* "Photocatalytic water splitting using semiconductor particles: History and recent developments", *J. Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Review*, Vol. 12, issue 4 (2011), pp. 237–268.

## ПРИМЕНЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ВОДОПОДГОТОВКИ НА МИНСКОЙ ТЭЦ-3 APPLICATION OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN THE WATER TREATMENT PROCESS AT MINSK CHP-3

***И. И. Адиканко, С. А. Дубенок  
I. Adzikanka, S. Dubenok***

*Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов»,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Adikanko.Ivan@gmail.com, dsnega@list.ru  
Republican unitary enterprise «Central research institute for complex use of water resources»  
Minsk, Republic of Belarus*

Объекты теплоэнергетики, как правило, используют на технологические нужды воду из поверхностных источников. Качество исходной воды на каждом объекте отличается, что приводит к необходимости индивидуального подхода при выборе технологий водоподготовки. Рассматриваются технологии водоподготовки, применяемые на Минской ТЭЦ-3, а также нестандартное для объектов теплоэнергетики использование высокоминерализованных сточных вод, образовавшихся в процессе водоподготовки.

Objects of heat power engineering, as a rule, use water from surface sources for technological needs. The quality of the source water at each site is different, which leads to the need for an individual approach when choosing water treatment technologies. The article deals with the technologies of water treatment used at Minsk CHP-3, as

well as the use of highly mineralized wastewater generated in the process of water treatment, which is unusual for heat power engineering facilities.

*Ключевые слова:* водоподготовка, тепловая энергетика, высокоминерализованные сточные воды.

*Keywords:* water treatment, heat power engineering, highly mineralized wastewater.

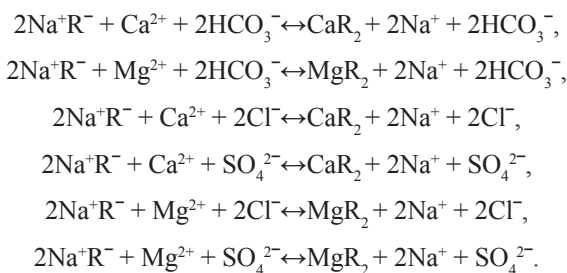
Объекты теплоэнергетики используют значительное количество воды в результате своей производственной деятельности (производство электроэнергии, пара, подпитка тепловой сети), основные объемы которых проходят водоподготовку перед ее подачей в технологический процесс. В зависимости от требуемого качества, предъявляемого к технической воде, и качества исходной воды, подбирается подходящее решение в области водоподготовки.

Для осуществления основных производственных процессов объекты теплоэнергетики используют, в основном, воду из поверхностных водных объектов, реже – из подземных источников. Исходной водой для водоподготовки Минской ТЭЦ-3 является вода Чижовского водохранилища г. Минска (р. Свислочь). Эксплуатируемая на предприятии система водоподготовки обеспечивает подпитку водой паровых котлов, тепловых сетей и системы оборотного охлаждения.

На Минской ТЭЦ-3 работают две установки водоподготовки. Первая установка используется для подготовки воды для подпитки тепловой сети. Приготовление подпиточной воды производится по схеме: известкование с коагуляцией в осветлителе с добавлением флокулянта, «осветление» на механических фильтрах, Na-катионирование. Производительность установки – 930 м<sup>3</sup>/ч. Вторая установка используется для подготовки воды для подпитки котлов. Подготовка воды для подпитки котлов в настоящее время производится по схеме: известкование с коагуляцией в осветлителе с добавлением флокулянта, «осветление» на механических фильтрах, Na-катионирование, двухступенчатое обессоливание по схеме «цепочек» с использованием «развернутой» регенерации фильтров. Производительность обессоливающей установки – 560 м<sup>3</sup>/час.

Наибольшего внимания в схеме водоподготовки Минской ТЭЦ-3 заслуживает использование нейтрализованных высокоминерализованных сточных вод «цепочек» установки обессоливания для регенерации Na-катионитовых фильтров обеих установок водоподготовки.

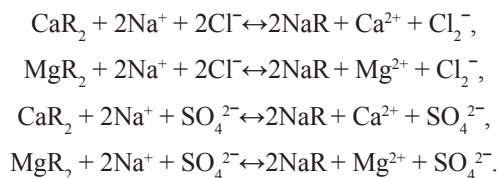
Процесс Na-катионирования воды должен обеспечивать замену содержащихся в воде катионов жесткости на катионы натрия. Реакции обмена катионов могут быть записаны таким образом:



При Na-катионировании жесткой воды на каждый эквивалент поглощенных ионов кальция и магния в воду поступает один эквивалент ионов натрия. Общая концентрация катионов в воде, выраженная в мг-экв/л, при этом не изменяется. Если иметь в виду массовую концентрацию катионов, то при катионировании она всегда увеличивается, поскольку эквивалентная масса иона натрия больше эквивалентных масс ионов кальция и магния. Концентрация каждого из присутствующих в растворе анионов, как и суммарная их концентрация, в процессе Na-катионирования остается постоянной, поскольку аниониты не могут участвовать в ионном обмене на катионите. Отсюда следует, что общая щёлочность воды и отдельные ее формы в процессе Na-катионирования не изменяются. Общее солесодержание, выраженное в мг-экв/л, сохраняется постоянным. В процессе Na-катионирования фильтрующий материал постепенно истощается и требует восстановления своей обменной способности (регенерации).

Возможность регенерации катионита, то есть перевода его в исходную ионную форму, обуславливается обратимостью реакций ионного обмена. Регенерация катионита производится раствором хлорида натрия (NaCl) или раствором сульфата натрия (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). На территории Республики Беларусь наибольшую популярность приобрел процесс регенерации раствором хлорида натрия за счет его более низкой стоимости. Основным недостатком данного метода регенерации является увеличение концентрации хлоридов в составе сточных вод, образующихся в процессе регенерации Na-катионитовых фильтров. В итоге содержание хлоридов в сточной воде существенно превышает допустимые концентрации, установленные как на сброс в сети коммунальной канализации, так и на сброс в поверхностные водные объекты. Большинство объектов энергетики в данной ситуации снижают концентрацию хлоридов путем разбавления сточных вод условно чистыми водами, взятыми из технологического процесса, что ведет к перерасходу ресурсов, как сырьевых, так и финансовых.

На Минской ТЭЦ-3 используется прогрессивная для Республики Беларусь схема регенерации Na-катионитовых фильтров раствором, образовавшимся в процессе регенерации фильтров обессоливания, и содержащим смесь солей NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. При регенерации катионита происходят следующие реакции:



Следует иметь в виду, что для исключения гипсования фильтрующего материала Na-катионитовых фильтров концентрация сульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) в регенерационном растворе не должна превышать 2 %, а скорость фильтрации раствора через фильтрующий материал должна составлять не менее 10 м/час.

Применение такой технологии повторно-последовательного использования высокоминерализованных сточных вод позволяет практически целиком отказаться от приготовления раствора хлорида натрия и существенно сократить концентрацию хлоридов в составе сточных вод водоподготовки, отводимых в сети городской канализации и в водные объекты.

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ ПОРОД С КОРОТКИМ ПЕРИОДОМ РОСТА

### TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF CULTIVATION OF TREE AND SHRUB SPECIES WITH GROWTH PERIOD

**А. А. Бутько<sup>1</sup>, В. А. Пашинский<sup>1</sup>, Е. В. Иванова<sup>1</sup>, О. И. Родькин<sup>2</sup>**  
**A. Butsko<sup>1</sup>, V. Pashynsky<sup>1</sup>, E. Ivanova<sup>1</sup>, A. Rodzkin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

butko\_andrei@mail.ru

<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University,

Minsk, Republic of Belarus

Представлены результаты технико-экономической оценки возделывания древесно-кустарниковых пород с коротким периодом роста в условиях Беларуси.

The paper presents the results of technical and economical assessment of cultivation of tree and shrub species with a short growth period in Belarus.

**Ключевые слова:** быстрорастущие древесно-кустарниковые породы, ива, *Salix alba*, Волмянка, Бачка, Дрина, структура затрат, себестоимость, рентабельность.

**Keywords:** short rotation coppice, willow, *Salix alba*, Volmaynka, Bachka, Drina, cost structure, cost price, profitability.

Согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 28 марта 2016 г. № 248 об утверждении Государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2020 гг., в республике среди местных ТЭР основной упор сделан на расширение использования древесного топлива. Одним из направлений использования древесного топлива является производство и использование быстрорастущей древесины. Кроме того, быстрорастущие древесно-кустарниковые посадки могут быть востребованы при фиторемедиации почв, защиты почв от водной и ветровой эрозии, утилизации биогенных элементов, сохранении биологического разнообразия и др.

Целью исследований является технико-экономическая оценка возделывания древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста в условиях Беларуси.

В качестве древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста приняты сорта ивы белой (*Salix alba*), внесенные в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь: Волмянка (378), Бачка (282), Дрина (73-64/8).

По действующим организационно-технологическим нормативам по планированию работ в сельскохозяйственном производстве и собственных исследований разработаны технологические карты возделывания. Основной является базовая технологическая карта.

Базовая технологическая карта состоит из V технологических этапов (I. Основная обработка почвы, внесение гербицидов сплошного действия, внесение минеральных удобрений; II. Предпосадочная обработка, посадка, внесение минеральных удобрений; III. Уход за посадкой; IV. Уборка древесины; V. Ликвидация плантации), включающая 28 технологических операций [1].

По разработанной технологической карте определена производственная себестоимость по каждой технологической операции и в целом по технологическому этапу. Производственная себестоимость включает прямые и косвенные расходы. *Прямые расходы* включают затраты на амортизацию основных средств; затраты на технический осмотр и ремонт основных средств, материальные затраты, затраты на оплату труда, отчисления на социальные нужды. *Косвенные расходы* – общепроизводственные и общехозяйственные затраты.

Затраты на амортизацию основных средств, а также на технический осмотр и ремонт основных средств определены способом списания стоимости пропорционально объему работ. Материальные затраты включают затраты на предметы труда, на оплату работ и услуг производственного характера: посадочный материал, удобрения, горюче-смазочные материалы, запчасти, средства защиты растений и др. Затраты на оплату труда определены из затрат на оплату труда основного производственного персонала организации, включая премии рабочим и служащим за производственные результаты, стимулирующие и компенсирующие выплаты. Затраты, связанные с отчислениями на социальные нужды, определены на основании обязательных страховых взносов по установленным законодательством нормам в государственный внебюджетный фонд социальной защиты населения Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь. Общепроизводственные и общехозяйственные затраты определены на основании удельных средневзвешенных показателей затрат по отрасли.

По результатам исследований разработана математическая модель «Bio willow», реализованная в пакете Microsoft Excel, позволяющая определить критерии экономической эффективности в зависимости от предлагаемой технологической карты.

Данный подход дает возможность выявить ряд технико-экономических показателей, а также обосновать выбор оптимальной технологии возделывания при сравнении альтернативных вариантов.

Предложенная модель достаточно успешно может быть адаптирована для других видов ивы, древесно-кустарниковых пород с коротким периодом роста, а также иной растениеводческой продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

Буцько А. А. Оценка энергоемкости производства щепы при возделывании древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста ивы белой вида *Salix alba* / А. А. Буцько, В. А. Пашинский, О. И. Родькин // Энергоэффективность. – 2016. – № 6. – С. 24–27.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

## MODELING OF THE TEMPERATURE OF PHOTOVOLTAIC SOLAR MODULES IN CONDITIONS OF BELARUS

**А. А. Буцько, В. А. Пашинский, В. В. Ковшик**  
**A. Butsko, V. Pashynsky, V. Kovshik**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
butko\_andrei@mail.ru*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Представлены результаты моделирования температуры фотоэлектрических модулей в условиях Беларуси, выполненные по регулярным метеорологическим данным ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр».

The results of modeling of the temperature of photovoltaic solar modules in conditions of Belarus are presented. The results are based on regular meteorological data of the State Institution «Republican Hydrometeorological Center».

*Ключевые слова:* фотоэлектрический солнечный модуль, температура воздуха, солнечная радиация, моделирование, температура фотоэлектрического солнечного модуля.

*Keywords:* photovoltaic, air temperature, solar radiation, modeling, photovoltaic cell temperature.

Следуя постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 28 марта 2016 г. № 248 об утверждении Государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2020 гг., предусмотрено внедрение фотоэлектрических станций суммарной электрической мощностью не менее 250 МВт и отдельных фотоэлектрических модулей для электроснабжения обособленного потребляющего оборудования.

Целью исследований является моделирование температуры фотоэлектрических солнечных модулей в климатических условиях Беларуси.



В качестве исходного материала использована выборка срочных метеорологических данных температуры воздуха МС Борисов ( $\varphi = 54,23^\circ$  с. ш.,  $\lambda = 28,45^\circ$  в. д.) за период 2006–2016 гг., а также поступления солнечной радиации ОМН Минск ( $\varphi = 53,92^\circ$  с. ш.,  $\lambda = 27,65^\circ$  в. д.) за период 2006–2016 гг.

Продолжительность светлой части суток, время восхода и захода Солнца рассчитана по методике «Национального управления океанических и атмосферных исследований» (NOAA) США. Часовое распределение прямой и рассеянной солнечной радиации определено по уравнению Коларес–Перейры. В качестве базового уравнения определения температуры фотоэлектрического солнечного модуля принята формула Росса.

Дискретность полученных графиков суточного хода температур и солнечной радиации, в зависимости от поставленных задач, варьирует от 1 с до 30 мин, что позволяет проводить развернутый анализ изменения температуры фотоэлектрического солнечного модуля.

Полученные результаты исследований могут быть востребованы при проектировании, моделировании и эксплуатации фотоэлектрических станций в условиях Беларуси.

По результатам исследований разработана математическая модель, реализованная в пакете Microsoft Excel, позволяющая определить не только температуру фотоэлектрических солнечных модулей ряда коммерческих технологий с различной обеспеченностью, но и их основные электрические характеристики.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ БИОМАССЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА BIOMASS PRETREATMENT FOR BIOGAS PRODUCTION IMPROOVEMENT

***В. В. Величко, С. П. Кундас, М. В. Уласевич***  
***V. Velichko, S. Kundas, M. Ulasevich***

*Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
myletterboxnax@mail.ru; kundas@tut.by  
Belarusian National Technical University,  
Minsk, Republic of Belarus*

Проведен анализ и исследование влияние методов предварительной обработки биомассы на выход биогаза. Показано, что каждый вид предварительной обработки имеет свои достоинства и недостатки. Не существует универсального метода, подходящего для всех субстратов. Необходимо для каждого конкретного субстрата проводить дополнительные исследования. Однако очевидно, что предварительная обработка значительно улучшает выход биогаза и ее использование может быть экономически целесообразно.

The analysis and investigation of the influence of biomass pretreatment methods on biogas yield is carried out. It is shown that each type of pretreatment has advantages and disadvantages. There is no universal method suitable for all substrates. It is necessary to conduct additional studies for each specific substrate. However, it is obvious that pre-treatment significantly improves the output of biogas and its use can be economically feasible.

*Ключевые слова:* биогазовые технологии, методы предварительной обработки субстратов, выход биогаза.

*Keywords:* biogas technologies, methods of substrates pretreatment, output of biogas.

Одним из способов улучшения эффективности биогазовых технологий является увеличение выхода биогаза из используемых субстратов. Известно, что отходы сельскохозяйственных культур (например, кукурузный силос или пшеничная солома) широко используются в качестве основного либо дополнительного субстрата при производстве биогаза. В случае использования данного типа субстратов биогаз образуется при разложении целлюлозы, гемицеллюлозы и крахмала. И если разложение крахмала происходит довольно легко, без какой-либо дополнительной обработки, то выработка биогаза из целлюлозы и гемицеллюлозы при нормальных условиях невозможна. Основными причинами, которые мешают микроорганизмам эффективно разлагать растительные субстраты, – это кристаллическая структура субстрата; низкая площадь контактной поверхности между субстратом и микроорганизмами; наличие ингибирующих (вредных) химических веществ, которые негативно влияют на жизнедеятельность микроорганизмов; образование плавающей корки и пены в процессе ферментации.

Нами проведен анализ влияния различных методов предварительной обработки субстратов на улучшение жизнедеятельности микроорганизмов в процессе ферментации биомассы и, соответственно, увеличение выхода биогаза. В настоящее время применяются нижеприведенные методы предварительной обработки субстратов.

**Механическая обработка.** Самый простой вид обработки, осуществляется при помощи различных дробилок и шредеров, которые измельчают субстрат, что увеличивает контактную поверхность для бактерий, образующих биогаз. При этом выход биогаза увеличивается на 15–25 % и значительно сокращается время фермента-

ции. Основным недостатком механической обработки является большое количество потребляемой электрической энергии для привода дробилок.

**Химическая обработка.** Данный тип обработки позволяет разрушать связи между целлюлозой и гемицеллюлозой, растворять лигнин, связывающий волокна растительных субстратов и т. д. Обычно для этого используются растворы кислот различной концентрации, щелочи и оксиды. Химическая обработка увеличивает выход биогаза до 20 %. Недостатком химической обработки являются высокая стоимость кислот и щелочей.

**Биологическая обработка.** Основными этапами образования биогаза являются гидролиз и кислотогенез. При этом гидролитические и кислотообразующие бактерии требуют различных условий окружающей среды. Если эти этапы отделить друг от друга и проводить их в отдельных реакторах, то можно добиться увеличения выхода биогаза на 21 %. К биологической обработке относится добавление в реактор специальных грибов и энзим бактерий, которые увеличивают скорость разложения субстрата.

**Термическая обработка.** Осуществляется нагрев субстрата до температуры 125–190 °С при давлении от 20 до 30 атмосфер. В таких условиях субстрат удерживается некоторое время (обычно до одного часа). При этом нарушается клеточная целостность субстрата, что позволяет увеличить выход биогаза до 20–30 %. Минусом данной обработки является большое потребление энергии для нагрева субстрата до высоких температур.

**Комбинированная обработка.** Представляет собой комбинацию из некоторых вышеперечисленных типов обработок. Например, растительный субстрат может измельчаться (механическая обработка) затем подвергаться воздействию раствора кислоты (химическая обработка) и помещаться в автоклав (термическая обработка).

Также существуют некоторые технологии предварительной обработки, которые используются для субстратов не растительного типа. Например, отходы жизнедеятельности животных и птичий помет широко используются для производства биогаза, но иногда не соответствуют санитарным нормам. В таком случае их сперва стерилизуют или гигиенизируют. Отходы сточных вод могут обрабатываться ультразвуком. Для уменьшения вязкости субстрата может использоваться обработка электрическим полем.

В Национальной лаборатории энергии и геологии (LNEG, Португалия г. Лиссабон) совместно с доктором Луисом Дюартэ нами были проведены предварительные исследования применения механической, термохимической, а также комбинированной обработки отходов кукурузы и пшеничной соломы. Установлена высокая эффективность механической обработки и влияние степени измельчения на интенсивность выработки биогаза. Процесс термохимической обработки планируется еще оптимизировать и доработать, на данный момент его эффективность доказаны не была.

Проведенный анализ и исследования свидетельствует, что каждый вид предварительной обработки имеет свои достоинства и недостатки. Не существует универсального метода, подходящего для всех субстратов. Необходимо для каждого конкретного субстрата проводить дополнительные исследования. Однако очевидно, что предварительная обработка значительно улучшает выход биогаза, а ее использование может быть экономически целесообразно.

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ «ТОРФ-ТРОСТНИК» ENERGY ASSESSMENT FUELS BASED ON «TORF-COTTON»**

***Е. В. Иванова, В. А. Пашинский, А. А. Бутько  
E. Ivanova, V. Pashynski, A. Butsko***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Pashynski@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Приведены результаты исследования теплотворной способности тростника и на ее основе смеси «торф-тростник»

The results of the study of the calorific ability of reeds and on its basis mixtures of “peat-reed”

*Ключевые слова:* торф, тростник, топливо.

*Keywords:* peat, reed, fuel.

Восстановление торфяных болот направлено, в первую очередь, на урегулирование процесса накопления торфа, предполагающего взаимосвязь растительности, воды и торфа. В качестве растительности при повторном затоплении может быть тростник обыкновенный, который в последующем может быть использован как биотопливо в 1-й год с начала закладки производственной плантации.

Одной из энергетических характеристик топлива «торф–тростник» является теплотворная его способность. Метод оценки высшей теплоты сгорания топлива основан на полном его сжигании в калориметрической бомбе.

Высшую теплоту сгорания испытуемой пробы топлива, кДж/кг, вычисляли по формуле:

$$Q_s^a = Q_b^a - (94S_t^a + \alpha Q_b^a), \quad (1)$$

где  $Q_b^a$  – теплота сгорания топлива в бомбе, кДж/кг;  $S_t^a$  – массовая доля серы в топливе, %;  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий теплоту образования и растворения в воде азотной кислоты, равный 0,001 – для тощих углей и антрацитов; 0,0015 – для других углей, горючих сланцев и торфа;  $Q_b^a$  – теплота сгорания топлива в бомбе, кДж/кг.

$$Q_b^a = \frac{(C_i + c \cdot m_c) \cdot \Delta t - q_1 \cdot m_1}{m}, \quad (2)$$

где  $C_i$  – энергетический эквивалент калориметрической системы, кДж/°С;  $c$  – удельная теплоемкость калориметрической жидкости, кДж/(кг·К);  $m_c$  – масса калориметрической жидкости, кг;  $\Delta t$  – исправленный прирост температуры в сосуде, °С;  $q_1$  – теплота сгорания проволоки, кДж/кг;  $m_1$  – масса сгоревшей проволоки, равная разности масс проволоки до и после сжигания, кг;  $m$  – кажущаяся масса образца топлива, кг.

Результаты исследования высшей теплоты сгорания тростника на четырех выделенных участках ОАО «Торфобрикетный завод «Лидский» представлены в таблице 1.

Низшая теплота сгорания фрезерного торфа рассчитывается по элементарному составу и составляет 8001 кДж/кг. При сжигании смеси топлив «торф–тростник» заданной массовыми долями, низшая теплота сгорания, кДж/кг, 1 кг смеси равна [1]:

$$Q_i^r = (Q_i^r)'g' + (Q_i^r)''(1 - g'), \quad (3)$$

где  $(Q_i^r)'$  – теплота сгорания тростника, кДж/кг;  $g'$  – доля тростника в смеси;  $(Q_i^r)''$  – теплота сгорания торфа, кДж/кг.

По формуле (3) счет выполнили с шагом 5 % в интервале от 5 до 50 %. Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Высшая теплота сгорания тростника

Номер участка	$Q_s^a, \text{max}$ , кДж/кг	$Q_s^a, \text{min}$ , кДж/кг	$\bar{Q}_s^a$ , кДж/кг	$\sigma$
участок 1	16594	15769	16356	270,4
участок 2	16409	15875	16367	340,2
участок 3	16760	15103	15578	224,7
участок 4	16289	15870	14247	237,1

**Примечание:** при расчете высшей теплоты сгорания пробы топлива  $S_t^a = 0,04$  %.

Таблица 2 – Низшая теплота сгорания торфа

Величина	Содержание тростника в смеси									
	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %
Низшая теплота сгорания $Q_i^r$ , кДж/кг	8027	8059	8092	8124	8156	8189	8221	8253	8286	8318

## ЛИТЕРАТУРА

Мочан, С. И. Тепловой расчет котлов (нормативный метод) / С. И. Мочан [и др.]. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – СПб., 1998. – 257 с.

# ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПАЙЗЫ

## ENERGY SAVING FARMING PRACTICES IN TECHNOLOGY GROWING JAPANESE MILLET

**О. С. Корзун**  
**O. Korzun**

*Гродненский государственный аграрный университет,  
г. Гродно, Республика Беларусь  
korzun9@mail.ru  
Grodno State Agrarian University»,  
Grodno, Republic of Belarus*

Проведенные в почвенно-климатических условиях Гродненской области исследования показали, что в технологии возделывания пайзы целесообразно применение минимально безопасных для окружающей среды препаратов на гуминовой основе (оксигумат, гидрогумат, оксидат торфа, препарат из рапсового шрота и жидкий биогумус).

The conducted studies in the soil and climatic conditions of the Grodno region showed that it is advisable to use in the technology of cultivation of a japanese millet use of preparations on a humic basis an oxyhumate, a hydrohumate, oksidat peat, preparation from rape meal and liquid biohumus.

*Ключевые слова:* пайза, некорневое применение гуминовых препаратов, сбор сухого вещества зеленой массой, урожайность зерна, коэффициент энергетической эффективности.

*Keywords:* japanese millet, foliar application of humic substances, collection of green dry matter weight, grain yield, energy efficiency ratio.

Существенное повышение эффективности сельскохозяйственного производства возможно за счет внедрения в растениеводство принципов энергосбережения. Важным элементом энергосберегающей технологии возделывания пайзы является использование гуминовых препаратов. Промышленные гуминовые препараты, получаемые из природных ресурсов (угля, торфа и т. п.), в значительной степени наследуют свойства гуминовых веществ исходного сырья и поэтому по функциональной активности действуют как стимуляторы роста растений [2].

Проведенные в почвенно-климатических условиях Гродненской области исследования показали, что в технологии возделывания пайзы целесообразно применение минимально безопасных для окружающей среды препаратов на гуминовой основе (оксигумат, гидрогумат, оксидат торфа, препарат из рапсового шрота и жидкий биогумус).

Соответствующие полевые опыты были заложены в 2014–2016 гг. на опытном поле УО «ГТАУ» Гродненского района на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком со средним содержанием гумуса (3-я группа), близкой к нейтральной реакцией почвенной среды, высокой степенью обеспеченности доступным фосфором (4-я группа) и средней – обменным калием (3-я группа).

Учетная площадь делянки 30 м<sup>2</sup>, размещение делянок систематическое, повторность опыта четырехкратная. Сорт пайзы Удаляя 2. Обработку растений пайзы растворами гуминовых препаратов проводили в дозе 2 л/га. Расход рабочего раствора 200 л/га. Контроль – обработка водой. Технология возделывания пайзы рекомендуемая для Беларуси [1].

Результаты исследований показали, что в среднем за три года исследований в опыте с некорневым применением в начале фазы кушения пайзы препаратов из рапсового шрота, оксигумата, гидрогумата, оксидата торфа и жидкого биогумуса разница между контрольным и опытными вариантами по сбору сухого вещества зеленой массой пайзы с 1 га была незначительной, и не превышала 0,25–1,93 ц/га. При обработке растений препаратом из рапсового шрота и жидким биогумусом, по сравнению с контрольным вариантом, получены существенные прибавки урожайности зерна (соответственно +1,2 и 1,0 ц/га).

В опыте с обработкой растений пайзы жидким биогумусом в фазу кушения и в начале фазы выметывания метелки с нормами внесения 1 и 2 л/га отмечен более высокий сбор сухого вещества зеленой массой с 1 га при использовании гуминового препарата в фазу кушения в дозе 2 л/га: в 2014 г. – 9,85 ц/га и в 2016 г. – 13,16 ц/га. В оба года исследований вариант с обработкой растений жидким биогумусом в фазе кушения в дозе 2 л/га имел достоверное преимущество перед контрольным по урожайности зерна: в 2014 г. – 2,1 ц/га и в 2016 г. – 1,6 ц/га.

В опыте с некорневым внесением гидрогумата и гумороста в фазу кушения и в начале фазы выметывания метелки в 2016 г. при обработке растений гуморостом в фазу кушения прибавка сбора сухого вещества с 1 га по сравнению с контролем была достоверной и составила 6,51 ц/га. В 2015 г. были получены существенные прибав-

ки урожайности зерна по сравнению с контролем при обработке растений гуморостом в оба срока (1,1–1,2 ц/га). В 2016 г. при внесении в фазу кушения гумороста прибавка урожайности зерна пайзы по сравнению с контролем достигла максимального значения (2,8 ц/га).

Определение коэффициентов энергетической эффективности показало более высокую энергетическую эффективность возделывания пайзы на зерно на фоне некорневого внесения в фазу кушения препарата из рапсового шрота и жидкого биогумуса: в среднем за 2014–2016 гг. значения этого показателя составили соответственно 1,57 и 1,54. Использование оксигумата, гидрогумата и оксидата торфа для некорневой обработки растений пайзы оказалось энергетически менее эффективным (1,44–1,49).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анохина, Т. А. Возделывание пайзы / Т. А. Анохина, Р. М. Кадыров, С. В. Кравцов, О. С. Корзун // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]. М. : Белорусская наука, 2012. – С. 77–81.

2. Якименко, О. С. Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации / О. С. Якименко, В. А. Терехова // Почвоведение. – 2011. – № 11. – С. 1334–1343.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПOTЕРЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА, ПОСТРОЕННОГО С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕСТНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

## HEAT LOSSES RESEARCH OF INDIVIDUAL HOUSE BUILT WITH USING LOCAL HEAT INSULENTORS

*Е. В. Кресова<sup>1</sup>, Д. Ю. Кужелко<sup>1</sup>, С. П. Кундас<sup>2</sup>*

*E. Kresova<sup>1</sup>, D. Kuzhelko<sup>1</sup>, S. Kundas<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*elena-kresova@mail.ru, kuzhelko.dmitry@yandex.ru*

*<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*kundas@tut.by*

*<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

Применение новых теплоизоляционных материалов требует проведения исследований их эффективности, в особенности, если указанные материалы используются в многослойных конструкциях. Работа посвящена исследованию эффективности применения местных экологически чистых материалов для индивидуального строительства в соответствии с направлениями устойчивого развития. Для этих целей проведены экспериментальные исследования теплопотерь жилого дома, построенного с применением в качестве утеплителя тростника и эковаты. Полученные результаты свидетельствуют о высокой теплоизоляционной эффективности принятых технических решений по теплоизоляции дома.

Application of new insulating materials requires research for their efficiency, especially if these materials are used in multilayer structures. This work was focused on the study of environmentally friendly local materials for individual building insulation, under the directions of local community's sustainable development. For this purpose, experimental studies of heat loss of residential house built with using reed and ecowool as insulators were carried out. The obtained results testify to the high thermal insulation efficiency of the adopted technical solutions for the thermal insulation of the house.

*Ключевые слова:* теплопотери, местные экологически чистые изоляционные материалы, строительство, энергоэффективность.

*Keywords:* Heat loss, Local Environmental Friendly Insulating Materials, Building, Energy Efficiency.

Экологическое строительство сегодня – важная составляющая понятия «устойчивое развитие». Понятие «зеленое строительство» включает совокупность мер, ориентированных на снижение уровня потребления природных ресурсов при проектировании, строительстве, эксплуатации новых зданий и реконструкции ветхих, мер, направленных на повышение комфорта внутреннего обустройства зданий. Экостроительство представляет собой многосложный комплексный подход ко всему строительному и проектному процессу [1]. Сегодня за этим по-



нятием стоит кардинальное изменение подхода ко всему строительному и проектному процессу, которое стало возможным благодаря появлению инновационных (высоких) технологий. [2].

В нашей стране направление экологически чистого индивидуального строительства начало развиваться Международным благотворительным общественным объединением «ЭкоДом». По технологии этой организации были построены индивидуальные дома в д. Стаховцы Мядельского района Минской области и в д. Старый Лепель Лепельского района Витебской области. В настоящее время наиболее активно на рынке Беларуси продвигает это направление частное производственное унитарное предприятие «ЭкоСтроитель».

Применение новых теплоизоляционных материалов требует проведения исследований, их эффективности, в особенности, если указанные материалы используются в многослойных конструкциях. Для решения указанной задачи нами использованы методы компьютерного моделирования [3], а также проведено энергетическое обследование жилого дома, построенного по технологии фирмы «ЭкоСтроитель».

Исследования включали тепловизионную съемку фасадов дома, а также стен и потолочных конструкций внутри дома после отключения отопления через каждые 6 часов в течение трёх суток. Контролировалась также температура окружающей среды и воздуха внутри дома.

В результате проведенных исследований установлено, что дом имеет хорошую теплоизоляцию. «Мостики холода» обнаружены в местах сопряжений балочных конструкций и стропил, а также геометрически обусловленные (в углах наружных стен), в оконных и дверных проёмах. Температура внутренних конструкций несколько отличается, в начале эксперимента разница между северной и южной стеной составляла около 1 °С и, соответственно, стены с северной стороны дома охлаждаются несколько больше остальных конструкций. Температура на поверхности пола и потолка отличалась на 1–2 °С и за время эксперимента понизилась с 20,7 °С до 8,5 °С. В течение трёх суток температура воздуха внутри дома снизилась от 19,8 °С до 9,2 °С, что свидетельствует о хороших теплоизоляционных свойствах ограждающих конструкций на основе местных теплоизоляционных материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кундас, С. П. Численный анализ эффективности модернизации жилого дома с использованием экологически чистых материалов / С. П. Кундас, Б. М. Хрусталёв, Ю. Л. Супринович, Е. В. Кресова // Энергоэффективность. – 2017. – № 1. – С. 21–23.
2. Кресова, Е. В. Тепловая модель индивидуального жилого дома / Е. В. Кресова, С. П. Кундас // Информатика. – 2015. – № 1. – С. 56–63.
3. Kundas S., Kresova E., Suprinovich Y. Modeling of Temperature Regimes of Energy Efficiency House // Open Access Library Journal. – 2015. – №2. – P. 1–9. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oalib.com/articles/3151130#.V11Ecj4sSNY> – Дата доступа: 18.02.2017.

## РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ АСУ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ НА КЛЕЦКОМ ФИЛИАЛЕ ОАО «СЛУЦКИЙ СЫРОДЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ»

## DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR IMPLEMENTATION OF ACS ENERGY CONSUMPTION AT KLETSK BRANCH OF OJSC “SLUTSKY CHEESE FACTORY”

**С. С. Кучур, К. Ю. Костенюк**  
**S. Kuchur, K. Kostenyuk**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ*  
*г. Минск, Республика Беларусь*  
*kuchur@iseu.by*  
*Belarusian State University, ISEI BSU,*  
*Minsk, Republic of Belarus*

Объект разработки – цех по производству сухого обезжиренного молока. Разработаны предложения по внедрению АСУ энергопотреблением в составе следующих подсистем: отопления; энергопотребления; горячего водоснабжения; вентиляции и кондиционирования; освещения. Проведен выбор датчиков; программируемых логических контроллеров; исполнительных механизмов; каналов передачи информации; форм представления информации на верхнем уровне АСУ. Разработаны структурные схемы каждой подсистемы с указанием мест установки датчиков и исполнительных механизмов.

The object of development is a shop for the production of dry skim milk. The proposals for the introduction of ACS energy consumption in the following subsystems were developed: heating; power consumption; hot water supply; ventilation and air-conditioning; lighting. A choice has been made; sensors; programmable logic controllers; executive mechanisms; channels of information transfer; forms of information representation at the upper level of the ACS. The structural diagrams of each subsystem with the locations of the sensors and actuators were developed.

*Ключевые слова:* энергопотребление, автоматизированные системы управления, датчики, исполнительные механизмы, каналы передачи информации, микропроцессорные контроллеры, структурные схемы.

*Keywords:* energy consumption, automated control systems, sensors, implementing mechanisms, information transmission channels, microprocessor controllers, structural schemes.

Объект исследования – цех по производству сухого обезжиренного молока Клецкого филиала ОАО «Слущкий сыродельный комбинат». Цель исследования – разработать проект технического задания на внедрение АСУ энергопотреблением. Предложено выделить в составе АСУ энергопотреблением следующие подсистемы: отопления; энергопотребления; горячего водоснабжения; вентиляции и кондиционирования; освещения.

*Архитектура подсистем:*

1. Нижний (полевой) уровень – уровень сбора информации включает в себя дискретные и аналоговые датчики, располагаемые на соответствующих технологических участках.

2. Средний уровень – уровень сбора и обработки информации представлен микропроцессорными контроллерами. Канал связи между уровнями – RS-485, который предусматривает, что два устройства будут обмениваться информацией. Контроллеры выполняют заданную алгоритмическую обработку информации с датчиков нижнего уровня; осуществляют информационный обмен с интеллектуальными устройствами – исполнительными механизмами по каналу связи RS-485;

3. Уровень устройства сбора и обработки информации (УСПД). Учитывая, что микропроцессорные контроллеры будут установлены на удаленных друг от друга технологических участках, обмен данными с микропроцессорными контроллерами предлагается выполнять по беспроводному каналу связи GSM/GPRS.

4. Уровень автоматизированного рабочего места – инженера – энергоменеджера, представлен персональным компьютером. Учитывая отдаленность цеха от заводоуправления, предлагается обмен данными с УСПД осуществлять по интерфейсу Ethernet.

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СУБСТРАТА ДЛЯ БИОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА «ЛЕБЕДЕВО»**

### **ENERGY ESTIMATION OF SUBSTRATE FOR BIOGAS COMPLEX “LEBEDEVO”**

***С. С. Кучур, А. Д. Шинкевич***  
***S. Kuchur, A. Shinkevich***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*kuchur@iseu.by  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Исследования субстрата (биологического сырья), применяемого для производства биогаза на биогазовом комплексе (БГК) «Лебедево» с целью его потенциальной энергетической эффективности проведено в лаборатории биогазовых технологий кафедры энергоэффективных технологий МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ. Проведен расчет концентрации в субстрате сухого вещества; сухого органического вещества; летучих жирных (органических) кислот.

Результаты исследования позволяют рассчитывать микробную нагрузку с целью поддержания стабильности процесса анаэробного сбраживания; оптимизировать режимы эксплуатации БГК.

Studies of the substrate (biological raw materials) used for the production of biogas on the biogas complex (BGK) “Lebedevo” for the purpose of its potential energy efficiency was carried out in the laboratory of biogas technologies of the Department of Energy Efficient Technologies at the ISEI BSU. The concentration in the substrate is calculated: dry matter; dry organic matter; volatile fatty acid (organic) acids.

The results of the study allow: to calculate the microbial load in order to maintain the stability of the process of anaerobic digestion; Optimize the operating modes of BGK.

*Ключевые слова:* лабораторные исследования, энергетическая оценка, биологическое сырье, сухое вещество, органическое сухое вещество, летучие жирные (органические) кислоты.

*Keywords:* laboratory research, energy assessment, biological raw materials, dry substance, organic dry matter, volatile fatty acids.

Лабораторные исследования проведены по следующим видам биологического сырья: навоз – коровы (удаление навоза транспортером); навоз – бычки (удаление навоза транспортером); навоз – коровы (навоз с соломой); навоз – бычки (навоз с соломой); навоз – коровы (жидкая фракция); навоз свиной (жидкая фракция).

Для проведения исследования использовалось лабораторное оборудование: весы электронные аналитические Ohaus PA214C; шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ; муфельная печь SNOL 8,2/1100; магнитная мешалка C-MAG HS 7; микропроцессорный рН-метр рН-150МП.

Исследования проведены в соответствии со следующими техническими нормативно-правовыми актами: расчет концентрации сухого вещества – в соответствии с DIN- 12880; расчет концентрации сухого органического вещества – в соответствии с DIN-12879; расчет концентрации летучих жирных (органических) кислот – в соответствии с DIN 380409-7; расчет концентрации аммонийного азота – в соответствии с методикой Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnutzige GmbH (DBFZ). Лабораторные исследования по каждой пробе выполнялись с 3-х кратным повторением. Цель: повысить точность расчетов, минимизировать значение статистической ошибки эксперимента. Результаты исследования приведены в таблице.

Как следует из таблицы, концентрация сухого органического вещества для различных видов биологического сырья отличается до 12 %. В соответствии с ТКП 17.02.05-2011 «Порядок расчета экономической эффективности биогазовых комплексов», выход биогаза от навоза КРС составляет 0,250–0,340 м<sup>3</sup>/(кг ОСВ). При этом нет разбивки на конкретные виды сырья, в частности, от метода уборки навоза.

*Таблица – Результаты исследования субстрата для производства биогаза*

Наименование биологического сырья	Концентрация сухого вещества, %	Концентрация сухого органического вещества, %	Концентрация летучих жирных кислот, мг/кг
навоз – коровы (удаление навоза транспортером)	12,45	91,71	1721
навоз – бычки (удаление навоза транспортером)	11,62	80,62	2202
навоз – коровы (навоз с соломой)	12,46	88,51	1246
навоз – бычки (навоз с соломой)	19,26	83,46	1820
навоз – коровы (жидкая фракция);	14,38	88,47	1093
навоз свиной (жидкая фракция);	4,53	76,61	1663

Результаты исследования позволяют оценить энергетическое качество субстрата и провести расчет выхода метана и биогаза в целом; рассчитывать микробную нагрузку с целью поддержания стабильности процесса анаэробного сбраживания; оптимизировать режимы эксплуатации БГК применительно к условиям конкретных животноводческих комплексов.

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА НА ЕГО ТЕПЛОТВОРНУЮ СПОСОБНОСТЬ

### ANALYSIS OF INFLUENCE OF WOOD-FUEL HUMIDITY ON HIS CALORIFIC VALUE

**A. В. Нижников, В. М. Мисюченко**  
**A. Nizhnikau, V. Misiuchenka**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
nizhnikoff@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Произведен анализ влияния влажности древесного топлива на его низшую теплотворную способность. Установлена зависимость увеличения теплотворной способности при снижении влагосодержания древесного топлива. Контроль влажности древесного топлива является существенным фактором уменьшения расхода древесного топлива и, соответственно, выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

The analysis of influence of wood-fuel humidity on his calorific value was carried out. This dependence is demonstrating that calorific value increases at decrease of wood-fuel humidity, and shows it is necessary to control humidity level for high calorific value, low-fuel consumption and emissions of pollutants into the air correspondently.

*Ключевые слова:* древесное топливо, влагосодержание, теплотворная способность, выбросы в атмосферный воздух.

*Keywords:* wood-fuel, humidity, calorific value, emissions in air of atmosphere.

Необходимость экономии ископаемых топливно-энергетических ресурсов приводит к потребности в альтернативных возобновляемых топливно-энергетических ресурсах. В общереспубликанских и региональных программах использования топливно-энергетических ресурсов Республики Беларусь все больший удельный вес занимают местные виды топлива, в числе которых наибольшее место отводится древесной биомассе как одному из основных возобновляемых источников энергии.

В работе рассмотрено влияние влажности древесной биомассы как ключевого фактора, от которого зависит энергетический потенциал использования древесины в качестве топлива. Содержащаяся в топливе влага является так называемым «балластом», который отнимает часть теплоты сгоревшего топлива. Поскольку температура уходящих газов котельных установок обычно выше 100 °С, то теплота, затраченная на испарение, полезно не используется, а теряется в атмосфере.

Произведена выборка наиболее распространенных видов древесного топлива, используемого коммунальными теплоснабжающими организациями Республики Беларусь, а также сравнительный анализ низшей теплотворной способности каждого из рассмотренных видов топлива в зависимости от различного содержания влаги в диапазоне от значений естественной влажности древесной биомассы «на корню», до значений, установленных техническими нормативными правовыми актами для каждого топлива (ГОСТ, ТУ, СТБ).

В результате анализа установлены явно выраженные зависимости увеличения теплотворной способности топлива при снижении его влагосодержания, а также зависимость количества содержащейся влаги в различных видах древесной биомассы при ее использовании в качестве топлива. Так, снижение влагосодержания «древесины дровяной смешанных пород» от свежесрубленной с влажностью 35–50 % до комнатно-сухой с влажностью 7–11 % увеличивает низшую теплоту сгорания в среднем с 7 МДж/кг до 17 МДж/кг. Переработка дровяной древесины в древесные брикеты, гранулы позволяет одновременно снизить влагосодержание и увеличить низшую теплоту сгорания (дрова смешанных пород  $W_{r_1} = 40\%$  и  $Q_{r_1} = 10,22$  МДж/кг; топливные древесные гранулы  $W_{r_1} \leq 12\%$ ,  $Q_{r_1} = 17,5$  МДж/кг соответственно).

Учитывая прямое влияние теплоты сгорания топлива на коэффициент полезного действия котельных установок, расход топлива на производство тепловой энергии и, соответственно, выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании топлива, контроль и снижение влажности на всех стадиях производственного процесса введения древесной биомассы в топливную энергетику является значимым фактором снижения воздействия на окружающую среду.

## **ТЕНДЕНЦИИ ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ: ОПЫТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

### **TRENDS DECENTRALIZATION ENERGY BASED ON RENEWABLE ENERGY: THE EXPERIENCE OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

***Г. А. Рудченко***

***H. Rudchanka***

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого»*

*г. Гомель, Республика Беларусь*

*karpina@tut.by*

*Educational establishment «Sukhoi State Technical University of Gomel»,  
Gomel, Republic of Belarus*

Статья посвящена внедрению децентрализованных источников энергии в практику хозяйствующих субъектов с целью рационализации использования энергоресурсов.

The article is devoted to the introduction of decentralized energy sources in the practice of economic entities with a view to rationalizing the use of energy resources.

*Ключевые слова:* энергетика, энергоснабжение, возобновляемые источники энергии.

*Keywords:* power, energy, renewable energy.

Текущая энергетическая политика Республики Беларусь направлена на обеспечение надежного, устойчивого энергоснабжения потребителей на основе повышения уровня энергетической безопасности страны, максимально эффективного использования имеющихся топливно-энергетических, уменьшение зависимости от импорта топливно-энергетических ресурсов. В связи с чем в настоящее время в академических и прикладных исследованиях проявляется активный интерес к созданию на предприятиях собственных генерирующих мощностей.

Применение источников собственной генерации энергии у потребителя процесс как для мировой энергетики, так и отечественного топливно-энергетического комплекса не является новацией. Результаты исследования хронологии развития энергетики за период с 1900 по 1990 г. показали, что децентрализованные источники энергии существовали на начальном этапе формирования энергетической отрасли. В последствии они нашли применение для энергоснабжения отдельных промышленных и сельскохозяйственных потребителей, однако приоритет в период существования советского государства отдавался возведению крупных энергетических объектов, развитию энергетической инфраструктуры и централизации энергоснабжения.

Дальнейшее развитие децентрализованные источники энергии получили в условиях государственной независимости Республики Беларусь и формирования экономики рыночного типа. За период с 1991 по 2016 г. были созданы благоприятные условия для интеграции децентрализованных источников энергии в систему энергоснабжения хозяйствующих субъектов. В настоящее время продолжают приниматься и реализовываться меры по развитию децентрализованной энергетики как в системе ГПО «Белэнерго», так и в других отраслях национальной экономики. Основное внимание уделяется системам генерации на основе использования возобновляемых источников энергии. В ближайшее время планируется расширенное вовлечение в топливно-энергетический баланс гидроресурсов, биогаза и коммунально-бытовых отходов, гелиоресурсов и энергии ветра.

В Республике Беларусь имеются удачные примеры работы объектов децентрализованной энергетики на основе возобновляемых источников энергии. Заметим, что такого рода объекты имеют ряд преимуществ: экологичность, возобновляемость, автономность, низкая вероятность техногенных катастроф и пр. При этом системы генерации, использующие возобновляемые источники энергии, не лишены недостатков: высокие удельные капиталовложения, низкая плотность, стохастичность поступления, неравномерность территориального размещения возобновляемых источников энергии, нестабильность выдачи мощности, необходимость резервирования мощностями традиционной энергетики, отсутствие финансовых возможностей внедрения таких разработок. Указанные обстоятельства следует учитывать при интеграции объектов децентрализованной энергетики в систему энергоснабжения хозяйствующих субъектов.

## **ПОВЫШЕНИЕ АКТИВНОСТИ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ПУТЕМ ОБРАБОТКИ В ПЛАЗМЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА IMPROVEMENT OF THE PHOTOCATALYTIC PERFORMANCE OF CATALYSTS FOR WATER PURIFICATION VIA DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE PLASMA**

***Н. А. Савастенко,<sup>1</sup> И. И. Филатова<sup>2</sup>, В. А. Люшкевич<sup>2</sup>, Н. И. Чубрик<sup>2</sup>,  
М. Т. Габдуллин<sup>3</sup>, Т. С. Рамазанов<sup>3</sup>, Х. А. Абдуллин<sup>3</sup>, В. А. Калкозова<sup>3</sup>***

***N. Savastenko, I. Filatova, V. Lushkevich, N. Chubrick,  
M. Gabdullin, T. Ramasanov, Kh. Abdullin, V. Kalkosova***

<sup>1</sup>*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
nataliesavastenko@iseu.by*

<sup>2</sup>*Институт физики НАН Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>3</sup>*Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа,  
Казахский национальный университет им. Аль-Фараби  
г. Алматы, Республика Казахстан*

<sup>1</sup>*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*B.I. Stepanov Institute of Physics, National Academy of Sciences of Belarus  
Minsk, Republic of Belarus*

<sup>3</sup>*National Nanotechnology Laboratory of Open Type, Al-Farabi Kazakh National University  
Almaty, Kazakhstan*

Допированные атомами алюминия (Al) фотокатализаторы на основе оксида цинка (ZnO), синтезированные гидротермальным методом, были обработаны в плазме диэлектрического барьерного разряда (ДБР). Проведено сравнение каталитической активности фотокатализаторов до и после плазменной обработки с ак-



тивностью промышленно полученного порошка *ZnO*. Эффективность катализаторов, выраженная в терминах константы реакции фотодegradации метилового оранжевого, для синтезированных фотокатализаторов выше, чем для промышленного образца в 3,6 раза. Эффективность реакции увеличивается приблизительно на 60 % после обработки фотокатализаторов в плазме.

*Al*-doped *ZnO*-based photocatalysts were investigated. *Hydrothermal synthesis* was used to synthesize the catalysts. Dielectric barrier discharge plasma was applied to treat synthesized samples. The performance of plasma-treated and untreated catalysts was compared with that of commercially available catalysts. The photocatalytic activity, expressed in terms of rate of photodegradation of methyl orange, was 3,6 times higher for synthesized samples than that for commercial catalyst. The photocatalytic activity was up to 60 % higher for the plasma-treated samples than for untreated ones.

**Ключевые слова:** плазменная обработка, *ZnO*, фотокатализ, фотометрия, гидротермальный синтез, сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), фотолюминесценция.

**Keywords:** plasma treatment, *ZnO*, photocatalysis, UV-Visible spectrophotometry, Hydrothermal synthesis, Scanning Electron Microscopy (SEM), photoluminescence (PL).

Использование полупроводниковых материалов на основе оксида цинка (*ZnO*) для фотокаталитической деградации (фотодegradации) органических соединений в водной среде рассматривается как один из наиболее перспективных технологических подходов к решению задачи очистки сточных вод [1].

В настоящей работе исследованы оптические, структурные и каталитические свойства фотокатализаторов на основе оксида цинка (*ZnO*) с различным содержанием допирующих атомов *Al* (2 и 4 ат %), полученных гидротермальным методом. Для повышения активности синтезированные материалы были подвергнуты воздействию плазмы диэлектрического барьерного разряда. Проведено сравнение активности синтезированных фотокатализаторов и промышленно полученного порошка *ZnO*. Исследования проведены методами сканирующей электронной микроскопии, фотолюминесценции, фотометрии. Исследование каталитической активности синтезированных образцов, выполненное на модельной реакции разложения метилового оранжевого ( $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$ ) в водном растворе под действием УФ-излучения, не выявило существенного влияния концентрации *Al* на активность образцов. Константы скорости реакции, рассчитанные в приближении реакции первого порядка, составили  $9,8 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$  и  $8,7 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ , что более чем в 3 раза превышает константы реакции с участием образца сравнения ( $2,7 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ ). Показано, что обработка катализаторов в плазме диэлектрического барьерного разряда в воздухе при нормальном давлении увеличивает эффективность реакции фотодegradации метилового оранжевого на 60 % по сравнению с необработанными образцами. Таким образом, гидротермальный синтез и последующая обработка в плазме диэлектрического разряда позволяет получить катализатор, активность которого, выраженная в терминах константы реакции, в 5,7 раз превышает активность промышленного катализатора. Повышение фотокаталитической активности сопровождалось уменьшением фотолюминесценции обработанных в плазме катализаторов в диапазоне длин волн, больших 450 нм.

Полученные в работе результаты свидетельствуют о возможности использования для синтеза высокоэффективных фотокатализаторов гидротермального метода и последующей обработки катализаторов в плазме диэлектрического барьерного разряда.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Environmental applications of semiconductor photocatalysis / M.R. Hoffmann [et al.] // Chemical Reviews. – 1995. – Vol. 95, № 1. – P. 69–96.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ УКРАИНЫ MODERN TRENDS IN ALTERNATIVE POWER ENGINEERING OF UKRAINE

**И. С. Сагайдак, Т. Н. Чорна**

**I. Sagaydak, T. Chorna**

*Университет государственной фискальной службы Украины*

*г. Ирпень, Украина*

*mykroskop@gmail.com*

*University of the State Fiscal Service of Ukraine,*

*Irpin, Ukraine*

Представлен анализ современного состояния энергетики Украины, показаны причины медленных темпов развития отрасли и пути повышения эффективности ее работы.

The paper presents an analysis of the current state of power engineering of Ukraine, shows the reasons for the slow pace of development of the industry and ways to improve the performance of its work.

*Ключевые слова:* возобновляемый источник энергии, энергетика, электроэнергия.

*Keywords:* renewable energy, energy power, electricity.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) являются важным критерием устойчивого развития мирового сообщества. Международным Агентством по возобновляемой энергетике (IRENA) разработана Дорожная карта для достижения удвоения доли ВИЭ в мировом потреблении энергии с 18 % в 2010 г. до 36 % – в 2030 г. Сегодня вклад ВИЭ в мировое производство электроэнергии составляет около 23 %, при этом львиная доля приходится на гидроэнергию (16,6 %), ветровую энергию (3,1 %) и энергию биомассы (1,8 %). Крупнейшими производителями «зеленой» электроэнергии являются 7 стран (Китай, США, Германия, Италия, Испания, Япония, Индия), общие мощности которых составляют 71,5 % мировых [1]. Главными причинами повышенного внимания к ВИЭ является прогнозируемое исчерпание запасов органических видов топлива, низкая эффективность технологий его использования, вредное воздействие на окружающую среду, ценовые колебания.

Украина имеет существенный потенциал для использования ВИЭ, в частности, энергии биомассы, солнечной и ветровой энергии. Вступив в Энергетическое сообщество, Украина обязалась уже в 2020 г. получать 11 % электроэнергии исключительно из ВИЭ, что отображено в Национальном плане действий по возобновляемой энергетике. Сейчас же данный показатель составляет около 1 % [2]. Основные причины замораживания большинства проектов – введение ограничений на получение «зеленого тарифа» (необходимость использования оборудования отечественного производства), экономический кризис, чрезвычайное положение в энергетике.

Несмотря на декларативные заявления об осознании необходимости перехода к энергетически эффективным и экологически чистым технологиям, в частности ВИЭ, со стороны различных ветвей власти, реальных шагов по внедрению ВИЭ сделано довольно мало. Изменить ситуацию можно путем проведения соответствующей энергетической политики, совершенствования нормативно-правовой базы с целью создания благоприятных условий для работы на украинском рынке возобновляемой энергетике и привлечения инвестиций в развитие ВИЭ. Конечно, этот процесс не является быстрым, но для обеспечения будущего экономического процветания Украины, ее достойного места в Европейском сообществе нужно уже сегодня активизировать решение этой актуальной проблемы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гелетуха, Г. Г., Желізна, Т. А., Прахівник, А. К. Аналіз енергетичних стратегій країн ЄС та світу в них відновлюваних джерел енергії, 2015. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uabio.org/activity/uabio-analytics>.

2. Орел, И. «Зеленая» энергетика в Украине: жребий брошен. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecology.unian.net/alternativeenergy/1699967-zelenaya-energetika-v-ukraine-jrebiy-broshen.html>

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕМАТОД ДЛЯ ИНДИКАЦИИ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ БИОМАССЫ *MISCANTHUS X GIGANTEUS* ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВСЛЕДСТВИЕ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ ТЕРРИТОРИЯХ

### SOIL NEMATODES AS INDICATORS OF SOIL HEALTH ENHANCEMENT WHILE PLANTING *MISCANTHUS X GIGANTEUS* FOR BIOFUEL PRODUCTION AT THE MILITARY CONTAMINATED SITES

**Т. Р. Стефановская<sup>1</sup>, В. Подлеснюк.<sup>2</sup> А. Сквярч.<sup>3</sup>, М. Н. Обруч<sup>1</sup>, С. В. Ящук<sup>1</sup>  
T. Stefanovska<sup>1</sup>, V. Pidlisnyuk.<sup>2</sup>, A. Skwiercz<sup>3</sup>, M. Obruch<sup>1</sup>, S. Yaschuk<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Национальный университет биоресурсов и природопользования,  
г. Киев, Украина  
[tstefanovska@nubip.edu.ua](mailto:tstefanovska@nubip.edu.ua)

<sup>2</sup>Университет Яна Евангелиста Пуркине  
Усти над Лабем, Чешская Республика

<sup>3</sup>Лаборатория нематологии Верминско-Мазурского Университета в Ольштыне, Гдыня,  
Республика Польша

<sup>1</sup> National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> University Jana Evangelista Purkyne, Usti nad Labem, the Czech Republic

<sup>3</sup> Nematology Lab, University Warmia and Mazury in Olsztyn, Gdynia, Poland

The technologies of planting *Miscanthus x giganteus* for second generation biofuel production at contaminated military sites has been developing in Ukraine since 2014 year. The possibilities of using of nematodes as indicators

of soil quality monitoring in the process of growing of energy crop for phytotechnologies (*Miscanthus x giganteus* production with simultaneous remediation of pollutes sites).

В Украине с 2014 г. разрабатываются технологии выращивания биомассы мискантуса *Miscanthus x giganteus* для производства биотоплива на загрязненных территориях. Обсуждаются возможности использования почвенных нематод для мониторинга качества почвы в процессе выращивания энергетической культуры для фитотехнологий (производства биомассы для получения энергии с одновременной ремедиацией загрязнённых территорий).

**Keywords:** energy crops, *Miscanthus x giganteus*, , phytotechnologies, soil nematodes.

**Ключевые слова:** энергетические культуры, *Miscanthus x giganteus*, фитотехнологии, почвенные нематоды

Nematodes represent soil micro-fauna that community composition and trophic structure response rapidly to soil disturbance (Bongers&Ferries, 1999). Several studies showed the influence of heavy metals on nematode community and trophic structure, consequently: in agro ecosystems treated with sewage sludge

(Georgieva et al., 2002); during cultivation of soybeans followed by rice next to metallurgic factory (Li et al., 2006) and in natural ecosystems (Salamun et al, 2012), including polluted forest in vicinity of metallurgical factory and Zn smelter (Popovici, 1994); abandoned grassland (Suschuk et al. 2008) and pastures. Only one study is available regarding using soil nematodes as bio indicators of ecosystems recovered after application of phytotechnology. Savin et al., 2015 founded the change of nematode community structure, which indicates the ecosystem rehabilitation using phytotechnology with Bermuda grass and Rye grass during 69 months. No data are presented about response of nematode community during application of phytotechnology with perennial grass *Miscanthus x giganteus* to the soils contaminated by heavy metals. Perennial grass *Miscanthus x giganteus* belonging to C-4 photosynthesis pathway and capable for effective and substantial biomass production for second generation biofuel. It is produced in Ukraine commercially at 1000 ha currently. The ability of *M. x giganteus* to grow at the contaminated and abandoned sites makes it appropriate for phytotechnologies and for revitalization of disturbed ecosystems (Pidlisnyuk. et al.) The study of suitability of growing *Miscanthus* at trace metal land has been carrying out since 2014. One of the key study objective is the developing of cost effective ecological indicators for monitoring of soil health enhancement followed by introduction of phytotechnologies. To monitor changing of soil quality at polluted by heavy metals sites the several indicators may be used, including: plant cover and diversity, availability of nitrogen, abundance, diversity, community structure and activity of microbes, collembolan and mites' richness and soil nematodes trophic groups structure /colonizer- persistence classes.

Since 2016 laboratory and field experiments have been conducted with growing *Miscanthus x giganteus* at site in Kurakhovo, Donetsk region (Latitude 37.267000; longitude 47.96786, Ukraine). Soil nematodes were used to evaluate soil quality improvement during growing of *Miscanthus x giganteus*. Preliminary soil was analyzed for relationships between nematodes community and availability of heavy metals in the soil.

The total concentrations of heavy metals in the soil were determined by Rentgen-fluorescent analysis using analyzer Expert-3-L produced in Ukraine. Nematodes were isolated from of rhizosphere of *M. x. giganteus* of first year of growing crop using Biermann funnel method and were identified to Genus morphologically.

The site was polluted by metals, oils and products of their decomposition in 2014–2015 years. In some places of the locality the concentrations of pollutions exceeded MPL.

Isolated nematodes represented the following ecological groups: Plant parasitic > Fingivores > Bacteriovores > Predatory > Omnivores. Soil nematodes are characterized by increasing of total nematode biomass; high total nematode density, low taxonomic richness and species diversity; shift of community.

The nematode community analysis provided the insight on pathways for decomposition in the soil food webs, status of nutritional balance and the impact of soil pollutants.

*The research is supported by NATO "Science for Peace and Security" SPS MYP G4687*

## REFERENCES

1. Bongers, H. Nematode community structure as a bio indicator in environmental monitoring / T. Bongers, H. Ferris // Trends in Evolution and Ecology. – 1999. – V. 14. – P. 224–228.
2. Georgieva, S. S. Nematode communities under stress: the long-term effects of heavy metals in soil treated with sewage sludge / S. S Georgieva, S. P. McGrath, D. J.; Hooper, B Chambers // Applied Soil Ecology. – 2002. – V. 20, № 4. – P. 327–342
3. Li Qi, Jiang Yong. Effect of heavy metals on soil nematode communities in the vicinity of a metallurgical factory / Li Qi, Jiang Yong, Liang Wen-ju // Journal of Environmental Sciences. – 2006. – V. 18. № 4. – P. 323–328.
4. Popovici, I. Nematodes as indicators of ecosystem disturbance due to pollution / I. Popovici // Studia Univ. Babeş-Bolyai, Biologia. – 1994. – Vol. 37. – P 15–27.
5. Pidlisnyuk, V. *Miscanthus* as a productive biofuel crop for phytoremediation / V. Pidlisnyuk, [et al. ] //Critical Reviews in Plant Science. – 2014. – V. 33. № 1. – P. 1–19.
6. Šalamún, P. Nematodes as bioindicators of soil degradation due to heavy metals/ P. Šalamún [ et al. ] //Ecotoxicology. – 2012. – V. 21. № 8. – P. 2319–2330.

7. Savin, M. Nematodes as bioindicators of ecosystem recovery during phytoremediation of crude oil contaminated soil. M. Savin [et al.] // Int. Journal Phytoremediation. – 2015. – V. 17. № 1–6. – P. 182–190.

8. Suschuk, A. Effect of heavy metals on plant-parasitic nematodes / A. Suschuk, E. Gruzdeva, P. Ieshko // Bulletin of Karelskiy research center. – 2008. – V. 13. – P. 84–88 ( in Russian).

## ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ В УЧЕБНОМ КОРПУСЕ ИНСТИТУТА

### EVALUATION OF THE USE OF SOLAR PANELS IN THE EDUCATION BUILDING

**С. В. Ткаченко, А. Д. Турчинович, В. Ф. Малишевский**  
**S. Tkachenko, A. Turchinovich, V. Malishevskiy**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*freddy.clarck@yandex.ru*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

В настоящей работе описывается возможность применения в учебном корпусе института альтернативного источника энергии – солнечной энергии. Проводится оценка возможности использования солнечной электростанции в образовательных целях и электроснабжении учебного корпуса.

In this paper, we describe the possibility of using an alternative energy source – solar energy, in the educational building of the Institute. An assessment is made of the possibility of using a solar power station for educational purposes and supplying electricity to the educational building.

*Ключевые слова:* солнечные панели, Raspberry Pi, микрокомпьютер, учебный процесс, альтернативный источник энергии, возобновляемый ресурс.

*Keywords:* solar panels, Raspberry Pi, microcomputer, educational process, alternative energy source, renewable resource.

Нами рассмотрена возможность использования существующей солнечной электростанции, состоящей из 9-ти солнечных панелей (KYOCERA KC120-1) как в качестве источника для энергоснабжения, так и для использования в учебных целях [3].

Приблизительная оценка среднего количества энергии, вырабатываемой фотоэлектрической системой за год, определяется [4]:

$$E \text{ [кВт} \cdot \text{ч]} = \frac{I \left[ \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^2} \right] \times K_o \times V_{\text{модуля}} \text{ [кВт]} \times K_{\text{пот}}}{U_{\text{испыт}} \left[ \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \right]}$$

где  $I$  – солнечная энергия, попадающая на поверхность Земли в горизонтальной плоскости.

$K_o$  – поправочный коэффициент пересчета суммарного потока солнечной энергии с горизонтальной плоскости на поверхность коллектора.

$V_{\text{модуля}}$  – номинальная мощность солнечной батареи. Указывается в паспортных данных к модулю.

$K_{\text{пот}}$  – коэффициент, учитывающий потери солнечной батареи при преобразовании и передаче электроэнергии.

$U_{\text{испыт}}$  – интенсивность солнечной радиации, при которой фотоэлектрические модули тестируются, то есть 1000 Вт/м<sup>2</sup> (1 кВт/м<sup>2</sup>):

$$E = 1080 \times 1 \times 0,12 \times 0,83 / 1 = 104,58 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год} \times 9 = 941,22 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}.$$

За основу гибридной электростанции выбран одноплатный микрокомпьютер Raspberry Pi, ключевой особенностью которого является возможность работать под управлением операционных систем Windows и Linux, а также мобильной операционной системы Android. Помимо присущих компьютеру стандартных интерфейсов, Raspberry Pi имеет выходы для подключения внешних приборов, что расширяет сферу его применения в системах разного уровня автоматизации [1].

Используя солнечную электростанцию и нужный набор датчиков для снятия показаний о солнечной активности, можно вести базу знаний и отслеживать данные о работе солнечной электростанции [2].

Таким образом, используя стационарное энергоснабжение вместе с альтернативным источником электроэнергии, и подключив их к контроллеру питания в виде одноплатного компьютера, можно получить систему по сбору и регулированию данных. С учётом поступающих от солнечной электростанции параметров можно делать оценку по использованию альтернативного источника электропитания и на их основании проводить лабораторные работы по физике.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Солнечная энергия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://re.energybel.by/solar-energy/>. – Дата доступа: 06.03.2017.
2. Расчёты мощности солнечных панелей [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://khd2.narod.ru/gratis/solbat.htm/>. – Дата доступа: 06.03.2017.
3. RaspberryPi [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi](https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi). – Дата доступа: 05.03.2017.
4. Солнечная энергетика [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная\\_энергетика](https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_энергетика). – Дата доступа: 05.03.2017.

## КОНЦЕПЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДЕРИВАЦИОННЫХ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В ИССЫК-КУЛЬСКОЙ КОТЛОВИНЕ

## THE CONCEPTION OF CONSTRUCTION OF DERIVATIONAL HYDROELECTRIC POWER STATIONS IN THE ISSYK-KUL BASIN

**С. К. Турусбеков<sup>1</sup>, С. П. Кундас<sup>2</sup>**  
**S. Turusbekov<sup>1</sup>, S. Kundas<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Международный Университет Кыргызстана,  
г. Бишкек, Кыргызская Республика  
sagun2004@mail.ru*

<sup>2</sup>*Белорусский Национальный Технический Университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
kundas@tut.by*

<sup>1</sup>*International University of Kyrgyzstan, Bishkek, Kyrgyz Republic*  
<sup>2</sup>*Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

Рассматривается гидроэнергетический потенциал малых рек Иссык-Кульского бассейна и концепция его практического использования для обеспечения электроэнергией расположенных в этом районе местных объектов экономики: санаториев, пансионатов и фермерских хозяйств.

The presentation deals with the hydropower potential of the small rivers of the Issyk-Kul basin and related conception of its practical usage for providing of the energy needs for local objects; sanatoriums, boarding houses and farms.

*Ключевые слова:* малые деривационные гидроэлектростанции, гидроэнергетические ресурсы, Иссык-Кульский бассейн, деривационные гидроэлектростанции, энергоснабжение.

*Keywords:* small, derivation hydropower plants, hydropower resources, the Issyk-Kul basin, energy supply.

Республика Кыргызстан располагает значительным гидроэнергетическим потенциалом малых рек и водотоков, ирригационных каналов и водохранилищ, ускоренное освоение которых путём сооружения на них малых (МГЭС) и средних ГЭС будет способствовать решению локальных проблем энергоснабжения. Строительство деривационных ГЭС оправдывается и тем, что они не затопляют территории крайне необходимые для сельскохозяйственного использования. Сейчас под крупными водохранилищами осталось 44 803 га наиболее удобных и ценных в хозяйственном отношении пойменных земель, которые могли бы давать ежегодно урожай, обеспечивая продовольственную безопасность государства. Необходимость привлечения гидроэнергетического потенциала рек Иссык-Кульского бассейна продиктована нехваткой электроэнергии и решения многих экологических задач по ресурсосбережению: возможности уменьшения вырубки различных видов лесных массивов для получения энергии.

Проведенный в работе анализ свидетельствует, что дополнительное электроснабжение в Иссык-Кульской котловине может быть обеспечено путем строительства гидроэлектростанций небольшой мощности, использующих энергетический потенциал малых рек и водотоков. Подобные электростанции могут быть использованы для электроснабжения населенных пунктов, сельскохозяйственных предприятий, фермерских и крестьянских хозяйств, мелких предприятий и т. д. Строительство и реконструкция МГЭС дает возможность совершенствования системы энергообеспечения потребителей Иссык-Кульской котловины; улучшения условий жизни населения; развития инфраструктуры; получения прибыли путем эффективной эксплуатации систем энергообеспечения.

В решении проблем по возведению энергетических объектов необходим комплексный подход, который требует всестороннего учёта затрат, не только связанных с его сооружениями, но и различных воздействий на экологию.



гическую систему, прилегающих к ним территорий, как при сжигании твёрдого, жидкого и газообразного топлива на ТЭС и возведении ГЭС.

Сооружение деривационных гидроэлектростанций целесообразно в горных условиях при больших уклонах и относительно малых расходах воды; тогда при небольшой протяженности и малой площади сечения деривационного водовода можно получить большой напор (до 1000 м и более) и, соответственно, большую мощность. Характеристика гидроэнергетических ресурсов зависит от распределения речного стока во времени и по территории. У горных рек, отличающихся большими уклонами, изменения мощности во времени полностью идентичны изменениям водности. Поэтому эти изменения вполне могут характеризоваться показателями изменчивости водности рек.

Разработки, проведенные специалистами-гидроэнергетиками республики, позволили определить технически приемлемый к освоению гидроэнергетический потенциал Исык-Кульской области в размере 1,7 млрд. кВтч, в год, при этом учитывались те реки, гарантированный зимний сток которых составил не менее 2 куб. м/сек., а также Арашан, Барскоон, Орто-Койсуу. В настоящее время не использованы также потенциальные запасы р. Сары-Джаз, которые оцениваются в 10 млрд. кВтч. Большую перспективность для строительства и практического использования имеет каскад гидроэлектростанций на стоке р. Сары-Джаз, который не уступает проектируемым гидроэлектростанциям в бассейне р. Нарын.

Таким образом, дальнейшее развитие малой и средней гидроэнергетики, особенно в Исык-Кульской области и горных районах республики, позволит решить существующие проблемы энергоснабжения большого количества объектов рекреации этого региона, а также стимулировать развитие малого и среднего предпринимательства.

## **СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ОТ АВТОТРАНСПОРТА REDUCTION OF ENVIRONMENTAL LOAD FROM ROAD TRANSPORT**

***Е. Е. Шаталова***

***E. Shatalova***

*Донской государственной технической университет*

*г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация*

*Ls77@mail.ru*

*Don state technical university,*

*Rostov-on-Don, Russia*

Проводится обзор выпуска электромобилей и электробусов, позволяющих сократить потребление традиционных видов топлива и снизить экологическую нагрузку на воздушную среду. На примере г. Ростова-на-Дону показано снижение выбросов загрязняющих веществ от общественного пассажирского транспорта в атмосферу за счет организации дорожного движения.

The paper provides an overview of the production of electric vehicles and electric buses that reduce consumption of traditional fuels and to reduce the environmental burden on the environment. On the example of Rostov-on-don shows the reduction of pollutant emissions from public passenger transport in the atmosphere due to traffic movement.

*Ключевые слова:* энергосбережение, электробус, загрязнение воздушной среды, организация дорожного движения.

*Keywords:* energy saving, electric buses, air pollution, traffic.

Негативное воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду проявляется, прежде всего, в потреблении материальных и энергетических ресурсов и ухудшении качества среды обитания человека и других популяций. Суммарная мощность автомобильных двигателей превышает в настоящее время мощность всех существующих электростанций в 8 раз. Ежесуточное потребление топлива мировым парком автомобилей составляет примерно 2,5 млн т. Согласно Киотского протокола по ограничению выброса «парниковых газов» требуется ускоренная реализация мер по повышению экологических характеристик автомобилей.

Одним из направлений по сокращению потребления топлива и снижению негативного воздействия автотранспорта на воздушную среду является переход на электромобили. Но несмотря на предоставляемые различными государствами субсидии, реальный спрос на электромобили весьма мал. На рынке США, который в 2017 г. прогнозируется на уровне 17,5 млн легковых автомобилей (с учетом пикапов), доля электрокаров составит 0,67 %, гибридов не более 2 %. Аналогичная ситуация и в Старом Свете. Например, в Бельгии доля электромобилей в общем объеме продаж менее 1 %. Продажи электромобилей в России за 2014 г. достигли 140 штук. В 2016 г. продажи новых электромобилей в России составили 83 единицы, что на 28,4 % меньше, чем годом ранее (116 штук), сообщает агентство «Автостат».

В последнее время особое внимание уделяется снижению негативного воздействия на окружающую среду от общественного пассажирского транспорта. Одним из направлений является переход от традиционных автобусов на электробусы. В русле нынешнего тренда на электрификацию на прошедшей в Ганновере выставке IAA/2016 не обошлось и без электробусов. Городской Solaris Urbino 12 electric удостоился звания «Автобус года».

Одним из лидеров данного производства является MAN, который разработал 18-метровые «гармошки» и 12-метровые односекционные автобусы с разными технологиями подзарядки при повседневной эксплуатации. В России разработан электробус на платформе КамАЗ-5297. Ресурса батарей хватит для преодоления 100-километрового маршрута с максимальной скоростью 75 км/ч. Электробусы E420 Vitovt Electro и сочлененный E433 Vitovt Electro Max производства белорусского холдинга «Белкоммунмаш» впервые проехали по улицам Минска. По заверениям производителей, запас хода таких машин от одной зарядки составляет не менее 12 километров, а при определенных условиях может достигать и 15–18 км.

Однако есть сомнения об экологической привлекательности автотранспорта на электротяге. Автомобилей с нулевым выхлопом не бывает, ведь для них необходимо вырабатывать электроэнергию, а значит, особенно в случае с ТЭС, так или иначе загрязнять атмосферу.

В современных условиях высокую экологическую эффективность имеют мероприятия по организации дорожного движения. В зависимости от масштаба и сложности этих мероприятий можно добиться снижения выбросов на 10–25 %.

Одной из таких мер является выделение полос для движения общественного транспорта. Согласно полученным данным скорость сообщения общественного транспорта города Ростова-на-Дону без введения выделенной полосы составляет 12 км/ч, а при введении выделенной полосы 24 км/ч. Таким образом, пробеговый выброс CO<sub>2</sub> микроавтобуса составляет 709,8 г/км и 466,4 г/км соответственно, автобуса большого класса – 1224,0 г/км и 837,2 г/км. В настоящее время в г. Ростове-на-Дону уже выделено 38,8 км выделенных полос движения. При интенсивности движения 200 авт/час микроавтобусов и 100 авт/час автобусов в обоих направлениях, валовый выброс на данных участках составляет 109,88 т/год без введения приоритетного движения автобусов и 57,91 т/год при введенных приоритетных полосах. Сокращение количества валовых выбросов составляет 54,32 т/год.

В тоже время, автобусы малой вместимости и маршрутные такси в последнее время заменяются автобусами большой вместимости, что благоприятно сказывается на пропускной способности улично-дорожной сети и экологической ситуации в городе.

Пробеговый выброс CO<sub>2</sub> автобуса малой вместимости составляет 466,4 г/км при пассажироместности 18 человек, аналогичные показатели автобуса большой вместимости 837,2 г/км и 105 человек. Соответственно, на перевозку 1 человека на 1 км выбрасывается 25,91 г CO<sub>2</sub> автобусом малой вместимости и 7,97 г/км автобусом большой вместимости.

Таким образом, сочетание мероприятий по организации дорожного движения и замена парка электротранспортом приведут к максимальному снижению негативного воздействия на воздушную среду, особенно в городских условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шаталова, Е. Е. Оздоровление воздушного бассейна г. Ростова-на-Дону за счет применения альтернативных видов топлива на общественном пассажирском транспорте / Е. Е. Шаталова // III Международная научно-практическая конференция «Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды». – Мозырь, 2014. – С. 166–171.
2. Солнцев А. Автобусный Ганновер / А. Солнцев // Комтранс. – 2016. – № 7 (131). – С. 64–72.
3. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов. – М., 2008.

## ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МАРОККО

### ASSESSMENT OF WIND ENERGY POTENTIAL OF MOROCCO

**Ю. Эль Хадри, В. Н. Хохлов**

**Y. Hadri, V. Khokhlov**

*Одесский государственный экологический университет*

*г. Одесса, Украина*

*youzik@mail.ru*

*Odessa State Environmental University,*

*Odessa, Ukraine*

По данным наблюдений на 26 метеостанциях Марокко за 2005–2014 гг. были рассчитаны среднемесячные значения скорости ветра, а так же повторяемость скорости ветра по градациям. В исследуемом периоде, выявлен рост скорости ветра на всех станциях в теплое полугодие. В северных и центральных районах

Марокко отмечается преобладание слабого ветра. Наиболее благоприятными для развития ветроэнергетики являются районы, прилегающие к Атлантическому побережью и Гибралтарскому проливу.

According to observations at 26 meteorological stations of Morocco for the period 2005–2014 was calculated monthly mean wind speed, and wind speed distribution by gradations. In the investigated period, wind speeds demonstrated growth at all stations in the warm half of the year. In the northern and central regions of Morocco was noted the predominance of light wind. The areas with the most favorable conditions for the development of wind energy – are the areas, adjacent to the Atlantic coast and the Strait of Gibraltar.

*Ключевые слова:* скорость ветра, повторяемость.

*Keywords:* wind speed, wind speed distribution.

Марокканская энергетическая система сильно зависит от внешних энергетических рынков. В соответствии с информацией Министерства энергетики, в настоящее время в Марокко импортируется более 93 % энергоносителей. В 2009 г. правительство Марокко разработало Национальную энергетическую стратегию, одним из приоритетных направлений которой является увеличение доли возобновляемых технологий в энергетике страны.

Цель исследования – оценка ветроэнергетического потенциала территории Марокко.

По данным наблюдений на 26 метеостанциях Марокко, за период 2005–2014 гг. были рассчитаны среднемесячные значения скорости ветра и повторяемость скорости ветра по градациям.

Наибольшая среднемесячная скорость ветра в течение года наблюдается на ст. Дахла и составляет:  $6,4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  в январе,  $7,7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  – апреле,  $9,8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  – июле и  $6,8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  – октябре. Наименьшая скорость ветра фиксируется: в январе –  $1,3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  на ст. Бени-Меллаль, в апреле –  $1,7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  на станциях Таза и Бени-Меллаль, в июле и октябре –  $1,6 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  и  $0,9 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  на ст. Таза.

Анализ среднемесячной скорости ветра позволяет выделить две группы станций, которые различаются по типу годового хода скорости ветра. К первой группе относятся станции, на которых значения среднемесячной скорости ветра выше в период с мая по сентябрь, по сравнению с периодом с ноября по февраль. Станции этой группы расположены на побережье Атлантического океана, в центральных горных районах и на юге Марокко. Ко второй группе относятся станции, расположенные преимущественно в северной части Марокко, с максимумом среднемесячной скорости ветра в марте и минимумом в октябре.

Максимальное число штилей наблюдается в октябре и январе. Наибольшее их количество зафиксировано на станциях: Таза (62,2 % в октябре), Бу-Арфа (48,8 % в январе) и Ифран (45,1 % в октябре).

Анализ повторяемости скорости ветра по градациям показал, что на большинстве станций преобладает градация слабого ветра ( $1\text{--}4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ). К станциям со значительной повторяемостью умеренного ( $5\text{--}7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ) ветра относятся: ст. Танжер (29 %), расположенная в районе Гибралтарского пролива, ст. Эс-Сувейра (38 %), Тан-Тан (39 %) и Дахла (29 %), лежащие на Атлантическом побережье (рис. 1). На ст. Дахла в 34 % случаев фиксировался свежий ветер ( $8\text{--}10 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ) и в 19 % – сильный ветер скоростью  $11\text{--}15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

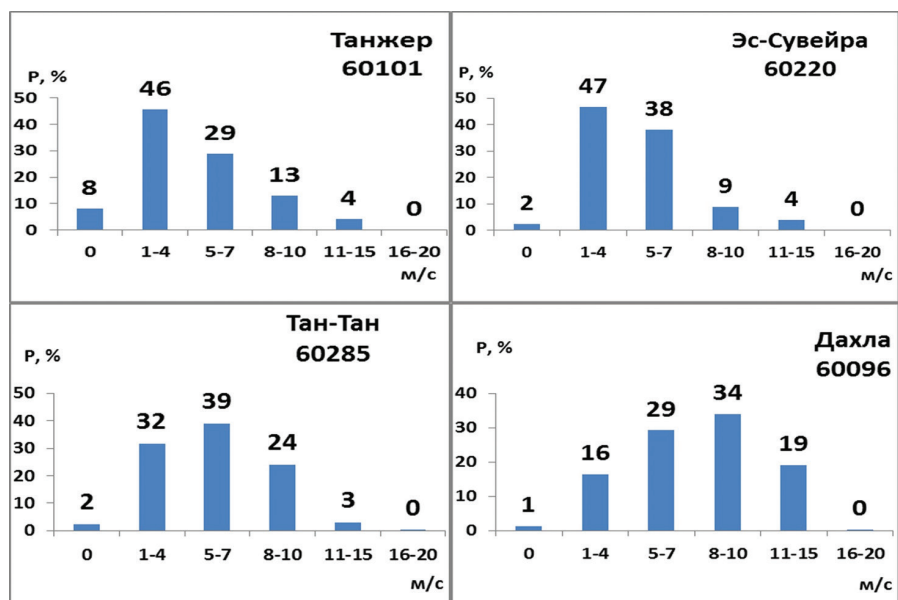


Рисунок – Повторяемость (%) скорости ветра за период 2005–2014 гг.

*Выводы.* На всех станциях выявлен рост скорости ветра в теплое полугодие. На территории Марокко в основном преобладает слабый ветер ( $1\text{--}4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ). На станциях расположенных в районе Гибралтарского пролива и на Атлантическом побережье преобладает умеренный ( $5\text{--}7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ) и свежий ( $8\text{--}10 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ) ветер, что говорит о более благоприятных условиях в этих районах для размещения ветроэнергетических установок.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ  
В ЭКОЛОГИИ И ЗДРАВООХРАНЕНИИ**





# USAGE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS BASED MODELLING IN MANAGEMENT AND PLANNING OF DISASTER PLANNING

*E. Tusat<sup>1</sup>, S. Karayel<sup>2</sup>, S. Ari<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Selcuk University, Cumra School Of Applied Sciences, Cumra-Konya/Turkey,  
*etusat@selcuk.edu.tr*

<sup>2</sup> Assit. Prof.Dr., Necmettin Erbakan University, Faculty Of Social Sciences And Humanities,  
*skarayel@konya.edu.tr*

<sup>3</sup> MsC., Selcuk University, Cumra Vocational School,  
*sertacari@selcuk.edu.tr*

Natural disasters are a part of life and may have extremely destructive effects if necessary precautions are not taken. Geographic Information Systems (GIS) are a part of the management systems that present both verbal and graphic data, spatial analyses and other bases to those in positions of decision-making to support in their decisions and planning. GIS enables the storage and questioning of data concerning the current situation and at the same time ensures making analyses, inquiries and predictions for the future. In this study, the natural disasters that took place in our country between the years 1970 and 2015 were dealt with. Data belonging to DEMA (Disaster and Emergency Management Authority) were compiled and they were transferred to the GIS database. Using these data, maps of geographical regions which natural disasters affected according to the frequency of occurrence were created in GIS environment. What kind of disasters took place in what geographical regions were revealed through thematic maps obtained as a consequence of spatial analyses.

Стихийные бедствия являются частью жизни и могут иметь чрезвычайно разрушительные последствия, если не будут приняты необходимые меры предосторожности. Географические информационные системы (ГИС) являются частью систем управления, которые представляют как устные, так и графические данные, пространственные анализы и другие базы тем, кто находится на руководящих должностях, для поддержки их решений и планирования. ГИС позволяет хранить и подвергать сомнению данные о текущей ситуации и в то же время обеспечивает проведение анализов, запросов и прогнозов на будущее. В этом исследовании были рассмотрены стихийные бедствия, имевшие место в нашей стране в период между 1970 и 2015 г. Данные, принадлежащие ДЕМА (Управление по чрезвычайным ситуациям и чрезвычайным ситуациям), были скомпилированы, и они были переданы в базу данных ГИС. Используя эти данные, в географической среде были созданы карты географических регионов, в которых стихийные бедствия пострадали в зависимости от частоты их возникновения. Какие бедствия имели место в каких географических регионах были выявлены с помощью тематических карт, полученных в результате пространственного анализа.

*Keywords:* disaster management, information technologies, natural disaster, geographical information systems, spatial analysis, thematic map.

*Ключевые слова:* управление стихийными бедствиями, информационные технологии, стихийные бедствия, географические информационные системы, пространственный анализ, тематическая карта.

Various information has been encountered with regard to disasters that have taken place across the world throughout the history of mankind and been registered in records. Large numbers of people have lost their lives in these disasters. There are not many differences between the results that emerged in the regions where past phenomena occurred and the results we see today. However, the consequences caused by disasters are not the same everywhere in the world. The most important reason for this difference lies in the frequency of disasters. One of the most striking examples is that about 16000 people died in the magnitude 7.4 earthquake that struck the Eastern Marmara Region (Gölcük) on August 17th 1999. On the contrary, a few people lost their lives in the magnitude 7.6 earthquake that occurred in Japan in 2003 whereas only one person died of heart attack in a magnitude 8 earthquakes that happened in the same year [1]. It has been understood that the damages that may have arisen as a result of different disasters that occurred in different dimensions and in different countries in the past may have been very large in terms of human life, material, spiritual and environment. The material and spiritual losses experienced require that every society in the world have an action plan and attach importance to the work to be done in order to reduce the damages caused by disasters. For this reason, studies on disaster management continue to increase rapidly throughout the world [4].

Increasing competition forces businesses to be different from each other, increase product diversity, and maximize productivity. Under these circumstances, management information systems become a necessity to make the best decision possible for decision makers [3].

Geographic Information Systems are directly linked to information systems such as data management systems, computer aided design (CAD), computer aided cartography, and remote sensing. Their only difference from these systems is that they can conduct analyses in geographical locations and produce new information by processing the collected information [2].

Definition of GIS, Yomralıoğlu describes them as all of the instruments that enable collection of data on earth through certain tools, their storage, interrogation, transfer and imaging [6]. Geographic Information Systems is a computer-based tool that allows mapping of events that occur around the world to be analyzed. Geographical Information Systems, in general terms, combine a broad database such as geographical analysis, questioning and statistical analysis a unique visualization of its own presented by the maps. With this feature, the most important characteristic distinguishing GIS from other information systems is its ability to explain the events with GIS, to predict future ones and to guide decisions of public and private enterprises [5].

First, relevant literature on the management and planning of natural disasters in Turkey has been researched. The disaster data used in the study were obtained by using the questionnaires found on web sites of the Turkish Statistical Institute and MEVKA institutions. The data were taken in the Excel environment on a provincial basis and since they were not appropriate to be used directly in any GIS software, both data arrangement and transfer to the database were performed. The data obtained for each province were edited in Chart format using ArcGIS software.

5998 earthquakes, floods, hailstones, frost, avalanches, snowfalls, storms, forest fires, landslides, rock falls and drowns occurred in Turkey between 1970 and 2015. The highest in number among these disasters are fires with 2102 disasters; whereas the fewest in number among disaster types is snowfall. Between 1970 and 2015, Antalya became the province where the most disasters were experienced with 358 disasters, while Osmaniye was the province where the fewest disasters were experienced with 11 disasters. The distribution of these disasters according to their types is shown separately in the following figures with thematic maps. After the creation of the disaster database, ArcGIS software was produced using thematic map construction techniques. ArcGIS software can make thematic maps with color distribution, pie slices, columns, point density representation and proportional symbols methods. When the data structures of the disaster system are examined, it is more accurate to use the color distribution representation since the data are generally displayed in relation to quantity. Since data visualization will be performed on a provincial basis, making color distribution maps of the representations of the polygon (area) data type seems to be the most accurate method.

Many disasters have occurred in Turkey so far and these disasters have caused a lot of loss of life and property. Each of the disasters that has occurred contains data that can be used to reduce to a minimum possible damage that might arise from future disasters. However, these data must be recorded correctly and regularly in order for them to be accurate for the future. A database to be designed with accurate and regular records will form the basis for the creation of hazard maps for many disasters. In order for these maps to be created nationwide, relevant institutions and organizations should cooperate in a national sense and their data on their hands should be ready to share these with appropriate institutions.

In conclusion, with the thematic maps obtained, many complex data can be passed through specific filters to obtain simpler, more easily interpreted data. In other words, the use of geographic information systems in disaster management allows for more effective decisions to be taken quickly. For this reason, it is necessary to establish units that consider work needed to minimize the damage from possible natural disasters that may occur as their main policy, and to share instantly with the relevant institutions and organizations the necessary data in the event of a disaster, both centrally and locally.

## REFERENCES

1. Demirci, A. Afet yönetiminde Coğrafi Bilgi teknolojilerinin Rolü / M. Karakuyu // Doğu Coğrafya Dergisi, 2004, sayı 12, P. 67–100, (in Turkish).
2. Greene, R. W. GIS in e-Government / R. W. Greene// ESRI Press, USA, 2001.
3. Laudon, J. P. Information Systems: A problem Solving Approach / J. P. Laudon, K. C. Laudon // 3ed. Fort Worth, The Dryden Press, USA, 1995. – 653 p.
4. Tabis. Ulusal Uzaktan Algılama Sistemi ve CBS Bazlı Veri Tabanı ve Afet Yönetimi Odaklı Karar Destek Sistemi Standardının Oluşturulması Projesi // TABİS, 2002, İstanbul, [http://www.arem.gov.tr/proje/yonetim/tabis.htm], (in Turkish).
5. Yılmaz, G. Kentsel Planlamada Bilginin Temsil Problemi: Coğrafi Bilgi Sistemleri İçin Teorik Bir Çerçeve / G. Yılmaz // 3.Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, İstanbul: Fatih Üniversitesi, 2004. – P. 477–486, (in Turkish).
6. Yomralıoğlu, T. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar / T., Yomralıoğlu // Seçil Ofset, İstanbul, 2000, 479 p, (in Turkish).

# АРХИТЕКТУРА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРОЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ

## ARCHITECTURE OF EXPERT FORECAS OF THE CONSEQUENCES OF PETROLEUM PRODUCTS SPILLAGE

*О. Ю. Азаркевич, Д. И. Черняк, В. В. Смелов*  
*O. Azarkevich, D. Cherniak, V.VSmelow*

*Белорусский государственный технологический университет,  
 г. Минск, Республика Беларусь  
 azarkevich.o@yandex.ru  
 Belarusian State Technological University,  
 Minsk, Republic of Belarus*

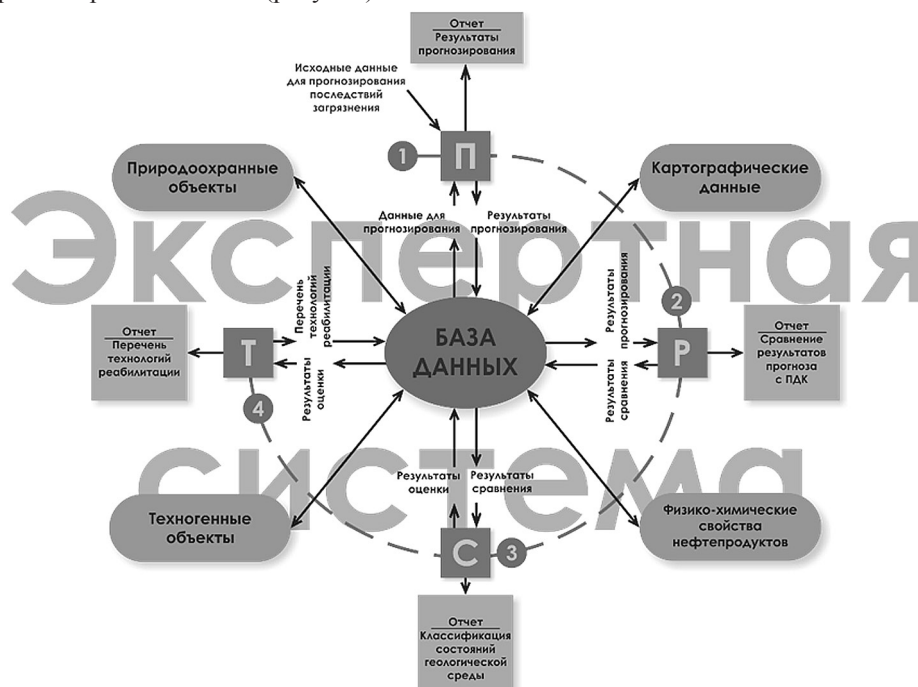
Экспертная система по прогнозированию последствий пролива нефтепродукта позволяет рассчитать глубину проникновения загрязняющих веществ в почву в зависимости от времени после разлива, массы адсорбированного масла и ее концентрации в почве и грунтовых водах. Архитектура экспертной системы состоит из модулей, реализующих математические модели, позволяющие спрогнозировать последствия инцидента.

The expert forecast of the consequences of petroleum products allows calculating the depth of penetration of pollutants into the soil, depending on the time after the spill, the mass of adsorbed oil and its concentration in soil and groundwater. The architecture of the expert system consists of modules that implement mathematical models to predict the consequences of the incident.

*Ключевые слова:* архитектура, прогнозирование.

*Keywords:* architecture, forecasting.

Экспертная система предназначена для прогнозирования последствий пролива нефтепродуктов. Так выглядит архитектура экспертной системы (рисунок).



*Рисунок – Архитектура экспертной системы*

Совместно с Республиканским унитарным предприятием «Научно-производственный центр по геологии» была выполнена работа, представляющая собой программное средство, позволяющее спрогнозировать последствия инцидентов, связанных с проливом нефтепродуктов, оценить (сравнить с нормативными значениями) прогнозируемые значения степени загрязнения грунта и грунтовых вод, классифицировать прогнози-

руемое состояние геологической среды и предложить технологии и технические средства для реабилитации геологической среды.

Программное средство состоит из четырех основных модулей, справочной информации и базы данных, в которой хранится вся информация.

Первый модуль «П» (прогнозирование) на входе получает исходные данные о количестве, типе и месте разлива нефтепродукта. В результате работы этого модуля формируется отчет, который помещается в базу данных.

Модуль «Р» (оценка прогнозируемого состояния) получает отчет из предыдущего модуля «П» и сравнивает значения результата прогноза с ПДК. Отчет помещается в базу данных.

Модуль «С» (классификация прогнозируемого состояния) предназначен для классификации состояний геологической среды. Он также берет отчет из предыдущего модуля и формирует новый, который также помещается в базу данных.

Последний модуль «Т» (выбор технологий реабилитаций) формирует финальный отчет, который содержит перечень технологий реабилитаций. Все модули выполняются с помощью математических моделей.

Для работы модулей используются справочники, хранящиеся в базе данных: «Техногенные объекты», содержащие всю информацию об объектах, «Физико-химический свойства нефтепродуктов», располагающий информацией о нефтепродуктах, «Картографические данные» и «Природоохранные объекты».

## **ПРИМЕНЕНИЕ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ХРАНЕНИИ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРОЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ**

### **AN APPLICATION OF THE STEGANOGRAPHIC METHODS IN THE STORAGE OF CARTOGRAPHIC INFORMATION IN THE EXPERT FORECAST SYSTEM OF THE CONSEQUENCES OF PETROLEUM PRODUCTS SPILLAGE**

***Е. А. Блинова, В. В. Смелов***

***E. Blinova, V. Smelov***

*Белорусский государственный технологический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*blinova@belstu.by*

*Belarusian State Technological University*

*Minsk, Republic of Belarus*

Предлагается использовать стеганографические методы для обеспечения целостности и подтверждения авторства пространственных данных, хранящихся в базе данных экспертной системы. Рассматриваемые стеганографические методы, основываются на двух подходах: осажение скрытой информации в виде дополнительных элементов пространственных данных в формате WKT или в виде обратимого искажение исходных данных.

It is proposed to use additional steganographic methods to protect the spatial data used in the expert forecast system of the consequences of petroleum products spillage. Security of spatial data in the database includes the control of the integrity, consistency and availability, as well as the solution of the problem of the map copyright protection. It is proposed to place the hidden information in the additional elements of the spatial data represented in WKT format. It is also proposed to make minor changes in spatial data based on an attribute values.

*Ключевые слова:* стеганографический метод, пространственные данные.

*Keywords:* steganography method, spatial data.

Совместно с Республиканским унитарным предприятием «Научно-производственный центр по геологии» выполнена опытно-конструкторская работа, представляющая собой программное средство для прогнозирования последствий инцидентов, связанных с проливом нефтепродуктов, оценки значения степени загрязнения грунта и грунтовых вод, классификации прогнозируемого состояния геологической среды и определения технологии реабилитации геологической среды. В состав экспертной системы входят шесть модулей, четыре из которых являются реализацией математической модели, позволяющей рассчитать объем и скорость проникновения нефтепродуктов в грунт и грунтовые воды, и два справочных модуля «Химический состав нефтепродуктов» и «Техногенные объекты» для учета нагрузки объектов, деятельность которых связана с обращением нефтепродуктов. Модули экспертной системы используют реляционную базу данных СУБД Microsoft SQL Server 2012. В базе дан-

ных хранятся пространственные данные в форме электронных карт с дополнительными атрибутами (тип грунта, глубина залегания грунтовых вод, высота над уровнем моря и т. д.).

Действующим законодательством картографическая продукция отнесена к объектам интеллектуальной собственности, и картографическая информация может рассматриваться как объект авторского права. Для обеспечения целостности и подтверждения авторства картографических данных экспертной системы разработаны два стеганографических метода, основанных на осаждении скрытой информации. Первый метод предполагает внедрение дополнительных данных, второй – применение обратимого искажения данных.

Стеганографические методы предполагают сокрытие самого факта существования конфиденциальных вложений в открытой информации. При описании представления систем координат пространственных структур и преобразований между системами координат в СУБД Microsoft SQL Server используется формат WKT (Well-Known Text), позволяющий осаждать скрытую информацию в наличии и расположении дополнительных точек в существующих мультиполигонах, описывающих различные пространственные области. Предлагается использовать тот факт, что наличие дополнительных точек в существующих областях не изменяет отображение области в целом, однако позволяет внести скрытые метки, которые впоследствии могут быть извлечены для подтверждения права интеллектуальной собственности. Второй метод предполагает несущественное изменение координат пространственных областей в зависимости от значений соответствующих им атрибутов. Обратное преобразование данных осуществляется при помощи метода приложения, что позволяет избежать использования несанкционированно скопированной напрямую из базы данных картографической информации.

**ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ПО РАСЧЕТУ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НАЛОГА  
ДЛЯ ОАО «БЕЛАРУСКАБЕЛЬ» Г. МОЗЫРЯ  
SOFTWARE TO CALCULATE ENVIRONMENTAL TAX  
FOR OJSC “BELARUSKABEL” S. MOZYR**

***А. С. Брель, А. Л. Карпей  
A. Brel, A. Karpei***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
kar\_an@tut.by  
Belarusian State University, ISEI BSU  
Minsk, Republic of Belarus*

На языке программирования C# в среде Visual Studio разработана программа по расчету экологического налога для ОАО «БЕЛАРУСКАБЕЛЬ» г. Мозыря. Предусмотрена функция построения графика по рассчитанным данным для визуального отображения динамики изменения показателей выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.

In the C # programming language, Visual Studio developed a program for the calculation of environmental tax for OJSC “BELARUSKABEL”, Mozyr, Republic of Belarus. A function is provided for plotting the calculated data to visualize the dynamics of changes in the emission of pollutants into the environment.

*Ключевые слова:* экологический налог, виды экологического налога, кабель, производство кабеля, материалы кабельного производства, ОАО «БЕЛАРУСКАБЕЛЬ».

*Keywords:* environmental tax, environmental tax types, cable, cable production, cable production materials, OJSC “BELARUSKABEL”.

Одной из важнейших проблем в настоящее время является проблема загрязнения окружающей среды. С каждым годом все развитие цивилизации находится под возрастающим давлением экологического аспекта. Уже сегодня, приступая к решению любых вопросов науки, техники, производства, необходимо сразу же рассматривать данную проблему и с точки зрения экологии. При этом в современном понятии оценка взаимодействия с окружающей средой должна осуществляться для всего жизненного цикла продукта: используемые материалы, конструкция, производство, эксплуатация, утилизация после эксплуатации.

Многообразие технологических процессов кабельного производства показывает, что в экологическом отношении это производство является сложным, так как в процессе изготовления кабеля обеспечивается переработка и использование значительного количества химического сырья в большинстве случаев при повышенных температурах. В целом все это приводит, как и в других экологически сложных отраслях промышленности, к загрязнению атмосферы промышленными выбросами, и отрицательному воздействию на землю и водные ресурсы, загрязнению сточных вод.



Как отмечалось выше, жизненный цикл продукта начинается с использования материалов. Материалы кабельного производства можно разделить на 3 категории по их воздействию на окружающую среду: материалы с низким уровнем воздействия (алюминий, хлопок, сухая бумага, джут, стеклянная оплетка), средним (полиэтилен ПЭ, полипропилен, медь, полиамид, сталь, цинк, сшитый ПЭ, силиконовые покрытия) и высоким (кабельные масла, ПВХ, эмаль-лаки, хлорсодержащие ПЭ, фторопласты, свинец) уровнем воздействия.

Кабельная промышленность в целом как отрасль, где используются и перерабатываются значительные количества продуктов химии, металлургии, других сырьевых материалов, безусловно, должна рассматриваться с точки зрения оценки её влияния на окружающую среду.

В городе Мозыре находится ОАО «Беларускабель», который является крупнейшим производителем кабельной продукции на территории СНГ. Ежегодно номенклатура предприятия пополняется все новыми марками кабельно-проводниковых изделий.

Для работников отдела охраны труда и окружающей среды, на языке программирования C# в среде Visual Studio, разработано программное средство для расчета экологического налога. В данном программном средстве реализованы такие задачи, как «Расчет экологического налога за хранение отходов производства», «Расчет экологического налога за захоронение отходов производства», «Расчет экологического налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух», «Расчет экологического налога за добычу природных ресурсов (добыча воды из скважины)», «Расчет экологического налога за сброс сточных вод». Таким образом, в программном средстве предусмотрен расчет экологического налога по всем его видовым категориям на данное время. Пользователь, а именно эколог, заносит в базу данных показатели, предоставленные лаборантом, для расчета суммы платежа экологического налога. В системе есть возможность добавления, редактирования данных, а так же печать деклараций с вычисленными результатами.

В данном программном средстве также предусмотрена функция построения графика по рассчитанным данным для визуального отображения динамики изменения показателей выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Эта функция была предусмотрена для того, чтобы контролировать и минимизировать выброс вредных веществ в атмосферу, водные ресурсы, землю.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЙ АСПЕКТ ДОВРАЧЕБНОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА INFORMATIONAL ASPECT OF PRE-MEDICAL ASSESSMENT OF THE CONDITION OF PATIENT**

***Н. Н. Горбачёв***  
***N. Gorbachev***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
nick-iso@tut.by  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Обсуждается проблема сбора первичных данных о состоянии пациента в виде комплекса анкет, заполненных вручную или с использованием смартфонов и других устройств (компьютеров, терминалов самообслуживания). Полученные информационные ресурсы должны быть объем информации из электронных медицинских записей.

The problem of collecting primary data on the patient's condition in the form of a set of questionnaires filled manually or using smartphones and other devices (computers, self-service terminals) is discussed. The received informational resources have to be the scope of information of the electronic medical record.

*Ключевые слова:* данные, пациент, анкета здоровья, электронная медицинская карта.

*Keywords:* data, patient, questionnaire of health, electronic medical record.

Информационное обеспечение работы врача начинается с первичного сбора данных о состоянии пациента, причём роль самого пациента при этом определяющая. Как правило, пациент редко представляет данные самомониторинга, а медицинская карта содержит разовые сведения. Часть времени врачебного приёма тратится на получение именно этой информации, ограничивая время диагностики.

Чтобы обеспечить самомониторинг, пациенту необходимо периодически отвечать на типовой набор вопросов анкеты здоровья:

- значительный набор веса или похудение при неизменном образе жизни и рационе питания может быть первым симптомом диабета, сердечно-сосудистых заболеваний, нарушений обмена веществ и повышенного уровня холестерина;
- заболевания печени, желудочно-кишечного тракта в первую очередь проявляются белым, серым, зеленым налетом на языке, а также в виде нарушения пищеварения, запора или диареи, тяжести после еды и болях на голодный желудок;
- немало может сказать состояние волос и ногтей – при отклонениях волосы потускнеют, поредеют, станут хрупкими, а ногти ломкими;
- оцените, отекают ли ноги или веки, если утром вы не можете открыть глаза, а вечером с трудом надеваете обычную обувь, следует проверить почки, сердечно-сосудистую систему и сдать кровь на гормональный уровень;
- заболеваниях щитовидной железы, простудные заболевания могут следовать одно за другим;
- тонкая белая линия вокруг зрачка или небольшие желтоватые пятнышки на веках или вокруг глаза говорит о повышенном уровне холестерина в крови.

Первичным элементом такого контроля должен быть комплекс анкет, заполняемых вручную или с использованием смартфонов и других устройств (компьютеры, инфокиоски), который позволяет врачу получить первичную информацию о состоянии пациента. Пример вопросов анкеты:

1. Беспокоят ли вас головные боли.
2. Можно ли сказать, что вы легко просыпаетесь от любого шума.
3. Беспокоят ли вас боли в области сердца.
4. Считаете ли вы, что в последнее время у вас ухудшилось зрение.
5. Беспокоят ли вас боли в суставах.
6. Влияет ли на ваше самочувствие перемена погоды и другие.

Технология заполнения анкет и сбора данных должна быть ориентирована на минимальные затраты труда, контроль ошибок, ответы формата «да, нет». Следует иметь в виду, что это не должно превращаться в экспертную систему, поскольку первичные данные должны подкрепляться объективными данными анализов и обследований.

При этом необходимо обеспечить объективность, сравнимость, адекватность, прогностичность, необходимость и достаточность данных. Полученные информационные ресурсы должны включаться в состав сведений электронной медицинской карты.

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ММГ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ОХЛАЖДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ**

### **COMPUTER MODELLING OF THE THERMAL MODE IN PERMAFROST SOILS UNDER THE INFLUENCE OF ENGINEERING CONSTRUCTIONS AND COOLING DEVICES**

***В. В. Гордийчук, Т. В. Смирнова***  
***V. Gordiychuk, T. Smirnova***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Vladimir.Gordiychuk@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Представлены результаты компьютерного моделирования тепловых процессов в многолетнемерзлых породах с фазовыми переходами при наличии охлаждающих устройств. Численная схема реализует параллельную работу алгоритма, с применением графических ускорителей. Язык программирования C++.

The results of computer simulation of thermal processes in the permafrost soil with phase transitions in the presence of cooling devices are presented. The numerical scheme implements the parallel operation of an algorithm, using the graphic accelerators. The programming language is C ++.

*Ключевые слова:* многолетнемерзлые грунты, теплообмен, фазовые переходы, параллельные вычисления.

*Keywords:* permafrost, heat transfer, phase transition, parallel computing.

При освоении нефтегазовых ресурсов в северных широтах необходимым элементом инженерно-геологического решения является прогноз температуры многолетнемерзлых грунтов. При выполнении теплотехнических

расчетов в ММГ теплофизические процессы, как правило, описываются с помощью уравнения теплопроводности, содержащего различные нелинейные поправки. В основе большинства отечественных программных разработок для моделирования процессов теплообмена в таких грунтах лежит широко известный норматив – РСН 67-87, в котором используется энтальпийная формулировка уравнения теплопроводности, позволяющая учитывать тепловую энергию фазовых переходов «вода–лед». РСН 67-87 популярен и по сегодняшний день, однако необходимо отметить, что ряд положений норматива устарел и требует корректировки. В частности, в последние десятилетия:

- усовершенствованы численные схемы, которые ранее использовались в РСН 67-87;
- разработаны новые вычислительные платформы (GPGPU, распределенные вычисления), позволяющие существенно увеличить масштабы решаемых задач и сократить время, затрачиваемое на получение решения.

С другой стороны, заказчики и пользователи повысили требования к программным продуктам:

- крайне важным стал учет охлаждающих устройств;
- повысились требования к автоматизации рабочего процесса;
- необходимым элементом ПО стала качественная визуализация данных.

Несмотря на то что со времен появления норматива прошло 30 лет, отечественные и российские решения развиваются слабо и существенно отстали от современных требований.

В то же время зарубежные разработки не стоят на месте и реализуют новые тренды и возможности индустрии. Тем не менее зарубежные программные пакеты для компьютерного моделирования тепловых процессов, как правило, являются универсальными, но их применение для расчетов многолетнемерзлых грунтов затруднено по ряду причин:

1. Проблематичность учета фазовых переходов «вода–лед», что приводит к большим погрешностям в универсальном ПО.

2. Отсутствие инструментария для построения трехмерной модели сложной геологии.

3. Отсутствие инструментария для учета устройств термостабилизации.

4. Заградная по времени вычислительная процедура (дни, недели) ввиду отсутствия численных схем, оптимизированных для расчета тепловых процессов в мерзлых грунтах.

Как показали результаты практического использования коммерческих специализированных пакетов, универсальное ПО не удовлетворяет потребностям большинства проектных организаций, занимающихся разведкой и строительством зданий и сооружений в условиях вечной мерзлоты.

Учитывая недостатки программных решений, как зарубежных, так и отечественных, в рамках проекта Frost 3D Universal ведется активная разработка специализированного программного комплекса для численного моделирования тепловых процессов в многолетнемерзлых грунтах. В основе лежит математическая модель, учитывающая фазовые переходы, реализованная с помощью экономичной численной схемы. Схема обеспечивает второй порядок аппроксимации по пространственным переменным и ускорение расчетов в десятки раз за счет распараллеливания вычислений на графических процессорах. Расчетная сетка содержит до  $10^7$  узлов по каждой координате и позволяет производить прогнозные расчеты на 5–10 лет в пределах нескольких часов. Разрабатываемый комплекс обладает встроенным набором инструментов для построения сложной геологии местности и моделирования охлаждающих устройств.

## **ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДАПТИВНЫХ СЕТОК**

### **NUMERICAL MODELLING OF PROCESSES OF HEAT TRANSFER IN AREA OF KRIOLITOZONA WITH APPLICATION OF ADAPTIVE GRIDS**

***В. В. Гордийчук, Т. В. Смирнова***  
***V. Gordiychuk, T. Smirnova***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Vladimir.Gordiychuk@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Представлены результаты численного расчета теплопереноса в мерзлых грунтах с фазовыми переходами. Реализован алгоритм сквозного счета. Проанализировано поведение погрешности, установлен предел измельчения шага расчетной сетки.

The results of numerical calculation of heat transfer in frozen soil with phase transitions are presented. The shock-capturing methods are realized. The behavior of an error is analyzed, the limit of crushing of a step of a settlement grid is set.

*Ключевые слова:* мерзлые грунты, теплообмен, задача Стефана, квазиравномерные сетки.

*Keywords:* frozen soil, heat exchange, Stefan's task, adaptive grids.

Одними из востребованных и практически важных вопросов в инженерной геологии являются задачи по анализу и управлению полями температур в грунтах, в частности, в зонах мерзлоты. Математическая модель процессов теплообмена в вечномёрзлых грунтах с учетом фазовых переходов содержит уравнение теплопроводности и классическое условие Стефана. Существенной проблемой является формирование расчетных сеток, обладающих возможностью адаптации к геометрическим особенностям расчетной области и к разномасштабности моделируемых объектов. Готовые программные продукты основаны, главным образом, на дискретизации области на основе метода конечных элементов. Для численной реализации такой модели в трехмерной области разработан ряд алгоритмов. Преимущество их использования очевидно: наличие библиотек с решателями, программных продуктов для построения сеток, визуализации данных. Но широкое использование таких методов, кроме коммерческой стороны вопроса, ограничивается тем фактом, что они предназначены для моделирования процессов в крупном масштабе, и при моделировании теплопереноса в области более мелкого масштаба, где требуется учесть особенности структуры и климатические факторы, возникают трудности и в численной реализации, и в интерпретации полученных результатов.

В представленной работе численно реализуется 3D-модель теплопереноса в мерзлых грунтах с фазовыми переходами на основе алгоритма сквозного счета с использованием квазиравномерных сеток [1]. Реализованы чисто неявные схемы, рассмотрено поведение погрешности для различных вариантов сгущения сетки в зонах с резкими неоднородностями. Установлено количество узлов, при которых локальное измельчение расчетной сетки не оказывает влияния на уменьшение погрешности.

Полученные результаты будут являться основой для верификации расчетов по конечно-элементному методу контрольного объема, который позволяет учитывать сложную геометрию и применять крупные сеточные шаги вследствие консервативности применяемых в методе расчетных схем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Samarskii, A. A., Vabishchevich, P. N. Computational Heat Transfer – Wiley // Mathematical modeling. 1996. – Vol.1. – 418 p.

## **ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРЕНАЖЁР «ENGLISH TRAINER READING COMPREHENSION» КАК СРЕДСТВО ОВЛАДЕНИЯ НАВЫКАМИ МЕЖКУЛЬТУРНОЙ КОММУНИКАЦИИ**

### **ELECTRONIC TRAINER “ENGLISH TRAINER READING COMPREHENSION” AS A TOOL FOR DEVELOPING INTERCULTURAL COMMUNICATION SKILLS**

***V. A. Иванюкович, О. Н. Любезная***  
***U. Ivaniukovich, O. Liubeznaya***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
liubeznaya@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Представлено описание электронного тренажёра «English Trainer Reading Comprehension», разработанного на базе платформы Microsoft Visual Studio C# и предназначенного для подготовки учащихся к централизованному тестированию по английскому языку, а также для развития навыков межкультурных или профессиональных коммуникаций.

The paper contains the description of e-trainer “English Trainer Reading Comprehension” designed within the platform Microsoft Visual Studio C# that can be used by students while preparing for English CT. The software may be used also to develop skills of intercultural or professional communications.

*Ключевые слова:* межкультурные коммуникации, профессиональные коммуникации, электронный тренажёр, тестирование.

*Keywords:* intercultural communications, professional communications; e-trainer, testing.

Современное общество испытывает острую потребность в людях, обладающих такими компетенциями, которые позволят им проявлять инициативу и использовать свои знания для решения глобальных проблем и принятия конструктивных решений в области устойчивого развития. Первоочередная задача учреждений образования всех уровней – подготовить таких специалистов. Процесс обучения иностранному языку также должен быть направлен на подготовку к межъязыковому межкультурному и профессиональному общению.

В связи с тем, что абитуриенты сдают вступительные испытания в форме централизованного тестирования, в учреждениях общего среднего образования в X–XI классах организовываются факультативные занятия по подготовке учащихся к сдаче ЦТ, в том числе и по английскому языку.

Повысить эффективность подготовки позволит использование различных электронных обучающих платформ и тренажёров. Следует сказать, что у современного преподавателя в арсенале находится достаточный набор средств и ресурсов, с помощью которых можно осуществлять обучение иностранному языку, особенно английскому. Но все эти электронные программные продукты не учитывают специфику заданий централизованного тестирования и особенностей подготовки к нему.

Республиканский институт контроля знаний содействовал разработке программы-тренажёра, которая позволяет имитировать процесс выполнения тестовых заданий в режиме реального времени, проверить полученные знания по математике, физике, русскому и белорусскому языкам. К сожалению, указанный тренажёр не включает задания по английскому языку, хотя экзамен по этому предмету считается одним из самых сложных.

«Чтение» – третий раздел теста, составляющий 20 % от всего объема. Предлагаются частично адаптированные или несложные аутентичные художественные, научно-популярные и публицистические тексты, в которых содержится 3–4 % незнакомых слов, о значении которых можно догадаться.

Очевидно, что подготовка к выполнению заданий раздела «Чтение» у абитуриентов должна быть достаточно серьёзной.

В результате автором был разработан электронный тренажёр по английскому языку «English Trainer Reading Comprehension», облегчающий подготовку будущих абитуриентов к централизованному тестированию (раздел «Чтение», задания А37-А48). Данный программный продукт прост в использовании, эксплуатируется в условиях индивидуальных рабочих мест учащегося и преподавателя, *работает под управлением ОС Windows*. В качестве среды разработки был избран язык объектно-ориентированного программирования C#. Программа проектировалась как обучающая (для наглядной проверки знаний учащихся) и как программа для самообучения с помощью персонального компьютера. Интерфейс программы не требует от пользователя глубоких знаний в сфере компьютерных технологий, и на её освоение нужны минимальные затраты времени.

Тренажёр представляет собой систему из нескольких форм, связь между которыми осуществляется нажатием тех или иных расположенных в них кнопок.

В главном меню содержится перечень текстов, доступных для работы. При выборе определенного текста осуществляется переход к форме, где непосредственно и происходит тестирование (чтение текста, решение заданий). Результатом выполнения теста являются галочки, проставленные напротив вариантов ответов. Правильные ответы появятся в новом окне после нажатия на кнопку «Show Answers» («Показать ответы»).

Тренажёр оснащён таймером, который запускает обратный отсчёт времени (в секундах), отведённого на выполнение задания. Отсчёт начинается с появлением на экране текста, оставшееся время отображается в ячейке с надписью «Time Left» («Оставшееся время»).

Реализация в коде программы таймера-счётчика была обусловлена необходимостью контролировать затрачиваемое обучающимися время. Это связано с тем, что на решение всего теста по английскому языку отводится 120 минут, а в условиях экзаменационного стресса будущий абитуриент может не успеть выполнить все 60 заданий вовремя.

Дополнительно предоставлена возможность усложнения задания путем использования функции «Hide Text» («Скрыть текст»). В таком случае пользователь вынужден отвечать на вопросы, опираясь лишь на ту информацию, которую запомнил при чтении текста. Тем самым достигается еще одна цель обучения – развитие памяти учащихся.

Особенностью программы является работа кнопки «Show Answers» («Показать ответы») в окне «Reading Comprehension». Она не активна до тех пор, пока тестирующийся не сделает выбор ответов – по одному в каждом из заданий. Кнопка деактивируется и в том случае, если у учащегося возникнет желание посмотреть правильные ответы до того как сам выполнит задание.

Подбор содержания текстов позволяет ориентировать обучение на различные сферы деятельности, в том числе на экологию, здравоохранение и пр.

Необходимо отметить, что представленный электронный продукт может быть модернизирован в направлении разработки его мобильной версии и подключения процедуры идентификации пользователя тренажёра, а также создания базы результатов.



# МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЭКОСИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСЧЕТНОГО ПАКЕТА VSD+ STUDIO

## SIMULATION OF CRITICAL LOADS FOR ECOSYSTEMS USING VSD+STUDIO SOFTWARE

***В. А. Иванюкович, Р. М. Невар***  
***U. Ivaniukovich, R. Nevar***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
u.ivaniukovich@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Рассматриваются программные средства VSD + Studio и vrvp22. Критические нагрузки моделировались с помощью VSD + Studio software, используя данные из станции мониторинга Высокое (Каменецкий район, департамент Брест). Определены необходимые условия использования программного обеспечения.

VSD+Studio and vrvp22 softwares were considered in the report. Critical loads were simulated by means of VSD+Studio software using data from monitoring station Vysokoe (Kamenets region, Brest department). Necessary conditions to use considered software were determined.

*Ключевые слова:* критические нагрузки, экосистема, почва, моделирование, загрязняющие вещества, программный пакет, катионы, анионы.

*Keywords:* critical loads, ecosystem, soils, simulation, pollutants, software, cations, anions.

Одним из востребованных направлений исследований, поддерживаемых Минприроды, является разработка методики оценки критических нагрузок загрязняющих веществ на экосистемы Беларуси.

Изучение влияния загрязняющих веществ на экосистемы проводится с 60-х годов прошлого века. Большой прорыв в таких исследованиях произошел благодаря принятию Лондонской конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (1979 г.), которая стимулировала выполнение большого количества исследовательских проектов, направленных на изучение воздействия поллютантов на экосистемы. В результате были разработаны концепция критических нагрузок на экосистемы и теоретические основы, необходимые для их расчета. Сегодня в свободном доступе имеются прикладные программы, рекомендованные Европейским координационным центром, предназначенные для расчета критических нагрузок.

При оценке критических нагрузок решающее значение имеет прогнозирование накопления различных поллютантов в почве. В докладе рассматриваются возможности использования для этой цели двух программных пакетов – VSD+Studio и vrvp22. Эти пакеты представляют собой мощный инструмент, который используется и совершенствуется европейским сообществом начиная с 2003 г. Последнее обновление было сделано в ноябре 2016 г. Vrvp22 является расширенной версией пакета VSD+Sudio и требует большего количества входных данных, большая часть из которых не измеряется на станциях мониторинга окружающей среды в Беларуси. Поэтому основное внимание уделено изучению пакета VSD+Studio.

В основе расчетов лежит уравнение простого массового баланса

$$[H^+] + [BC^{2+}] + [Na^+] + [Al^{3+}] + [NH_4^+] = [SO_4^{2-}] + [NO_3^-] + [Cl^-] + [HCO_3^-] + [Org^-], \quad (1)$$

в котором учитываются катионы и анионы водорода ( $H^+$ ), натрия ( $Na^+$ ), алюминия ( $Al_3^+$ ), хлора ( $Cl^-$ ), аммония ( $NH_4^+$ ), сульфата ( $SO_4^{2-}$ ), окиси азота ( $NO_3^-$ ), бикарбоната ( $HCO_3^-$ ), органические анионы ( $Org^-$ ) и сумма базовых катионов кальция, калия и натрия ( $BC^{2+}$ ).

Уравнение простого массового баланса относится к процессам, происходящим в растительности. Предполагается, что иммобилизация поллютантов в экосистемах обусловлена, в основном, именно вегетационными процессами.

В динамической модели уравнение простого массового баланса дополняется зависящими от времени уравнениями обмена катионов (Гинеса – Томоса или Гапона) и иммобилизации азота в почве.

С помощью вычислительного программного пакета VSD+Studio были промоделированы процессы загрязнения почв по данным станции мониторинга Высокое (Каменецкий р-н Брестской обл.).

Основная проблема в применении рассмотренных пакетов состояла в том, что белорусские станции мониторинга окружающей среды не измеряют ряд параметров, необходимых для запуска выбранных пакетов. Поэтому для моделирования часть данных была взята из отчетов Европейского координационного центра по трансграничному загрязнению воздуха на большие расстояния [1] для почв, наиболее близких к почвам исследуемого района Беларуси.

Для того, чтобы использовать рекомендуемую европейским сообществом методику и программный пакет VSD+Studio, дополнительно нужно производить измерения следующих параметров: толщина корневого слоя, плотность почвы, содержание глины в почве, давление CO<sub>2</sub> в почве, коэффициент катионного обмена, годовое изменение SO<sub>2</sub> в почве, содержание водорода в почве, содержание базовых катионов в почве, содержание алюминия в почве.

Для применения пакета vrvr22 для моделирования процессов накопления загрязняющих веществ в почвах Беларуси необходимо измерение еще большого количества дополнительных параметров.

Следует учитывать тот факт, что модели делают расчет для ограниченного количества поллютантов, участвующих в вегетационном процессе – серы, азота, базовых катионов и алюминия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt). Mapping Manual of the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, ICP Modelling and Mapping (2004) / Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt). Berlin, December 2004, 206 p. (P. 43–55).

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАКОПЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ MATHEMATICAL MODEL FOR POLLUTANT ACCUMULATION IN SOILS USING EXPERIMENTAL DATA

*В. А. Иванюкович, Р. М. Невар*

*U. Ivaniukovich, R. Nevar*

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А.Д.Сахарова БГУ,  
г.Минск, Республика Беларусь  
u.ivaniukovich@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Описано моделирование накопления загрязнений в почвах. Коэффициенты в решении дифференциальных уравнений рассчитывались по данным экологического мониторинга.

Simulation of pollutant accumulation in soils work is described. Coefficients in the solution of differential equations were calculated using data of ecological monitoring.

*Ключевые слова:* почва, накопление, загрязняющие вещества, моделирование, прогнозирование, критические нагрузки.

*Keywords:* soils, accumulation, pollutants, simulation, forecasting, critical loads, ecosystems.

Одной из важнейших составляющих при оценке критических нагрузок на экосистему является накопление загрязняющих веществ в почве. При расчете этой величины должны учитываться такие локальные факторы, как поступление поллютантов в атмосферу и их осаждение, физико-химические свойства почвы, наличие необходимых данных в результатах мониторинга окружающей среды и др. Так, при разработке модели накопления загрязняющих веществ в почвах Беларуси пришлось учитывать то, что разные станции мониторинга предоставляют данные по разным веществам, а измерения данных проводятся с разной периодичностью.

В докладе представлена динамическая модель накопления различных загрязняющих веществ в почве, в которой ежегодно публикуемые данные мониторингов используются для расчета коэффициентов в решении дифференциальных уравнений.

Накопление загрязняющих веществ в почве происходит в результате двух противоположных процессов – их поступления из внешних источников и удаления вследствие физико-химических и биологических процессов. Предполагается, что поступление веществ в почву происходит вследствие их осаждения с атмосферными осадками, гравитационного осаждения веществ из воздушной среды и «фонового поступления» веществ. Фоновое поступление загрязняющих веществ учитывает действие таких трудно контролируемых процессов, как поступление веществ с опавшей листвой и другим биоматериалом, зависимость от локальных условий миграция, химические процессы в почве и т. п. В общем виде процесс ежегодного поступления вещества в почву можно описать следующим уравнением:

$$\frac{dC_{N,пост}}{dt} = \alpha_{oc} C_{N,ос} + \alpha_{грав} C_{N,возд} + C_{фон,пост}, \quad (1)$$

где  $C_{N,пост}$  – концентрация загрязняющего вещества в почве;  $\alpha_{oc}$  – коэффициент, учитывающий поступление вещества в почву с осадками;  $C_{N,ос}$  – концентрация вещества в осадках;  $\alpha_{грав}$  – коэффициент, учитывающий гравита-

ционное осаждение вещества из атмосферы;  $C_{N,возд}$  – содержание веществ в воздушной среде;  $C_{фон,пост}$  – фоновое поступление загрязняющих веществ в почву.

Вывод веществ из почвы обусловлен следующими процессами: вымыванием веществ из почвы, испарением, «фоновым выводом» веществ. Фоновый вывод веществ включает вегетационную составляющую и другие неучтенные процессы. Математически процесс вывода веществ из почвы можно описать в следующем виде:

$$\frac{dC_{N,вывод}}{dt} = -(\alpha_{вымыв} (C_N - C_{N,ос}) + \alpha_{исп} (C_N - C_{N,возд}) + C_{фон,вывод}), \quad (2)$$

где  $C_{N,вывод}$  – концентрация выведенного загрязняющего вещества из почвы;  $\alpha_{вымыв}$  – коэффициент вымывания, учитывающий годовое выпадение осадков и испарение;  $C_N$  – концентрация вещества в почве;  $\alpha_{исп}$  – коэффициент испарения, учитывающий среднегодовые темпы испарения веществ;  $C_{фон,вывод}$  – фоновый вывод загрязняющих веществ из почвы.

Общее изменение концентрации загрязняющих веществ в почве можно определить как разность поступления загрязняющих веществ и их вывода из почвы:

$$\frac{dC_N}{dt} = \alpha_{ос} C_{N,ос} + \alpha_{грав} C_{N,возд} + C_{фон,пост} - \alpha_{вымыв} (C_{N,ос} - C_N) + \alpha_{исп} (C_N - C_{N,возд}) + C_{фон,вывод}. \quad (3)$$

Сгруппировав соответствующие значения концентраций, уравнение можно переписать в следующем виде:

$$\frac{dC_N}{dt} = \alpha_N C_N + \alpha_{ос} C_{N,ос} + \alpha_{возд} C_{N,возд} + C_{фон}, \quad (4)$$

где  $\alpha_N$ ,  $\alpha_{ос}$ ,  $\alpha_{возд}$ ,  $C_{фон}$  – обобщенные коэффициенты, отвечающие за влияние на изменение загрязняющих веществ в почве начальной концентрации веществ, концентрации веществ в осадках, в воздухе и влияния фоновых процессов соответственно.

Последнее уравнение является линейным дифференциальным уравнением первого порядка, решение которого имеет вид:

$$C_N(t) = C[1]e^{t \cdot \alpha_N} - \frac{\alpha_{ос} C_{N,ос} + \alpha_{возд} C_{N,возд} + C_{фон}}{\alpha_N} = C[1]e^{t \cdot \alpha_N} + \alpha_{ос}^* C_{N,ос} + \alpha_{возд}^* C_{N,возд} + C_{фон}^*, \quad (5)$$

где  $C_N$  – концентрация вещества в почве в момент времени  $t$ ;  $C[1]$  – коэффициент, зависящий от граничных условий.

Полученное уравнение позволяет установить зависимость накопления загрязняющего вещества в почве от времени и концентрации вещества в воздухе, а также найти фоновое значение изменения загрязняющего вещества в экосистеме.

Для расчета всех коэффициентов в уравнении потребуются данные минимум за 5 лет, поскольку в уравнении содержится 5 неизвестных коэффициентов.

В опубликованных на сайте <http://www.ecoinfo.by> материалах доступны данные мониторингов начиная с 2006 г., что позволяет делать прогноз накопления загрязняющих веществ в почве с использованием предлагаемой модели.

## РАСЧЕТ НАКОПЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ CALCULATIONS OF POLLUTANTS ACCUMULATION IN SOIL

***В. А. Иванюкович, Р. М. Невар***  
***U. Ivaniukovich, R. Nevar***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ*  
*Минск, Республика Беларусь*  
*u.ivaniukovich@gmail.com*  
*Belarusian State University, ISEI BSU,*  
*Minsk, Republic of Belarus*

Проведены расчеты временной зависимости накопления нитратов в почвах при различных уровнях атмосферных осадков. Расчеты основаны на эмпирических данных экологического мониторинга.

Calculations of time dependence of nitrate accumulation in soils for different levels of atmospheric precipitations were carried out. Calculations are based on empirical data of the ecological monitoring.

*Ключевые слова:* накопление, оксид азота, прогнозирование, почва, атмосферные осадки.

*Keywords:* accumulation, nitrates, forecasting, soils, atmospheric precipitates.

В процессе решения проблемы расчета критических нагрузок загрязняющих веществ на экосистемы в Беларуси была предложена математическая модель накопления поллютантов в почве в зависимости от времени и внешних факторов: содержание загрязняющих веществ в осадках, в окружающем воздухе и влияние фоновых процессов. Согласно модели, изменение концентрации вещества в почве  $C(t)$  в момент времени  $t$  описывается уравнением:

$$C(t) = C[1]e^{t \cdot \alpha_N} + \alpha_{oc} C_{N,oc} + \alpha_{возд} C_{N,возд} + C_{фон}, \quad (1)$$

де  $C_{N,oc}$  – концентрация веществ в осадках;  $C_{N,возд}$  – концентрация веществ в воздухе;  $C_{фон}$  – изменение концентрации за счет фоновых процессов,  $C[1]$  – коэффициент, зависящий от граничных условий;  $\alpha_N, \alpha_{oc}, \alpha_{возд}$  – обобщенные коэффициенты, отвечающие за влияние на изменение начальной концентрации загрязняющих веществ в почве и влияния концентрации вещества в осадках и в воздухе соответственно.

В качестве исследуемого объекта были использованы результаты наблюдений на станции мониторинга Высокое (Каменецкий р-н, Брестская обл.). В качестве исследуемого загрязняющего вещества был выбран оксид азота  $NO_3$ . В связи с тем, что содержание оксида азота в атмосфере не измеряется, было принято допущение, что гравитационное выпадение будет учитываться в фоновом процессе:

$$C(t) = C[1]e^{t \cdot \alpha_N} + \alpha_{oc} C_{N,oc} + C_{фон}^*. \quad (2)$$

При расчете коэффициентов следует учесть тот факт, что каждый год меняются граничные условия, то есть коэффициент  $C[1]$  зависит от года наблюдений. В дальнейшем коэффициент будем обозначать в соответствии с исследуемым годом.

В расчетах можно от него избавиться следующим образом. Запишем уравнения для начала года (для удобства время будем измерять в годах):

$$C(T) = C[T]e^{T \cdot \alpha_N} + \alpha_{oc} C_{N,oc}(T) + C_{фон}^*, \quad (3)$$

и для конца года:

$$C(T+1) = C[T]e^{(T+1) \cdot \alpha_N} + \alpha_{oc} C_{N,oc}(T+1) + C_{фон}^*, \quad (4)$$

где индекс  $T$  соответствует рассматриваемому году.

Если выразить  $C[T]$  из первого и второго уравнения, то можно их приравнять, избавившись тем самым от параметра, связанного с граничными условиями:

$$\frac{\alpha_{oc} C_{N,oc}(T) + C_{фон}^* - C(T)}{e^{T \cdot \alpha_N}} = \frac{\alpha_{oc} C_{N,oc}(T+1) + C_{фон}^* - C(T+1)}{e^{(T+1) \cdot \alpha_N}}. \quad (5)$$

Это позволяет избавиться от коэффициента, расчет которого для прошлых лет нам не важен. Он нужен для отчетного года и будет вычислен исходя из граничных условий. Таким образом, можно рассчитать необходимые коэффициенты для выбранного промежутка времени.

Нами были взяты данные наблюдений станции мониторинга Высокое по содержанию загрязняющих веществ в почве (таблица).

Таблица – Содержание загрязняющего вещества в почве

Год	Содержание $NO_3$ в почве, мг/кг	Содержание $NO_3$ в осадках, мг/л
2012	17,7	1,45
2013	18,4	0,93
2014	16,5	1,76
2015	19,2	1,65

Используя приведенные данные, были рассчитаны коэффициенты  $\alpha = -0.346; \alpha_{возд} = -0.984; C_{фон} = -19.54$ .

Вычисления проводились в программном пакете Mathematica.

Далее был определен коэффициент, зависящий от граничных условий в 2015 году:  $C[2015] = 3.58 \times 10^{303}$ .

В результате был сделан прогноз накопления оксида азота в почве в зависимости от его концентрации в осадках в период до 2025 года (рисунок).

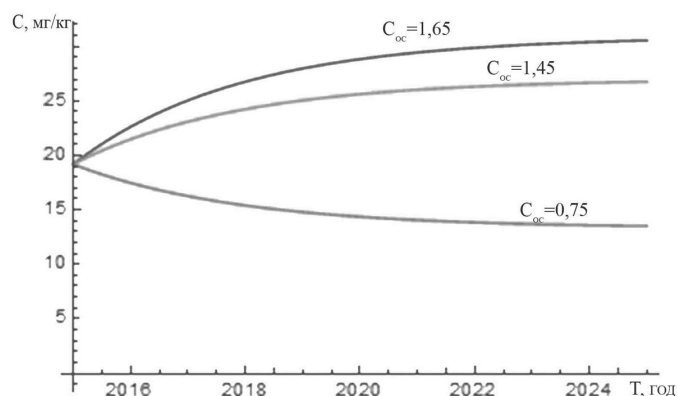


Рисунок – Прогноз накопления оксида азота до 2015 г.

Все графики с течением времени выходят на уровень насыщения, который соответствует состоянию равновесия в системе при неизменных концентрациях вещества в осадках.

Результаты моделирования показывают, что экосистема является чувствительной к концентрации поллютанта в осадках. Причем при неизменных параметрах система достаточно быстро стремится к стационарному состоянию. В нашем случае стационарное состояние наступает приблизительно через 10 лет.

Таким образом, предложенная модель позволяет прогнозировать содержание загрязняющих веществ в почвах Беларуси. Полученные сведения могут быть использованы для оценки критических нагрузок на экосистему при планировании хозяйственной деятельности в регионе, сопровождающейся техногенным загрязнением окружающей среды.

## СПЕЦИФИКАЦИЯ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ SPECIFICATIONS FOR MEDICAL INFORMATION SYSTEMS

***В. А. Иванюкович, И. М. Нестерович***  
***U. Ivaniukovich, I. Nesterovich***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
Минск, Республика Беларусь  
u.ivaniukovich@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Представлены сведения о назначении и структуре нового стандарта обмена медицинскими данными Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR), разработанном организацией HL7.

The report presents information on the appointment and structure of the new medical data exchange standard, Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR), developed by HL7 organization.

*Ключевые слова:* медицинские информационные системы, медицинские данные, обмен данными, ресурсы, стандарт.

*Keywords:* medical information systems, medical data, data exchange, resources, standard.

Интенсивная информатизация здравоохранения обострила потребность в стандартизации разработок программных продуктов медицинского назначения – медицинских карт пациентов, обмен данными о пациентах между учреждениями здравоохранения, поддержки принятия решений при диагностике и терапии, систем обработки клинических данных, фармакологии (в том числе и системы электронных рецептов), компьютерного управления медицинской техникой и многих других.

Организация HL7 International (<http://www.hl7.org>) около 30 лет занимается разработкой, развитием и продвижением стандартов обмена медицинской информацией. Разработанный ею стандарт FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) – это новая спецификация от HL7, основанная на новейших подходах в отрасли электронного здравоохранения и учитывающая весь накопленный опыт определения и реализации стандартов предыдущих поколений, таких как HL7 v.2, HL7 v.3, CDA и RIM. FHIR может использоваться как отдельный стандарт обмена данными или совместно с другими существующими отраслевыми стандартами (см. <http://www.hl7.org/fhir/?ref=learnmore>).

Соответствие новых разработок программных продуктов стандарту FHIR упрощает их реализацию и обеспечивает сохранение целостности данных в процессе их обмена. FHIR использует существующие логические и теоретические модели для обеспечения непротиворечивого, легко реализуемого и строгого механизма обмена данными между медицинскими приложениями. FHIR имеет встроенные механизмы контроля соответствия эталонной информационной модели (HL7 RIM) и другим моделям содержимого (content model), что гарантирует соответствие FHIR раннее определенным шаблонам и моделям, лучшим практикам реализации стандартов, но в то же время освобождает разработчика от необходимости детального понимания стандарта HL7 v.3 и эталонной информационной модели (RIM).

Основная идея FHIR – создать базовый набор ресурсов, которые по отдельности или в комбинации смогут удовлетворить большинство потребностей.

Реализации FHIR строятся на основе набора модульных компонентов, называемых ресурсами. Ресурсы FHIR могут быть собраны в функционирующие системы, способные решать реальные медицинские и административные задачи при расходах в несколько раз меньших, чем при использовании альтернативных технологий. В стандарте FHIR предусмотрены ресурсы для поддержки административных концептов (пациентов, поставщиков, организаций, медицинских устройств) и целого спектра клинических концептов (медицинских проблем,



лекарственных средств, диагностики, протоколов лечения, финансовых вопросов и т. д). Стандарт FHIR может использоваться в широком спектре технологических сред: в мобильных приложениях, облачных коммуникациях, обмене данными в контексте EHR-систем, серверных коммуникациях крупных поставщиков медицинских услуг и т. д.

Использование спецификации FHIR имеет рекомендательный характер, является бесплатным и неограниченным.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ВЫБРОСОВ НА ПЛОЩАДКЕ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

### MODELING OF DISTRIBUTION OF THERMAL EMISSIONS AT THE PLANT OF THE BELARUSIAN NPP

**В. А. Иванюкович, М. Л. Михайлюк**  
**U. Ivaniukovich, M. Mikhailyuk**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
u.ivaniukovich@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Предлагается модель для анализа теплового воздействия градирен Белорусской АЭС на окружающую среду. Получены поля температур и удельной влажности на территории площадки Белорусской АЭС для различных метеорологических условий.

A mathematical model of thermal impact of the cooling towers of the Belarusian NPP on the environment is proposed. Both temperature fields and specific humidity around the Belarusian NPP for various meteorological conditions are obtained.

*Ключевые слова:* Белорусская АЭС, тепловое загрязнение, градирня, математическое моделирование, температурные поля, влажность.

*Keywords:* Belarusian NPP, thermal pollution, cooling towers, simulation, temperature fields, humidity.

Одним из видов воздействия строящейся Белорусской АЭС на окружающую среду является тепловое загрязнение, вызванное водяным охлаждением конденсаторов турбин. Основными источниками тепловых выбросов являются системы охлаждения энергетических установок АЭС. К ним относятся водоемы, градирни и брызгательные бассейны. Отвод тепла от промышленных объектов с помощью градирен является самым дешевым способом, позволяющим сэкономить не менее 95 % воды. Они предпочтительней и с экологической точки зрения, так как являются оборотными системами водоснабжения и не связаны с водоемами. Исследование тепловых выбросов в процессе эксплуатации Белорусской АЭС и связанные с ними изменения микроклиматических условий и воздействие на наземные экологические системы требует глубокого исследования с учетом концепций устойчивого экологического развития экосистем, систем мониторинга и экологической безопасности.

В работе предлагается модель, предназначенная для анализа теплового воздействия градирен Белорусской АЭС на окружающую среду.

Для моделирования динамики теплового потока в продольном сечении использована система уравнений сохранения:

$$\begin{cases} \operatorname{div}(w) = 0 \\ \rho c_p \frac{dT}{dt} = \operatorname{div}(\lambda \operatorname{grad} T) \\ \frac{\partial w_x}{\partial \tau} + (w \operatorname{grad}) w_x = F_x - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \nabla^2 w_x \\ \frac{\partial w_y}{\partial \tau} + (w \operatorname{grad}) w_y = F_y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \nabla^2 w_y \\ \frac{\partial w_z}{\partial \tau} + (w \operatorname{grad}) w_z = F_z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \nu \nabla^2 w_z \end{cases}$$

где  $w_x, w_y, w_z$  – проекции скорости на оси  $x, y$  и  $z$ ;  $\nu$  – кинематический коэффициент вязкости;  $\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$  – оператор Лапласа;  $F_x, F_y, F_z$  – проекции Архимедовой силы на оси произвольно ориентированной прямоугольной системы координат;  $p$  – давление;  $T$  – температура;  $C_p$  – изобарная теплоемкость;  $\rho$  – плотность, зависящая от  $T$  и  $p$ ;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности жидкости.

Система уравнений дополнена уравнением переноса влаги в атмосфере. Уравнение прогноза локальных изменений удельной влажности в адиабатическом приближении описывается законом сохранения массы водяного пара в единичном объеме воздуха:

$$\frac{\partial}{\partial t} \rho q + \operatorname{div}(\rho q \vec{w}) = 0,$$

где  $q$  – удельная влажность,  $\rho$  – масса водяного пара.

Предложенная модель удовлетворяет требованию воспроизводимости результатов. Проверка и апробирование модели проведены с использованием материалов натуральных испытаний градирен Нижегородской АЭС и Ленинградской АЭС-2.

На основании проведенного моделирования получены поля температур и удельной влажности на территории площадки Белорусской АЭС для различных метеорологических факторов.

## **ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО УЧЕТА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА НА ОАО «ЖАБИНКОВСКИЙ КОМБИКОРМОВЫЙ ЗАВОД» SOFTWARE OF MANUFACTURING WASTE OF MANUFACTURING AT OJSC «ZHABINKA FEED FACTORY»**

***А. Н. Карпук, А. Л. Карпей  
А. Karpuk, A. Karpei***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
kar\_an@tut.by  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

В СУБД Microsoft Access разработана база данных учета, анализа утилизации отходов производства Жабинковского комбикормового завода. Созданная база данных позволит вести мониторинг экологической ситуации на предприятии.

In Microsoft Access database developed a database of accounting, analysis of waste utilization of the production of Zhabinka feed factory. The database created will also allow monitoring of the environmental situation in the enterprise.

*Ключевые слова:* Жабинковский комбикормовый завод, отходы производства, виды отходов, классы экологической опасности, хранение отходов, переработка отходов, утилизация отходов.

*Keywords:* Zhabinka feed factory, production waste, waste types, environmental hazard classes, waste storage, waste recycling, waste utilization.

Одной из наиболее острых экологических проблем в настоящее время является загрязнение окружающей природной среды отходами производства и потребления. Кроме нормативов экологической безопасности поддержания надлежащего состояния окружающей природной среды и экологического равновесия, на любом предприятии должен вестись мониторинг количества отходов предприятия, с возможностью их уменьшения и перспективами дальнейшей переработки. На Жабинковском комбикормовом заводе отсутствует автоматизированная база данных учета и анализа отходов производства, что и повлияло на выбор объекта разработки.

В данной работе представлена спроектированная и разработанная на основе СУБД Microsoft Access база данных «Учёт отходов производства ОАО «Комбикормовый завод». Создание базы данных позволит так же вести мониторинг экологической ситуации на предприятии.

На комбикормовом заводе образуется более 60 видов отходов. Все отходы, образующиеся на предприятии, разделяются по видам в соответствии с Законом Республики Беларусь «Об обращении с отходами», классификатором отходов и классам опасности. Они подлежат обязательному сбору и учету образования, хранению, использованию, передаче на переработку специализированным предприятиям и удалению неиспользуемых отходов на объекты захоронения.

База данных «Учёт отходов производства на ОАО «Жабинковский комбикормовый завод»» содержит информацию о заводе и его структурных подразделениях. В ней присутствует полная информация об отходах производства: наименовании отхода, класс экологической опасности, дата поступления, количество, подразделение, вид производственной деятельности, которая сопровождается возникновением отходов. Имеется информация об организациях, принимающих отходы: название, адрес, телефон, цель принятия. Созданы следующие запросы:

- Запрос на конкретный вид отхода. Он содержит информацию о дате приёма и количестве принимаемого отхода, а также информацию о подразделении и ответственном за сдачу данного вида отхода.
- Запрос по организациям, принимающим отходы. По данному запросу выводится информация о наименованиях отходов, которые принимает данная организация, а также о цели их принятия.
- Запрос по количеству отходов. Данный запрос позволяет вывести информацию по отходам, масса которых более указанного значения.
- Перекрёстный запрос по количеству отходов различных видов жизнедеятельности. Запрос позволяет определить суммарное количество отходов по всем видам жизнедеятельности завода.

В БД представлены следующие отчеты и формы:

- Отчёт «Виды отходов» позволяет вывести на экран информацию о количестве каждого из наименований отходов, а также суммарное их количество за отчётный период.
- Отчёт «Организации, принимающие отходы» содержит информацию о названии организации, её адресе и наименовании отхода, который может принять данная организация.
- Форма «Поступление отходов» отображает информацию о дате поступления и количестве, поступающих отходов.
- Форма «Структурные подразделения» позволяет осуществлять анализ поступления отходов различных структурных подразделений завода.
- Форма «Учёт отходов» содержит полную информацию о поступающем отходе на завод. Используя данную форму удобно заносить новые данные в базу данных.
- Форма «Мониторинг поступления отходов» в режиме сводной диаграммы позволяет провести анализ поступления отходов по месяцам.
- Главная кнопочная форма используется для открытия других форм, таблиц, запросов и отчётов.

Автоматизированная система позволит:

- упорядочить внутренние и внешние связи производственных систем для вовлечения в производство отходов, а также повысить эффективность их использования;
- проводить нормирование требований к экономному, рациональному применению вторичного сырья и элементам производства, обеспечивающим выполнение этих требований;
- создаст предпосылки для внедрения в производство достижений научно-технического прогресса и передового опыта (образцов вторичных ресурсов и технологии их полезного использования);
- обеспечит контроль за рациональным использованием отходов на стадиях их производственного цикла.

Область применения данной системы – экологический учёт и мониторинг отходов предприятия, создание общей базы данных отходов предприятия. Применение данной системы позволит оптимизировать накопление, обработку и хранение информации об отходах производства на ОАО «Жабинковский комбикормовый завод», а также упростит ведение необходимой документации по учёту отходов. Значительное сокращение времени на учёт и сбор материалов будет способствовать оптимальному использованию человеческих ресурсов. Разработанная база данных имеет удобный пользовательский интерфейс, не требующий профессиональных навыков для понимания.

## **СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА**

### **THE SPECIAL VEHICLES FOR QUANTITATIVE EVALUATION PARAMETERS OF RADIAL GROWTH**

***Д. Е. Кузменков, А. Н. Хох***

***D. Kuzmenkou, A. Khokh***

*Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*npc@sudexpertiza.by*

*Scientific and Practical Centre of The State Forensic Examination Committee of The Republic of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus*

Дается описание специализированных средств, использующихся для автоматического измерения параметров радиального прироста при проведении дендрохронологического анализа.

The article provides guidance on the use of special vehicles for automatic measurement of radial growth parameters when carrying out dendrochronological analysis.

*Ключевые слова:* автоматизация, графические изображения, дендрохронологический анализ, математическое моделирование, годовые слои.

*Keywords:* automation, graphic images, dendrochronological analysis, mathematical simulation, tree layers.

В рамках выполнения научно-исследовательской работы в 2016 г. сотрудниками ГУ «Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь» было разработано экспериментальное автоматизированное рабочее место (АРМ) «DendroExp» [1]. Алгоритмы, реализованные в программном модуле АРМа, позволяют работать с цифровыми изображениями различных образцов древесины, которые вносятся в АРМ с любого носителя информации либо экспортируются непосредственно со сканера.

Работа со специализированными средствами для измерения параметров радиального прироста начинается с определения разрешения файла. Его точное значение требуется для адекватного определения масштаба изображения и определяется автоматически или с помощью специальной функции (по двум точкам на образце), или по линиям масштабной линейки. С момента введения цифрового изображения образца древесины в АРМе предоставляется возможность улучшать качество изображений или отдельных его участков с помощью различных фильтров визуальной коррекции, что позволяет облегчить визуальное восприятие значимых деталей и, как следствие, повысить точность измерений.

Замеры обычно начинают с внешнего годовичного слоя в направлении от периферии к сердцевине, то есть обратным отсчетом календарных лет. Разметка расстояний в АРМе происходит автоматически строго перпендикулярно годовичным слоям (рисунок).

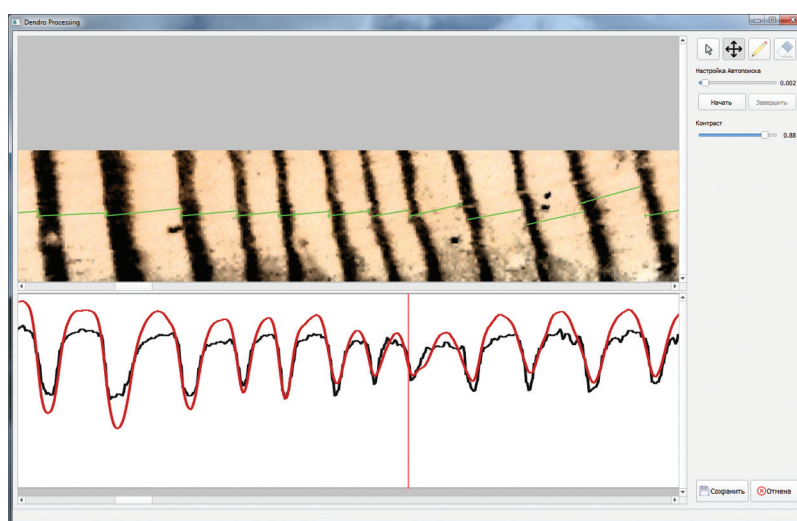


Рисунок – Автоматический расчет параметров радиального прироста в АРМ «DendroExp»

Результаты замеров выводятся на экран в виде таблицы, в которой первая колонка – это годы, а последующие – ряды измерений радиального прироста для каждого образца (в мм, то есть в абсолютных единицах).

В дальнейшем рассчитанные параметры радиального прироста подвергаются статистической обработке; в результате строятся древесно-кольцевые хронологии в абсолютных или относительных величинах (в зависимости от конкретной задачи исследования). Стоит отметить, что в АРМ «DendroExp» применяется логичная система кодирования хронологий, которая может быть в дальнейшем легко интегрирована в международные базы, например в Международный банк данных годовичных колец [2].

Резюмируя все вышеизложенное, можно констатировать, что созданные специализированные средства АРМ «DendroExp» для измерения параметров радиального прироста позволили добиться полной автоматизации измерений ширины годовичных слоев, зон ранней и поздней древесины с высокой точностью с сохранением, однако, возможностей визуального контроля и внесения ручной корректировки. Их применение позволяет значительно сократить временные затраты на проведение дендрохронологического анализа, способствует проведению объективных исследований, обеспечивает их наглядность и полноту, а также позволяет отказаться от использования дополнительных программных средств.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузменков, Д. Е. О создании автоматизированного рабочего места для проведения дендрохронологических экспертных исследований / Д. Е. Кузменков, А. Н. Хох // Уголовное судопроизводство России: проблемы и перспективы развития: материалы всероссийской науч.-практ. конф. – СПб., 2016. – С. 189–193.
2. International Tree Ring Data Bank (ITRDB). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://data.noaa.gov/dataset/international-tree-ring-data-bank-itrdp> – Дата доступа: 09.01.2017.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ДАННЫХ ДЛЯ УЧЕБНЫХ ЗАДАЧ СПЕЦКУРСА «АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ДАННЫХ»

## DATA STUDY FOR LESSON TASKS OF THE COURSE «ANALYSIS OF THE SPATIALLY DISTRIBUTED DATA»

**Г. П. Куканков, Е. А. Николаенко**  
**R. Kukankou, E. Nikolaenko**

Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
kukankou@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus

Работа посвящена исследованию данных о радиоактивном загрязнении территорий для обучения студентов в курсе по анализу пространственно-распределенных данных.

The work is applied to the study of data on radioactive contamination of territories for teaching students in the course on the analysis of spatially distributed data.

*Ключевые слова:* многомерные данные, статистические методы, полудисперсия, кригинг.

*Keywords:* multidimensional data, statistical methods, semivariogram, kriging.

Актуален вопрос выбора данных для решения задач на специализированных дисциплинах. Использование данных, полученных в полевых исследованиях, позволяет более полно продемонстрировать возможности статистических методов.

Работа посвящена исследованию данных о радиоактивном загрязнении территории Полесского заповедника. Исходные данные  $z(x,y)$  представлены в виде 2892 измерений активности Cs137 (Ci/km<sup>2</sup>) в точках, заданных значениями долготы и широты. Эти данные используются для решения задач интерполяции данных в рамках спецкурса «Анализ пространственно-распределенных данных».

Основное внимание уделяется пониманию принципов, лежащих в основе метода интерполяции. Для решения задачи методом кригинга таким понятием несомненно является полудисперсия [1]. Полудисперсия  $\gamma(h)$  определяется через ожидаемое квадрата отклонения двух значений функции  $z$  в двух произвольных точках пространства, разделенных расстоянием  $h$ :

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} E((z - z_h)^2)$$

Функция полудисперсии показывает, как ведёт себя дисперсия в данных при увеличении расстояния между точками, на которых задана функция и, соответственно, как изменяется корреляция между данными. В большинстве случаев с увеличением расстояния дисперсия будет увеличиваться вследствие уменьшения корреляции в данных. По поведению полудисперсии выявляются периодичности в исходных данных, нестационарность данных и др.

Экспериментальная полудисперсия вычисляется путем усреднения квадратов отклонения значений функции для всех возможных пар точек измерения на заданном расстоянии  $h$ . На рисунке представлена полудисперсия, рассчитанная на основе экспериментальных данных непосредственно для значений функции  $z$  и для значений логарифмов  $z$ .

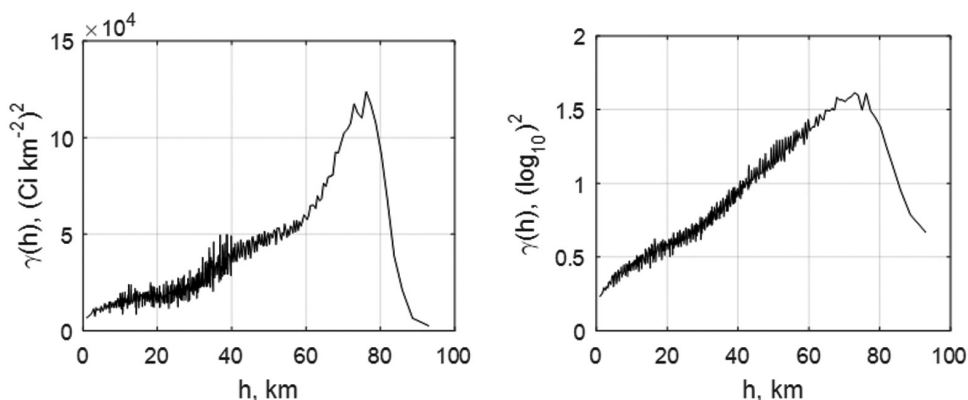


Рисунок – Экспериментальная полудисперсия  $\gamma(h)$ , рассчитанная для значений функции  $z(x,y)$  (слева) и значений логарифмов  $z$  (справа)



На основании рассчитанной полудисперсии можно сделать ряд интересных выводов о природе данных. Резкое снижение дисперсии в данных на расстояниях порядка 90 км легко объясняется тем фактом, что область измерений ограничена этим расстоянием и на краях области отсутствуют значительные загрязнения, а следовательно, дисперсия в данных на границах области незначительна. Примечательно, что дисперсия ненулевая и для точек измерения на расстоянии 0. Это значение представляет собой дисперсию приборов регистрации. Таким образом, построение экспериментальной функции полудисперсии позволяет, используя корреляцию в исходных данных, определить точность приборов измерения даже при отсутствии повторных измерений в одинаковых точках.

Следующим этапом является решение задачи кригинга для интерполяции данных. Используется решение для точечного и универсального кригинга. Подтверждается оправданность перешкалирования исходных данных логарифмированием. Рассматривается, как для интерполяции в заданной точке пространства вычисляются весовые значения исходных измерений.

Использование экспериментальных данных в описанной задаче позволяет более полно продемонстрировать студентам возможности статистического метода, а также важность оценки поведения дисперсии пространственно разделенных измерений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дэвис, Дж. С. Статистический анализ данных в геологии: кн. 2 / Дж. С. Дэвис. – М. : Недра, 1990. – 425 с.

## АРХИТЕКТУРА ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОТЕНЦИАЛА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ARCHITECTURE OF INTEGRATED INFORMATION SYSTEM FOR ANALYSIS OF POTENTIAL OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

**С. П. Кундас<sup>1</sup>, Б. А. Тонконогов<sup>2</sup>, А. Е. Мороз<sup>2</sup>**  
**S. Kundas<sup>1</sup>, B. Tonkonogov<sup>2</sup>, A. Moroz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
[boristonkonogov@iseu.by](mailto:boristonkonogov@iseu.by)

<sup>1</sup>Belarusian National Technical University,  
Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus

Рассмотрены некоторые характеристики и особенности архитектуры интегрированной информационной системы для анализа потенциала возобновляемых источников энергии, которая открыта для расширения и реализации соответствующей функциональности, в частности разработки специальных алгоритмов и программных модулей взаимодействия с базой данных и графического пользовательского интерфейса в составе указанной системы.

Some characteristics and features of architecture of integrated information system for analysis of potential of renewable energy sources are considered, that is opened for enhancement and realization of appropriate functionality, in particular development of special algorithms and program modules of interaction with database and graphical user interface in system mentioned above.

*Ключевые слова:* интегрированная информационная система, анализ потенциала, возобновляемые источники энергии.

*Keywords:* integrated information system, analysis of potential, renewable energy sources.

Для проектирования и разработки интегрированной информационной системы, анализа потенциала возобновляемых источников энергии, как и любого другого сложного по структуре и функциональности программного продукта, для работы с картографической информацией соответствующие технологии выбирались таким образом, чтобы максимально снизить временные затраты на разработку, сделать сопровождение программы более простым, а также обеспечить высокую производительность приложения.

В частности, выбранные технологии должны решать следующие задачи и проблемы:

- работа с динамически меняющимся содержимым на клиентских Web-страницах без их перезагрузки;
- реализация программного пользовательского интерфейса на стороне Web-сервера;

- создание уровня доступа к информации, хранящейся в базе данных, для использования в программном пользовательском интерфейсе и др.

Архитектура модуля для работы с картографической информацией включает:

- *пользовательскую часть*, содержащую графический пользовательский интерфейс и уровень для работы с API сервера;
- *серверную часть*, содержащую уровень взаимодействия с базой данных и уровень представления и взаимосвязи между уровнями приложения.

Разрабатываемые модули для работы с картографической информацией являются модулями для Web-приложения, разрабатываемого в соответствии с технологией *Microsoft ASP.NET MVC*. Разрабатываемая система использует технологию *Microsoft .NET* на стороне сервера и технологию *AJAX* для фонового обмена данными между клиентом и сервером.

При разработке в среде *Microsoft Visual Studio* приложение было разбито на 2 проекта для его программной реализации:

- *уровня доступа к базе данных;*
- *графического пользовательского интерфейса.*

Такое разбиение упрощает разработку, а также позволяет сократить затраты времени при замене источника данных (рисунок).

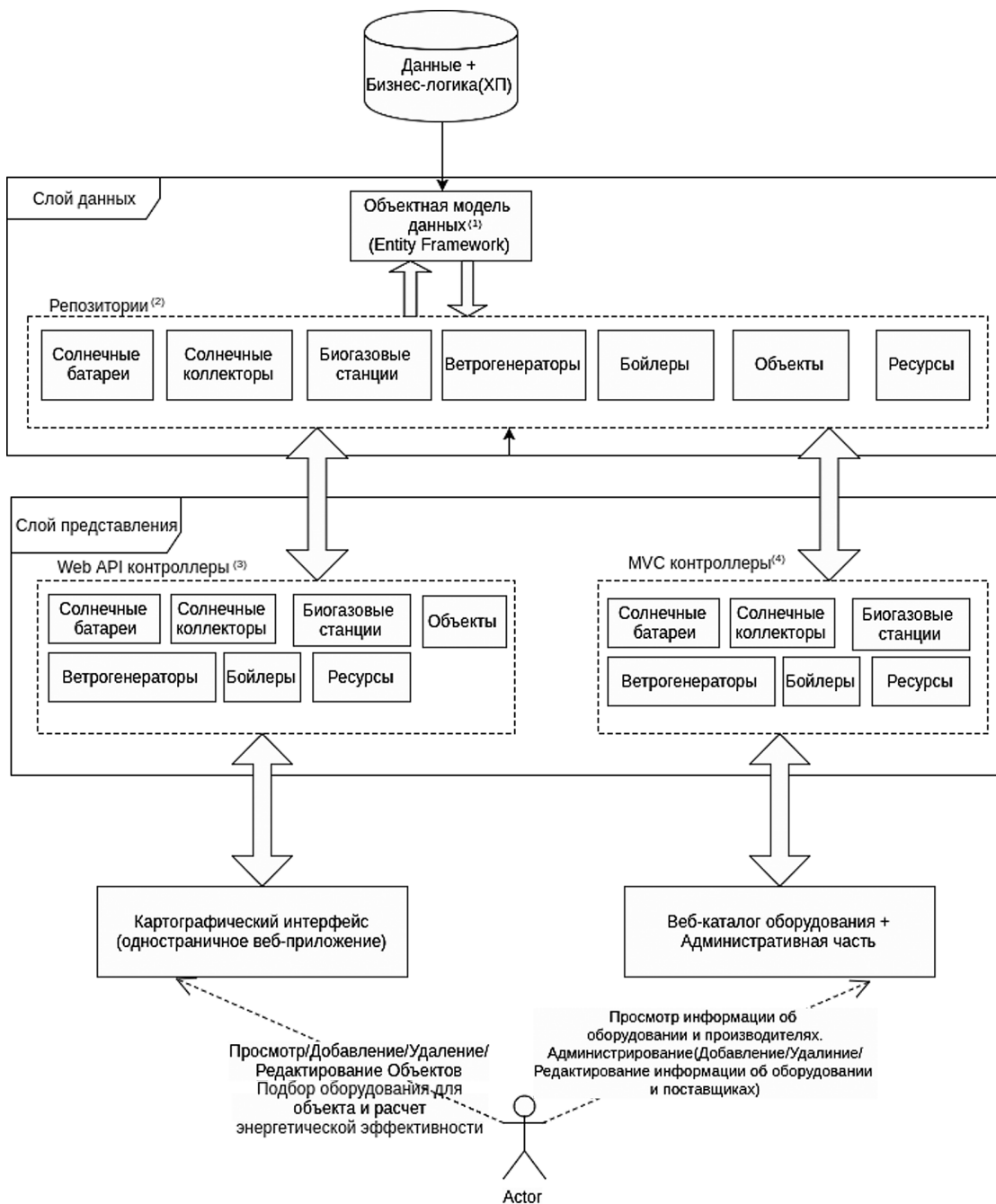


Рисунок – Общая архитектура интегрированной информационной системы

Архитектура интегрированной информационной системы включает в себя следующие составляющие:

1) *объектная модель базы данных* – представляет собой набор классов, соответствующих таблицам базы данных. Хранимые процедуры представлены функциями;

2) *репозитории* – изолируют друг от друга разнородные данные и включают в себя механизмы управления этими данными. Например, репозиторий ветрогенераторов включает функции по выборке, редактированию, удалению и подбору соответствующих установок для объектов, а также расчету энергоэффективности указанного оборудования;

3) *Web API-контроллеры* – возвращают и принимают данные в «сыром» виде (*JSON*). Обработкой и отображением данных занимается клиентское приложение (*JavaScript*). Используются контроллеры указанного типа, так как картографический интерфейс требует работы без перезагрузки страницы;

4) *MVC-контроллеры* – формируют готовые страницы и возвращают их пользователю.

Таким образом, произведен выбор современных технологий и средств для оптимальной технической реализации интегрированной информационной системы для анализа потенциала возобновляемых источников энергии. Разработана архитектура указанной системы, которая открыта для расширения и реализации соответствующей функциональности, в частности разработки соответствующих алгоритмов и программных модулей взаимодействия с базой данных и графического пользовательского интерфейса в составе указанной системы [1–5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Фримэн, Э. Паттерны проектирования / Э. Фримэн, Э. Фримэн. – СПб. : Питер, 2011. – 645 с.
2. Макконнел, С. Совершенный код / С. Макконнел. – СПб. : Питер, 2005. – 868 с.
3. Рихтер, Дж. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 2.0 на языке C# / Дж. Рихтер. – СПб. : Питер, 2008. – 656 с.
4. Нэш, Т. C# 2008. Ускоренный курс для профессионалов / Т. Нэш. – М. : Вильямс, 2008. – 576 с.
5. Фримэн, А. ASP.NET 4.5 с примерами на C# 5.0 для профессионалов / А. Фримэн. – М. : Вильямс, 2014. – 1120 с.

## СИСТЕМА УСВОЕНИЯ ДАННЫХ В МОДЕЛЬ WRF-ARW В ГИДРОМЕТЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ DATA ASSIMILATION SYSTEM BASED ON WRF-ARW MODEL IN HYDROMET OF THE REPUBLIC OF BELARUS

**П. О. Лаппо<sup>1</sup>, А. Н. Красовский<sup>2</sup>**  
**P. Lappo<sup>1</sup>, A. Krasovsky<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды»,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Polly\_LO@tut.by

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
krasovsky@bsu.by

<sup>1</sup>Center of hydrometeorology and control of radioactive contamination  
and environmental monitoring of Republic of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus  
Polly\_LO@tut.by

<sup>2</sup>Belarusian State University,  
Minsk, Republic of Belarus  
krasovsky@bsu.by

Представлены результаты оценки прогноза осадков, полученных с помощью системы мезомасштабного прогноза на основе модели WRF-ARW, с применением системы уточнения объективного анализа (метод Крессмана) и метода трехмерного вариационного усвоения (WRF 3D-Var).

The paper presents the results of precipitation forecast verification, received via the mesoscale forecast system based on the WRF-ARW model, with using the objective analysis assimilation system (Cressman-based analysis) and three-dimension variation data assimilation method (WRF 3D-Var).

*Ключевые слова:* прогноз погоды, WRF-ARW, вариационное усвоение данных, 3D-Var, оценка.

*Keywords:* weather forecast, WRF-ARW, variational data assimilation, 3D-Var, verification.

С 2014 г. в оперативных подразделениях Гидромета Республики Беларусь для составления прогнозов погоды используется мезомасштабная численная модель прогноза погоды WRF-ARW.

Для улучшения результатов прогноза модели WRF-ARW в 2016 году в Гидромете начаты работы по уточнению метеорологических исходных данных для модели с использованием методов усвоения и привлечением дополнительных источников наземных и дистанционных таких видов наблюдений, как наземные станции, аэрологические наблюдения, данные спутников, радиолокационные наблюдения.

В качестве начальных данных в системе мезомасштабного прогноза на основе модели WRF-ARW используются данные глобальной численной модели GFS (Global Forecast System). Такие данные имеют не высокое пространственное разрешение (около 0,25°) и содержат не все наблюдения. Кроме того, поступающие данные наблюдений могут содержать ошибки, которые оказывают непосредственное влияние на результаты прогнозов моделей.

Для учета дополнительных видов наблюдений, не включенных в объективный анализ, а также для корректировки ошибок наблюдений, применяются методы вариационного усвоения. В системе мезомасштабного прогноза Гидромета используется метод трехмерного вариационного усвоения, реализованный в системе WRF 3D-Var (WRFDA), которая позволяет уточнять прогностические поля.

Основная цель данной работы представить результаты статистической оценки прогноза модели WRF с усвоенными метеорологическими полями наземных наблюдений и без. Это позволит оценить влияние дополнительных метеорологических данных на качество прогнозов.

На данном этапе проведены оценки уточненных полей прогноза после усвоения метеорологических наблюдений на основе метода Крессмана. Суть подхода к усвоению данных в методе Крессмана заключается в ведении области влияния каждого вносимого наблюдения.

Оправдываемость прогноза осадков для двух оцениваемых вариантов (с усвоением и без усвоения) на территории Республики Беларусь с октября 2016 по март 2017 г. была в пределах 60–87 % на 12 час прогноза. Количество верно предупрежденных событий осадков колебалось от 92–97 %, что говорит о достаточно высоком показателе обнаружения явления. Стоит отметить, что в прогнозах с усвоенными метеорологическими данными наблюдается более высокий процент предупрежденности отсутствия события 56–84 %. Критерий Пирси–Обухова – 0,53 для варианта без усвоения, 0,56 для варианта с усвоением. Это свидетельствует о практической значимости прогноза осадков с усвоенными данными. Усвоение дополнительных наземных наблюдений дало небольшое улучшение прогноза осадков, в особенности на ранних часах прогноза.

На данный момент в Гидромете ведутся работы по внедрению в оперативную работу комплекса подготовки данных для системы усвоения данных WRFDA.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Вельпищев, Н. Ф.* Мезометеорологические процессы : учеб. пособие / Н. Ф. Вельпищев, В. М. Степаненко. – М.: МГУ, 2006. – 101 с. – С. 6–7.
2. *Смирнова, М. М.* Влияние данных измерений содаров и температурных профиломеров на качество численного прогноза характеристик атмосферного пограничного слоя : автореф. дис. «Физика атмосферы и гидросферы» // Моск. гос. ун. им. М. В. Ломоносова. – М., 2014.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СКОРОЙ ПОМОЩИ INFORMATION TECHNOLOGIES USING IN AMBULANCE

**Л. Н. Макарова, И. И. Петрович, М. К. Фатеев**  
**L. Makarava, I. Petrovich, M. Fateev**

*Белорусский государственный экономический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
makarava@tut.by  
Belarusian State Economic University,  
Minsk, Republic of Belarus  
makarava@tut.by*

Проанализированы преимущества использования систем телекарты и ГЛОНАСС в системе скорой помощи. Показано, что эти системы значительно повышают эффективность, качество и уровень медицинской помощи.

We have analyzed advantages of using Telecard and GLONASS navigation systems in ambulance. These systems are shown to significantly improve an efficiency, quality and the level of medical assistance.

*Ключевые слова:* информационная технология, скорая помощь, здоровье.

*Keywords:* information technology, first aid, health.

Здравоохранение – это особая сфера государства по обеспечению прав граждан на жизнь и здоровье. Поэтому его важнейшей социальной задачей является обеспечение прав граждан на получение доступной, своевременной и качественной медицинской помощи, независимо от места жительства и социального положения. На развитие принципиально новых направлений организации оказания медицинской помощи населению существенное влияние оказал прогресс в информационных, телекоммуникационных и медицинских технологиях. Цель работы – проанализировать использование современных информационных технологий (ИТ) в скорой помощи.

Использование систем дистанционной фиксации и трансляции физиологических параметров человека, телеконсультирования пациентов позволили перевести медицину на качественно новый уровень, что сделало доступными круглосуточные врачебные online консультации, профилактические мероприятия, динамический мониторинг состояния пациентов. Стремительное развитие телекоммуникационных технологий в последние годы позволяет по-новому взглянуть на возможности, предоставляемые медицине, в первую очередь, врачам скорой помощи. Недавно созданная система передачи ЭКГ «Телекард» и средства спутниковой ГЛОНАСС-навигации позволяют эффективно передавать ЭКГ по телефону.

Система «Телекард» обеспечивает цифровую передачу стандартной синхронной 12-канальной ЭКГ с использованием любых каналов голосовой связи – проводных телефонных линий, мобильных каналов связи, радиостанций любого типа и любого диапазона, а также использует собственные алгоритмы оцифровки, кодирования и передачи ЭКГ. При необходимости ЭКГ может быть передана даже поверх разговора, транслируемого по телефонной линии. Средства спутниковой ГЛОНАСС-навигации внедряются путем оснащения приемниками машин скорой помощи. Это приносит экономический эффект, а также спасает жизнь и здоровье людей. Интеграция ГЛОНАСС-решения с автоматизированной системой станции скорой медицинской помощи позволяет диспетчерам контролировать местоположение, направление движения и запас топлива каждой машины «скорой помощи» на уровне региона. Внедрение навигационного решения позволяет оптимизировать время принятия решения по отправке бригады по вызову. Это дает возможность снизить эксплуатационные и бюджетные расходы и сократить время приезда бригад медицинской помощи.

Таким образом, современные ИТ, уровень развития средств связи позволяют реализовать на практике новые алгоритмы работы службы скорой медицинской помощи, а также значительно улучшить такие основные показатели деятельности, как оперативность, качество и уровень оказания медицинской помощи. Анализ данных многочисленных исследований показывает, что ИТ являются полезным инструментом для повышения качества и эффективности медицинской помощи. Высокая эффективность клинического использования ИТ заключается в снижении количества осложнений и неблагоприятных исходов, социально-экономической выгоде, улучшении качества жизни.

## **ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРОЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ**

### **THE EXPERT SYSTEM FOR PREDICTIONS OF THE CONSEQUENCES OF OIL STRAIT**

***A. С. Наркевич, В. В. Смелов, А. В. Бурмакова***  
***A. Narkevich, V. Smelov, A. Burmakova***

*Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
isit@belstu.by  
Belarusian State Technological University,  
Minsk, Republic of Belarus*

Представлена экспертная система, позволяющая спрогнозировать последствия загрязнения геологической среды в результате проливов нефти и нефтепродуктов. Экспертная система дает возможность рассчитать глубину проникновения нефтепродуктов в грунт, максимальную адсорбированную грунтом массу нефтепродуктов, концентрацию загрязнений в почве и грунтовых водах и предложить технологии и технические средства для реабилитации геологической среды.

The expert system for the calculation of soil and groundwater contamination as a result of oil spills is described. It allows calculating the depth of penetration of contaminants into the soil as a function of time after the spill, oil adsorbed soil mass and its concentration in the soil and groundwater.

*Ключевые слова:* пролив нефтепродуктов, загрязнение грунта, загрязнение грунтовых вод, экспертная система.

*Keywords:* oil strait, soil pollution, groundwater pollution, expert system.



Опытно-конструкторская работа выполнена совместно с Республиканским унитарным предприятием «Научно-производственный центр по геологии».

Разработана экспертная система, в состав которой входят шесть программных модулей: четыре из них являются реализацией математической модели, позволяющей спрогнозировать последствия инцидента, связанного с проливом нефтепродуктов, оценить (сравнить с нормативными значениями) прогнозируемые значения степени загрязнения грунта и грунтовых вод, классифицировать прогнозируемое состояние геологической среды и предложить технологии и технические средства для реабилитации геологической среды. Модули в своей работе используют справочную информацию, представленную в виде электронных справочников, а также формируют отчеты, содержащие информацию о прогнозируемых значениях, их сравнение с действующими нормативами и перечень мероприятий по реабилитации геологической среды.

Разработана математическая модель загрязнения геологической среды в результате пролива нефти и нефтепродуктов. Модель позволяет рассчитать глубину проникновения нефтепродуктов в грунт, адсорбированную грунтом массу нефтепродукта и его концентрацию, остаточную массу нефтепродукта, способную достичь грунтовых вод, а также рассчитать время достижения максимальной концентрации на уровне грунтовых вод и описать горизонтальное перераспределение нефтепродукта с грунтовыми водами.

Алгоритмы программных модулей используют картографические данные в форме электронных карт с атрибутивными данными о свойствах выбранной географической точки: координаты точки, тип грунта, высота над уровнем моря, глубина залегания грунтовых вод и т. п.

Кроме того, в состав экспертной системы входят два модуля, реализующие справочно-информационные системы: «Химический состав нефтепродуктов» и «Техногенные объекты» для учета техногенной нагрузки объектов, деятельность которых связана с обращением нефтепродуктов.

Модули экспертной системы используют реляционную базу данных, включающую 28 реляционных таблиц и более 130 хранимых процедур и функций. В качестве СУБД использовалась Microsoft SQL Server 2012.

Экспертная система реализована в виде web-сервера на основе технологии ASP.NET 4.5. MVC 5.0.

## **ПРОГНОЗ ГОЛОЛЕДА С ПОМОЩЬЮ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА THE FORECAST OF ICE ON THE BASE OF DISCRIMINANT ANALYSIS**

***М. И. Прохареня<sup>1</sup>, К. А. Босак<sup>2</sup>  
M. Procharenya<sup>1</sup>, K. Bosak<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды»,  
г. Минск, Республика Беларусь  
maryprokharenya@gmail.com*

*<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
krisbosak3@gmail.com*

*<sup>1</sup>Center of hydrometeorology and control of radioactive contamination  
and environmental monitoring of Republic of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus  
maryprokharenya@gmail.com*

*<sup>2</sup>Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Анализовались методы расчета гололеда Р. А. Ягудина и М. Г. Тер-Мкртчяна А. И. Снитковского. Проведен анализ синоптических условий, благоприятных для образования гололеда на территории Республики Беларусь. Получены дискриминантные функции, позволяющие дать прогноз наличия или отсутствия гололеда. Приведена оценка оправдываемости прогноза гололеда.

The methods of forecasting of ice of R. Iagydin and M. Ter-Mkrtchan, A. Snitkovski were analyzed. The conditions of form icing were obtained. Discriminant functions have been obtained that make it possible to predict the presence or absence of ice. An estimate of the accuracy of the ice forecast is given.

*Ключевые слова:* гололед, метод М. Г. Тер-Мкртчяна и А. И. Снитковского, метод Р. А. Ягудина.

*Keywords:* ice, method of M. Ter-Mkrtchan and A. Snitkovski, method R. Iagydin.

Не вызывает сомнений тот факт, что побочным эффектом изменения климата является увеличение частоты и мощности опасных явлений погоды. Гололедно-изморозевые отложения являются опасным климатическим

явлением и оказывают негативное воздействие на различные секторы экономики, а также представляют одну из основных опасностей в холодный период года для движения автомобилей, пешеходов и для аэропортов.

Основными видами наземного обледенения являются гололед, обледенелый мокрый снег, гололедица, твердый налет. Повторяемость наземного обледенения зависит от климатических и орографических условий. Так, наибольшая повторяемость гололеда, твердого налета наблюдается в тех районах, которые подвержены резким изменениям погоды – от сильного мороза к оттепели и наоборот, наименьшая – там, где зимой преобладает устойчивая морозная погода. В связи с климатическими особенностями по повторяемости возникновения опасных явлений для территории Беларуси гололедные явления относятся к третьей группе, после конвективных явлений и сильных ветров [1]. Степень опасности наземного обледенения принято характеризовать толщиной слоя льда, который образуется за время нарастания ледяного отложения.

Прогноз гололеда основывается на прогнозе условий, благоприятствующих его образованию. Гололеды бывают внутримассовые и фронтальные. Внутримассовые гололеды образуются зимой в теплом секторе и в передней части циклона, а также на западной и северной периферии антициклона. Фронтальные гололеды наблюдаются преимущественно перед теплыми фронтами и теплыми фронтами окклюзии в связи с выпадением переохлажденного дождя. Такие гололеды наиболее интенсивны и опасны.

С целью увеличения качества прогнозов в Гидромете Республики Беларусь проводят исследования и автоматизацию методов прогноза опасных явлений. Наиболее известным методом расчета возникновения гололеда является метод Р. А. Ягудина, в основе которого лежит анализ возможности выпадения осадков или наличия адвективного тумана, то есть адвекции теплого и влажного воздуха. Автор предлагает прогнозировать появление гололеда в зависимости от температуры у поверхности Земли и на уровне 850 гПа. Гололед наиболее вероятен при температуре воздуха у поверхности земли от 0° до 5°С. [2]. Достаточно хорошие результаты показывают методы, в основе которых лежит дискриминантный анализ. Среди таких методов – метод М. Г. Тер-Мкртчяна и А. И. Снитковского для прогноза гололеда.

В ходе исследования и адаптации метода М. Г. Тер-Мкртчяна и А. И. Снитковского для определения благоприятных метеорологических условий образования гололеда на территории Республики Беларусь, была сформирована выборка аэрологических наблюдений, включающая в себя более 100 случаев для наличия и отсутствия гололеда. На основании данных наблюдений получены предикторы, описывающие особенности физики образования гололеда, и коэффициенты для дискриминантных функций. Проведена оценка информативности предикторов. В работе представлены результаты численной реализации метода по расчету прогноза гололеда с помощью дискриминантного анализа. В качестве входной информации для расчета используются выходные данные глобальных и региональных численных моделей атмосферы. Была произведена категориальная оценка оправданности прогноза, а также сравнительный анализ с методом прогноза гололеда Р. А. Ягудина.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 17.10-06-2008(02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила составления краткосрочных прогнозов погоды общего назначения. – Минск: Минприроды, 2008. – С. 6,7.
2. Ягудин, Р. А. Рекомендации к прогнозу гололеда: метод. письмо / Р. А. Ягудин. – Новосибирск, 1978. – 6 с.

## ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ» GEOINFORMATION SYSTEM NATIONAL PARK «NAROCHANSKY»

**В. А. Сипач<sup>1</sup>, В. С. Люштык<sup>2</sup>**  
**V. Sipach<sup>1</sup>, V. Lyushtyk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь,  
slava-sipach@tut.by

<sup>2</sup>Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк «Нарочанский»  
к. п. Нарочь, Республика Беларусь,  
nauka@narochpark.by  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus  
The State nature protection establishment Narochansky National park,  
r. v. Narach, Republic of Belarus

Представлены результаты разработки географической информационной системы Национального парка «Нарочанский» и ее развитие.

The paper presents the results of the development of the geographical information system of the national park “Narochansky” and its development.

*Ключевые слова:* геоинформационная система, Национальный парк «Нарочанский».

*Keywords:* geoinformation system, National park “Narochansky”.

Национальный парк (НП) «Нарочанский» расположен в северо-западной части Беларуси на территории Мядельского (96 %) и частично Вилейского районов (2 %) Минской области, а также на территориях Поставского района Витебской области (1,7 %) и Сморгонского района Гродненской области (0,3 %). Общая площадь парка составляет 87,36 тыс. га, протяженность с севера на юг – 34 км, с запада на восток – 59 км. Площадь земель, переданных в постоянное пользование государственному природоохранному учреждению «Национальный парк «Нарочанский», составляет 66,8 тыс. га, или 68,7 % от всей территории. Остальные земли в границах парка (31,3 %) находятся в ведении других землепользователей, основные – 16 сельскохозяйственных организаций.

В границах НП расположено 143 населенных пункта общей численностью населения около 24 тыс. человек, включая курортный поселок Нарочь и г. Мядель. Вокруг национального парка создана охранная зона на площади более 40 тыс. га. Особым достоянием НП являются водные экосистемы, включающие 48 разнотипных озер, 68 рек и ручьев, 16 родников, мелиоративные системы, пруды и др., что составляет около 19 % территории парка или общей площадью 16 440 га [1].

Чтобы эффективно управлять такой большой особо охраняемой природной территорией (ООПТ), обеспечивать сохранение уникальных природных комплексов и объектов, а также для более полного и эффективного использования рекреационных возможностей природных ресурсов Мядельского района и сопредельных с ним территорий на стадии реализации Госпрограммы развития ООПТ, на 2008–2014 гг. было принято решение разработать геоинформационную систему (ГИС) Национального парка «Нарочанский» в рамках выполнения задания (мероприятия) 43 «Разработка и актуализация геоинформационных систем Березинского биосферного заповедника и национальных парков, обеспечение их функционирования».

Разработанная локальная ГИС обеспечила интеграцию различных по смыслу и наполнению базовых данных (рельеф, лесоустроительная информация, кадастрово-земельная карта, космоснимки Белорусского космического аппарата и др.) в единую систему и позволила проводить геоанализ различных факторов играющих важную роль в рациональном управлении национальным парком.

В ходе эксплуатации локальной ГИС в научном отделе стало понятно, что она зарекомендовала себя эффективным инструментом для реализации управленческой деятельности, но локальность (установлена на трех ПЭВМ-лицензионное ограничение) сдерживает ее внедрение в других структурных подразделениях национального парка. Поэтому в рамках разработки следующей Государственной программы развития системы ООПТ на 2015–2019 гг. нами было предложено создание комплексной автоматизированно-справочной системы на базе действующей геоинформационной системы Березинского биосферного заповедника и национальных парков с использованием информации с аппаратов космического базирования и других средств. Данное предложение было принято разработчиками и включено в Госпрограмму (задание 34). В настоящее время его реализация на первом этапе – создание корпоративной геоинформационной системы Национального парка «Нарочанский». Данная серверная ГИС позволит всем заинтересованным подразделениям учреждения получить доступ к единому хранилищу всей информации, собранной в рамках функционирования локальной ГИС парка, обеспечит возможностью обмена собираемой оперативной информацией между ними, а также предоставит мощный инструмент для проведения различных аналитических операций с целью получения синтетической информации как итога обработки больших разнородных массивов данных. Важным функциональным элементом разрабатываемой ГИС станет использование данных дистанционного зондирования Земли с белорусско-российской группировки спутников (БКА и Канопус-В), а также данных со спутников Европейского космического агентства и Геологической службы США для получения оперативной разноплановой информации, востребованной для управленческих решений на территории Национального парка «Нарочанский».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коржов, В. В. Научный отдел национального парка «Нарочанский» – результаты и перспективы работы / В. В. Коржов, В. С. Люштык, Т. А. Жукова // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. Вып. 1. – Минск : Белорусский дом печати. 2006. – С. 104–110.

# ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО ПЕРЕНОСА АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ НА ПЛОЩАДКЕ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

## NUMERICAL MODELLING OF ATMOSPHERIC TRANSPORT OF AEROSOL PARTICLES ON THE TERRITORY OF THE BELARUSIAN NPP

***Т. В. Смирнова, В. В. Черкасова***  
***T. Smirnova, V. Cherkasova***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
smirnova@iseu.by  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Представлены результаты численных расчетов концентрации радиоактивных примесей на площадке Белорусской АЭС. Определены зоны выпадения аэрозолей с учетом инфраструктуры площадки и данных по скорости и направлению ветра.

The results of numerical calculations of the concentration of radioactive impurities on the territory of the Belarusian NPP are presented. The areas of aerosol deposition are determined taking into account the site infrastructure and data on wind speed and its direction.

*Ключевые слова:* проектная авария, радиоактивные выбросы, роза ветров, зона загрязнения.

*Keywords:* project accident, radioactive emissions, wind rose, pollution zone.

Оценка экологических последствий использования ядерных технологий является обязательным элементом при проектировании и эксплуатации ядерно-опасных объектов. Основные пути поступления радионуклидов с ядерных объектов – это выбросы в атмосферу, загрязнение водных источников, биохимические процессы в почве, утечки при захоронении и транспортировке ядерного топлива и отходов. Одним из решающих элементов при оценке влияния радиоактивного воздействия объектов атомной энергетики является оценка распространения радионуклидов в атмосфере и их осадения на почву. Это обусловлено тем, что воздушный перенос является определяющим фактором при формировании полей радиоактивного загрязнения и, как следствие, величин дозовых нагрузок на персонал станции и население, проживающее в зоне АЭС.

К математическим моделям, используемым при оценке переноса загрязнений в условиях многопараметрического описания состояния атмосферы, предъявляются определенные требования; сами модели классифицируются по пространственному масштабу, определяемому классом аварии. Результаты моделирования позволяют получить оперативную информацию о величине концентрации и площади загрязнения, а также о дозе облучения как при нормальной работе станции, так и в аварийных режимах.

В представлены численные результаты оценки последствий проектной аварии на площадке Белорусской АЭС. Данный режим соответствует принятому определению «максимальная проектная авария» и имеет максимальный выход продуктов деления в окружающую среду из перечня проектных аварий. Основным негативным последствием рассматривается выброс радиоактивных веществ на сооружения станции и поверхность территории АЭС. В основу моделирования динамики потока и переносимой дисперсной примеси положена система уравнений сохранения для отдельных фаз, решаемых совместно с уравнениями, описывающими процессы межфазного переноса. Система дифференциальных уравнений дополнена начальными и граничными условиями и параметрами работы техногенных источников.

В расчетах использованы данные по рельефу местности, и наблюдений за ветровым режимом в зоне площадки БелАЭС. Основные расчеты, включая построение 3D-модели рассматриваемой области, проводились в среде моделирования Comsol MultiPhysics.

Проведены расчеты по анализу динамики распространения радионуклидов в случае проектной аварии с выбросом из вентиляционной трубы. По результатам численного моделирования определены зоны преимущественного осадения примесных аэрозолей на объектах инфраструктуры АЭС. На основании результатов составлены прогнозные карты возможного радиоактивного загрязнения территории АЭС (рисунок 1).



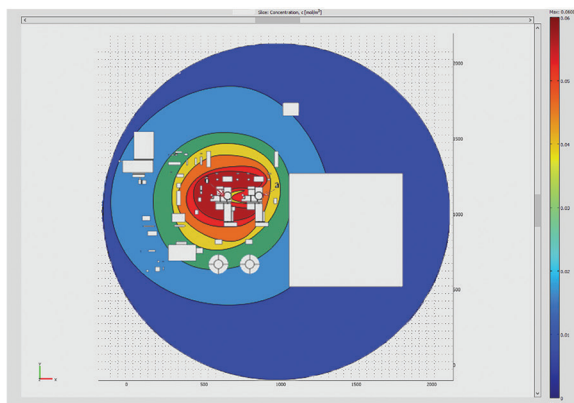


Рисунок 1а – Карта радиоактивного загрязнения площадки АЭС по данным для осеннего сезона: скорость внешнего потока 20°м/с, скорость осаджения аэрозолей 0,001° м/с, высота 300 м

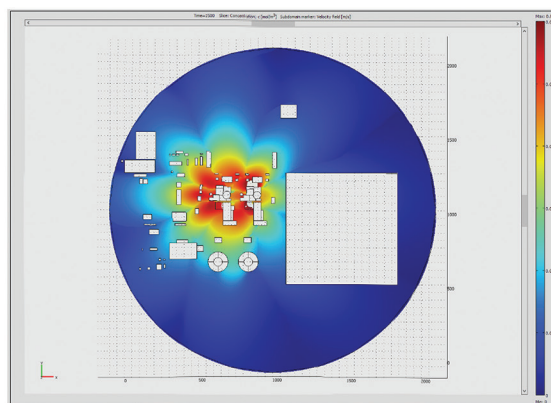


Рисунок 1б – Распределение концентрации радиоактивных аэрозолей на площадке АЭС для восьми румбов по осеннему сезону на высоте 1 м

## СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ В УЧЕБНОМ КОРПУСЕ ИНСТИТУТА

### CREATING AND USING MOBILE CLIMATE STATIONS IN THE EDUCATION BUILDING

**С. В. Ткаченко, И. В. Лефанова**  
**S. Tkachenko, I. Lefanova**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
freddy.clarck@yandex.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Предлагается создание мобильной климатической станции на базе небольших одноплатных компьютеров Raspberry Pi, как части системы «умный дом». Проводится оценка возможности использования мобильной климатической станции в образовательных целях.

In this paper, we describe the creation of a mobile climate station based on small single-board computers Raspberry Pi, as part of the “smart house” system. An assessment is made of the possibility of using the mobile climate station for educational purposes.

*Ключевые слова:* Raspberry Pi, климатическая станция, микрокомпьютер, система «Умный Дом», датчик температуры и влажности, датчик давления, датчик освещенности.

*Keywords:* Raspberry Pi climatic station, microcomputer, Smart House system, temperature and humidity sensor, pressure sensor, light sensor.

Современная эра микроэлектроники позволяет делать не только гибкие системы, но и, по сравнению с существующими аналоговыми системами, менее ресурсоёмкие. Возможность создания мобильной климатической станции стало доступным с появлением возможности выбора необходимого набора датчиков для решения поставленных задач.

Объектом исследования является рассмотрение возможности создания мобильной климатической станции как в качестве отдельного компонента для учебных целей, так и в качестве компонента системы «Умный Дом».

За основу климатической станции был выбран одноплатный микрокомпьютер Raspberry Pi. Ключевой особенностью данного микрокомпьютера является то, что он может работать под управлением операционных систем Windows и Linux, а также мобильной операционной системы Android. Помимо присущих компьютеру стандартных интерфейсов, Raspberry Pi имеет выходы для подключения внешних приборов, что расширяет сферу применения в системах разного уровня автоматизации, начиная от умного дома и роботизированных систем до автопилотов [1].

Для оценки метеорологического показателя района мобильная климатическая станция включает следующие датчики: температуры и влажности (DHT22) [2], давления (BMP085) [3], освещенности (BH1750) [4], скорости ветра.



С учётом гибкости системы климатическую станцию можно исключить из системы «Умный Дом» и использовать как полевое измерительное устройство. Также можно использовать иные типы датчиков, включая датчики для измерения почвенных и водных ресурсов.

Набор составляющих компонентов системы позволяет использовать мобильную климатическую станцию как компонент «Умного Дома» и стационарного пункта наблюдением за погодой, так и в качестве полевого измерительного прибора для учебных целей.

Таким образом, в зависимости от поставленных целей и наличия датчиков определенного типа, климатическая станция может выполнять широкий спектр таких задач, как измерения показаний, их систематизацию, хранение, анализ, прогнозирование.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Raspberry Pi [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi](https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi). – Дата доступа: 01.03.2017.
2. Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>. – Дата доступа: 01.03.2017.
3. BMP085 Digital pressure sensor. Data sheet. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/General/BST-BMP085-DS000-05.pdf>. – Дата доступа: 01.03.2017.
4. Ambient Light Sensor IC BH1750FVI. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rohmfs.rohm.com/en/products/databook/datasheet/ic/sensor/light/bh1750fvi-e.pdf>. – Дата доступа: 01.03.2017.

## ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЁТА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ЗЕМЕЛЬ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ WEB-APPLICATION FOR ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF LAND POLLUTION BY HEAVY METALS

**Д. А. Чемеревский<sup>1</sup>, В. А. Иванюкович<sup>1</sup>, С. Б. Мельнов<sup>2</sup>**  
***D. Chemerevsky, U. Ivaniukovich, S. Melnov***

*<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
chemervelo@mail.ru*

*<sup>2</sup>РУП БелНИЦ «Экология»  
г. Минск, Республика Беларусь  
<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus  
<sup>2</sup>Belarusian Scientific Centre "Ecology",  
Minsk, Republic of Belarus*

Экологический риск является одним из основных показателей воздействия загрязняющих веществ на природную среду. В связи с этим возникла необходимость разработать веб-приложение, которое позволит оценить экологический риск по концентрации тяжелых металлов в почве.

Environmental risk is one of the main indicators of the impact of pollutants on the natural environment. In connection with this, the management of the decided to develop a web application that would allow assess environmental risk by the concentration of heavy metals in the soil.

*Ключевые слова:* веб-приложение, экологический риск, загрязнение земель, тяжелые металлы.

*Keywords:* web-application, environmental risk, land pollution, heavy metals.

Риск есть количественная мера опасности в отношении вероятности того, что связанные с ним ущерб или нежелательные последствия станут реальностью. Экологический риск является одним из основных показателей воздействия загрязняющих веществ на природную среду. В связи с этим руководством РУП БелНИЦ «Экология» было принято решение разработать веб-приложение, которое позволяло бы по концентрации тяжёлых металлов в почве оценить экологический риск.

Для разработки веб-приложения была выбрана технология ASP.NET MVC 5 и система управления базами данных MySQL. В качестве среды разработки использовалась Visual Studio 2015. Для удобства представления информации пользователям применялась JavaScript библиотека JQuery и CSS.

Основой расчёта экологического риска является фоновое значение концентрации вещества в почве, коэффициент опасности вещества и концентрация вещества в образце почвы. Градация уровней риска основывается на фоновом значении концентрации ртути в почве.

Веб-приложение состоит из трёх функциональных разделов:

- 1) тестовый расчёт экологического риска для одно из тяжёлых металлов;
- 2) расчёт экологического риска одного из тяжёлых металлов на определённом объекте, расположенном в пределах территории Республики Беларусь, с занесением полученных результатов в базу данных;
- 3) расчёт индекса (суммарного показателя) экологического риска по 8 тяжёлым металлам, так как при загрязнении почв тяжёлыми металлами проявляется синергизм в их воздействии на экосистемы.

В каждом из трёх разделов помимо коэффициента и индекса экологического риска даётся оценка уровня риска, в зависимости от значения которого специалистами-экологами может быть разработана методика проведения мероприятий по снижению указанного уровня риска. Таким образом, разработанное веб-приложение выполняет информационную функцию для природопользователей.

## **СТАРТАП-ПРОЕКТ: ОТ МОДЕРНИЗАЦИИ ДОЗИМЕТРА ДО СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

### **START-PROJECT: FROM MODERNIZATION OF THE DOSIMETER TO THE ESTABLISHMENT OF THE ECOLOGICAL PLATFORM**

***М. В. Чечёва***

***M. Chechova***

*Белорусский государственный экономический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
marynachecheva@gmail.com  
Belarusian State Economic University,  
Minsk, Republic of Belarus*

В процессе жизнедеятельности здоровье человека подвергается воздействию множества разрушительных факторов, одним из которых является радиационное загрязнение окружающей среды. Решением проблемы доступности информации о радиационном загрязнении и защиты здоровья человека от воздействия радиации занимается стартап-компания R-NOX.

In the process of vital activity, human health is exposed to the variety of destructive factors, one of which is radiation pollution of the environment. Start-up company R-NOX is engaged in solving the problem of access to information on radiation contamination and protecting human health from the effects of radiation.

*Ключевые слова:* радиация, радиационное загрязнение, стартап-компания, дозиметр, гамма-излучения, рентгеновское излучение, облачные технологии.

*Keywords:* radiation, radiation pollution, start-up company, dosimeter, Gamma radiation, X-ray radiation, cloud technologies.

Первой разработкой компании R-NOX стало устройство, которое получило название ZIVE. Аппарат спроектирован на основе счетчика Гейгера–Мюллера (Бета-1М-1), имеет дружественный пользовательский интерфейс и синхронизируется со смартфоном. Портативный радиационный счетчик разработан для контроля радиационного фона местности, предметов, продуктов питания, строительных материалов и др. Он позволяет измерить мощность гамма-излучения и рентгеновского излучения, ежедневно отслеживать уровень фоновой радиации, определить источники радиационного излучения, а также предупреждает о превышении допустимого уровня радиации.

Принцип работы аппарата следующий: дозиметр взаимодействует с окружающей средой, отслеживая уровень радиации в фоновом режиме, и отправляет результаты измерений на смартфон. Мобильное приложение ZIVE App позволяет оценить фоновую радиацию и дать совет по защите здоровья, сохранить информацию о радиационных зонах, проложить более безопасный маршрут для пользователя, создать локальную карту радиационного загрязнения. При наличии интернета результаты измерений передаются на сервер. На сервере биг дата с дозиметров ZIVE хранится в виртуальной облачной базе данных. Для каждого замера фиксируется информация о радиационном фоне, координатах, высоте над уровнем моря и скорости движения объекта. Это необходимо для учета погрешности и корректировки данных, после чего донные отображаются на карте, которая имеет два слоя: первый слой содержит реальные точки замеров, второй слой – это тепловая карта радиационного загрязнения [1–4].

Таким образом, пользователи собирают данные, которые размещаются на уникальной экоплатформе, которая со временем может стать самой крупной и точной в мире. Счетчик и ZIVE-приложение помогут собрать и визуализировать информацию и создать мировую карту радиационного загрязнения в реальном времени. Данная информация может быть использована для принятия решений по экологической безопасности как на микро-, так и на макроуровне, что в целом немаловажно для мирового сообщества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дозиметр в интернете вещей: составляем карту радиоактивных зон для себя и всего мира. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/promwad/blog/276467/> – Дата доступа: 06.03.2017 г.
2. ZIVE – next generation of radiation monitors. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://r-nox.com/products/zive>. – Date of access: 06.03.2017.
3. New revolutionary technology that may change the world. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://r-nox.com/press-releases/2-new-revolutionary-technology-that-may-change-the-world>. – Date of access: 06.03.2017.
4. R-NOX win the First Clean-Tech Hackathon. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://r-nox.com/press-releases/3-r-nox-win-the-first-clean-tech-hackathon>. – Date of access: 06.03.2017.

## ПРИМЕНЕНИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МИГРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СРЕДАХ CLOUD TECHNOLOGIES APPLICATION FOR MODELING OF POLLUTANTS MIGRATION IN NATURAL DISPERSE ENVIRONMENT

**П. К. Шалькевич<sup>1</sup>, С. П. Кундас<sup>2</sup>, А. Е. Мороз<sup>1</sup>**  
**P. Shalkevich, S. Kundas, A. Moroz**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
[pavel.shalkevich@gmail.com](mailto:pavel.shalkevich@gmail.com)

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
[kundas@tut.by](mailto:kundas@tut.by)

<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus  
<sup>2</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Рассмотрены перспективы разработки веб-версии программного комплекса SPS, а также технические возможности и подходы к решению поставленной задачи.

The paper considers the prospects of developing a web version of the software complex SPS, as well as technical capabilities and approaches to solving the task.

*Ключевые слова:* облачные технологии, веб-приложения, компьютерное моделирование, параллельные вычисления, тепловлагоперенос.

*Keywords:* cloud technologies, web applications, computer modeling, parallel computing, heat and moisture transfer.

Новая версия программного комплекса «SPS» (Simulation of Processes in Soil), разработанная авторами, представляет собой систему программных модулей, которые реализуют алгоритмы и методы, основанные на технологии параллельных вычислений, позволяющей максимально оптимизировать процесс моделирования при использовании самой современной компьютерной техники. При этом соответствие разработанного программного обеспечения современным стандартам и требованиям открывает широкие возможности применения созданного продукта на параллельных компьютерных архитектурах любого типа. Существующая версия продукта SPS отличается гибким набором возможностей моделирования миграции загрязняющих веществ в природных дисперсных средах в условиях рабочего места научной лаборатории, являясь при этом перспективным экспортным продуктом в виде «коробочного» решения. Учитывая современные тенденции в развитии информационных технологий, целесообразным является создание веб-версии приложения, которая позволит использовать разработанные авторами алгоритмы и методы моделирования миграции загрязняющих веществ в различных уголках мира без инсталляции специальных библиотек, а прямо в окне интернет-браузера любого компьютера.

Веб-приложения на базе «облачных» технологий имеют ряд преимуществ перед настольными: они дешевле, ими проще управлять и их легче обновлять и использовать. С другой стороны, появляются новые факторы, влияющие на качество рабочего процесса: пропускная способность сети, сетевые протоколы, алгоритмы и методы обеспечения информационной безопасности. При этом анализ современного рынка информационных технологий свидетельствует о крупных перспективах в области экспорта веб-приложений. Для примера можно рассмотреть бизнес-модель клиентских многопользовательских онлайн-игр и специализированных онлайн-приложений, позволяющих получить доступ к своей функциональной части через интернет-браузер – самый привычный инструмент для конечных пользователей. Кроме того, веб-приложения обладают следующими техническими преимуществами: систематизация использования машинных ресурсов, централизованное обслуживание приложения, независимость от платформы, информационный контроль.

---

# СОДЕРЖАНИЕ

---

## БИОЭКОЛОГИЯ, АГРОЭКОЛОГИЯ, БИОИНДИКАЦИЯ И БИОРЕМЕДИАЦИЯ

FERMENTATION AND STORAGE OF CAPER FRUITS ( <i>CAPPARIS OVATA DESF.</i> VAR. <i>CANESCENS</i> ( <i>COSS.</i> )): CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES Büşra Belviranlı, Fahad Al Juhaimi, Mehmet Musa Özcan.....	7
THE INFLUENCE OF CLASSICAL MUSIC ON THE GERMINATION, PROCESSES OF THE GROWTH AND THE ABUNDANCE OF BLOSSOMING OF FLOWER PLANTS E. Bondarovich, I. Karnatsevich .....	8
EFFECTS OF POTASSIUM TREATMENTS ON THE PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF BEAN EXPOSED TO DROUGHT STRESS M. Hamurcu, N. Mudrykh, H. Ölçer Footitt, E. E. Hakki, S. Gezgin .....	9
ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПОПУЛЯЦИИ ДИКОРАСТУЩЕГО НУТА, СВЯЗАННОЙ С НЕПРЕРЫВНЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Abdullah Kahraman, Anamika Pandey, Mohd. Kamran Khan, Ahmet Cakmak, Bilal Aydin, Jens Berger, Mahmut Gayberi .....	10
PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WILLOW AS A FACTOR OF ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL POTENTIAL SPECIES Borivoj Krstić, Rodoljub Oljača, Aleh Rodzkin .....	12
ASSESSMENT OF SELECTED MINERAL AND HEAVY METALS IN SEVERAL WILD DUCK LIVERS Naydun N., Mehmet Musa Özcan, V. Lemiasheuski .....	13
THE RECREATIONAL RESOURCES OF UNKNOWN CORNERS OF BELARUSIAN LAKE DISTRICT О. В. Садова, М. А. Маркова .....	14
MINERAL, TOTAL PHENOL, ANTHOCYANIN AND FLAVONOID CONTENTS OF WHITE FLOUR AND WHOLE WHEAT FLOUR Şenay Şimşek, Fahad Al Juhaimi, Mehmet Musa Özcan .....	15
OBTAINING BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES FROM MEDICINAL PLANTS GROWING IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN G. Turebekova, G. Alpamysova, R. Issayeva, Zh. Shingisbayeva, Sh. Shapalov .....	16
ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ УДОБРЕНИЯ ГЕОТОН И СУПРОДИТ М – СОВРЕМЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА О. Ю. Баланова, А. Н. Ратников, Д. Г. Свириденко, Г. И. Попова, К. В. Петров .....	17
ИНТРОДУКЦИЯ ЦЕННОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО ГРИБА <i>AURICULARIA POLYTRICHA</i> (MONT.) SACC. В ИНТЕНСИВНУЮ КУЛЬТУРУ И. В. Бордок, Л. В. Евтушенко, В. М. Лубянова .....	19
ПАРТЕНОГЕНЕТИЧЕСКИЙ МРАМОРНЫЙ РАК <i>PROCAMBARUS FALLAX</i> (HAGEN, 1980) (DECAPODA, CAMBARIDAE) – ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ИНВАЗИВНЫЙ ВИД В ВОДОЕМАХ БЕЛАРУСИ А. П. Голубев, О. А. Бодиловская, А. С. Хомич, Е. А. Загорцева, А. В. Алехнович.....	20
ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ХЛОРИДА НАТРИЯ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН И РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ ГЛИКОФИТНЫХ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ <i>FAGOPYRUM ESCULENTUM</i> ) И. В. Гордеева .....	22
БИОИНДИКАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОДЕРЖАНИЯ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ ШКОЛЬНИКОВ Г. МИНСКА И. В. Дребенкова, В. А. Зайцев .....	24
БИОРАЗНООБРАЗИЕ ГЕЛЬМИНТОВ КОПЫТНЫХ ОБИТАТЕЛЕЙ МИНСКОГО ЗООПАРКА Е. Ю. Жук, М. В. Мельник, А. О. Рябцев, Е. И. Бодрова .....	25
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ М. А. Зенина, Н. В. Герасимович.....	26

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ-ДЕСТРУКТОРОВ ДЛЯ БИОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ 2,4-Д И ПЕСТИЦИДАМИ ГРУППЫ СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИНЫ О. С. Игнатовец, Е. В. Феськова, Т. И. Ахрамович, В. Н. Леонтьев.....	27
ВЛИЯНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ БАЗИЛИКА Т. В. Каленчук, Ю.А. Клещёва .....	28
МЕЛАНИНЫ <i>INONOTUS OBLIQUUS</i> КАК БИОСОРБЕНТЫ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ Т. С. Калугина, Н. В. Иконникова.....	30
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТОПА НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ СОСНЫ Е. А. Козлов, А. Е. Яротов, Н. В. Кныш.....	31
ВЛИЯНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭМБРИОНЫ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В УСЛОВИЯХ <i>IN VITRO</i> ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ М. С. Лиман, Н. В. Барулин .....	32
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДОПЛАВАЮЩХ ПТИЦ В ЭПИЗОТИЧЕСКОМ БЛАГОПОЛУЧИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ Ю. Г. Лях, А.Н. Гринек .....	33
ЗНАЧЕНИЕ КАБАНА В РАСПРОСТРАНЕНИИ ТРИХИНЕЛЛЕЗА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ Ю. Г. Лях, Е. С. Дедкова .....	35
ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОСФОРА В УСЛОВИЯХ КАСКАДНОЙ ДЕНИТРИФИКАЦИИ Р. М. Маркевич, С. О. Стуканова, О. С. Дубовик.....	36
АНАЛИЗ МЕТОДИК БИОИНДИКАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Ю. В. Мурашко, И. В. Рышкель.....	37
АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ Е. Э. Подшивалова, Н. В. Герасимович.....	38
НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ С. П. Пономаренко .....	39
БИОРЕГУЛЯТОРЫ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ БИОТОПЛИВНЫХ КУЛЬТУР С. П. Пономаренко, Т. Р. Стефановская, А. И. Медков, М. М. Каприй.....	40
БИОЭКОЛОГИЯ ВИДОВ РОДА МАГОНИЯ ( <i>MANONIA NUTT.</i> ) В БАТУМСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ С. А. Романадзе, М. В. Метревели .....	42
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ РАЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА Е. А. Самусик, С. Е. Головатый .....	43
РОЛЬ САРАНЧОВЫХ-ФИТОФАГОВ В ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ РАЗЛИЧНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ Т. П. Сергеева, Е. Г. Смирнова, В. И. Казанцева.....	44
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ФИТОИНДИКАЦИИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФУТПРИНТИНГА З. А. Симонова, А. А. Макарова, Е. И. Тихомирова .....	46
МЕЖСЕЗОННАЯ И МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА ПЛОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ВОДНО-БОЛОТНЫХ ПТИЦ ЗАКАЗНИКА «ЛЕБЯЖИЙ» В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ Г. МИНСКА А. В. Хандогий, К. В. Гомель, И. И. Дроздов, Д. А. Кишкурно .....	47
РОЮЩАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КРОТОВ ( <i>TALPA EUROPEA</i> ) В РАЗЛИЧНЫХ БИОТОПАХ А. В. Хандогий, Ю. Д. Касач.....	49
ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ЗЕМНОВОДНЫХ В ПЕРИОД ИХ РАЗМНОЖЕНИЯ А. В. Хандогий, А. А. Суша, В. Д. Лопатин .....	50
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОКРАСОЧНОГО ПОЛИМОРФИЗМА СИНАНТРОПНОГО СИЗОГО ГОЛУБЯ ( <i>COLUMBA LIVIA L.</i> ) В Г. МИНСКЕ И СТРАНАХ БЛИЖНЕГО ЗАРУБЕЖЬЯ И. М. Хандогий, М. В. Можейко, Е. С. Лев.....	51



ОСОБЕННОСТИ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ РАЗЛИЧНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ А. Н. Хох, Д. Е. Кузменков, Л. Ю. Зендель .....	53
ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ РАЗМЕРАМИ АНАТОМИЧЕСКИХ СТРУКТУР ЛИШАЙНИКА <i>HYROGYMNA PHYSODES</i> (L.) NYL. И ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ ПРОИЗРАСТАНИЯ ВИДА О. М. Храмченкова, В. Н. Сеглин .....	54
МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ЕСТЕСТВЕННЫМИ ПАРАЗИТАМИ ПЧЁЛ А. Г. Чернецкая, А. Р. Федорчук .....	55
ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ РАЗНОГО ВИДА НА ПРОЦЕСС ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ЯЧМЕНЯ Н. В. Шамаль, Р. А. Король, Т. И. Милевич, С. О. Гапоненко, В. П. Герасименя .....	56
ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОВИТОСТИ <i>DROSOPHILA MELANOGASTER</i> ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В 1800 МГЦ А. С. Шафорост, М. А. Бакшаева .....	58
МОНИТОРИНГ ГЕЛЬМИНТОФАУНЫ ЗЕМЛЕРОЙКОВЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ, НАСЕЛЯЮЩИХ БЕРЕГА МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ В СМЕШАННЫХ ЛЕСАХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ В. В. Шималов .....	59
ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛИФОСАТСОДЕРЖАЩИХ ГЕРБИЦИДОВ ПРОТИВ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО О. А. Шкляревская .....	60
ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА САПОНИТСОДЕРЖАЩЕГО БАЗАЛЬТОВОГО ТУФА Е. С. Юркевич, В. И. Иода .....	61
СОСТОЯНИЕ БАТРАХОФАУНЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ И МЕЛИОРАТИВНЫХ ЗОН МИНСКОГО И ПЕТРИКОВСКОГО РАЙОНОВ А. Г. Чернецкая, М. Н. Асипчик .....	62

## **РАДИОБИОЛОГИЯ, РАДИОЭКОЛОГИЯ И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПЕКТРА НЕЙТРОНОВ В ПОДКРИТИЧЕСКОЙ СБОРКЕ «ЯЛИНА–ТЕПЛОВАЯ» В. А. Береснева, А. И. Дубровский .....	66
НАКОПЛЕНИЕ <sup>238-240</sup> Pu И <sup>241</sup> Am ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧАЭС Ю. И. Бондарь, В. Н. Забродский, В. И. Садчиков, В. Н. Калинин .....	67
ИЗМЕРЕНИЯ <i>IN SITU</i> ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЦЕЗИЕМ-137 ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧАЭС Ю. И. Бондарь, В. Н. Забродский, В. Н. Калинин, В. И. Садчиков .....	68
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПОСЛЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ Н. Я. Борисевич .....	69
ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА О. М. Бояркин, В. А. Горская .....	70
СПЕКТР РЕАКТОРНЫХ АНТИНЕЙТРИНО ОТ U-235 О. М. Бояркин, А. В. Пинчук .....	71
ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОИЗВОДСТВА И КОНВЕРСИИ ЩЕПЫ ИВЫ БЕЛОЙ ( <i>SALIX ALBA</i> ) А. А. Бутько, В. А. Пашинский, Е. В. Иванова, О. И. Родькин .....	72
РЕАКЦИЯ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ КРЫС-САМЦОВ НА ВНЕШНЕЕ ОБЛУЧЕНИЕ В ДОЗЕ 1,0 ГР И ПОСЛЕДУЮЩЕЕ ДЛИТЕЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ (50 ГЦ) Г. Г. Верещако, Н. В. Чуешова, Е. В. Цуканова, М. А. Бакшаева .....	73
ОТ ЗОНИРОВАНИЯ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЁННОЙ ТЕРРИТОРИИ К КЛАССИФИКАЦИИ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ ПО СРЕДНИМ ГОДОВЫМ ЭФФЕКТИВНЫМ ДОЗАМ ОБЛУЧЕНИЯ В ОТДАЛЁННОМ ПЕРИОДЕ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС Н. Г. Власова, Ю. В. Висенберг .....	74

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТИРОИДНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ СТАРЕНИИ И АУТОИММУННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ А. В. Герасимович, К. А. Соловьёва, В. Д. Свирид .....	75
АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС СЕМЯН ПОПУЛЯЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ( <i>PINUS SYLVESTRIS L.</i> ), ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ХРОНИЧЕСКОГО ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ Н. В. Гончарова, В. Ф. Ковалев .....	77
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОМИГРАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОН БЕЛАРУССКОЙ АЭС В. А. Горская, Л. Н. Москальчук .....	78
МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ А. Н. Гребенюк, А. В. Миляев, Ю. В. Мирошниченко, Е. Д. Куринной .....	79
ЗЕРЕННАЯ СТРУКТУРА БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ ФОЛЬГ СПЛАВОВ SN-ZN-BI И SN-ZN-IN, ОБЛУЧЕННЫХ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧНЫМИ ИОНАМИ KR И XE О. В. Гусакова .....	80
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ГАММА- И НЕЙТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЙ В ДЕТЕКТИРУЮЩИХ СРЕДАХ А. И. Дубровский, О. В. Гусакова, В. А. Береснева .....	82
СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННОГО ТОМОГРАФА, СОВМЕЩЕННОГО С КОМПЬЮТЕРНЫМ ТОМОГРАФОМ Е. В. Емельяненко, И. Г. Тарутин .....	83
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГНОЗА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР А. И. Ерошов, И. Н. Марцуль, А. И. Антоненков .....	84
ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОМЕРНОГО ЗАГЛУБЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ <sup>134</sup> CS И <sup>137</sup> CS НА РЕЗУЛЬТАТЫ <i>IN SITU</i> ИЗМЕРЕНИЙ А. И. Жуковский, А. О. Ничипорчук, О. М. Аншаков, А. А. Хрущинский, М. С. Морозик, Л. Ф. Бабичев, С. А. Кутень .....	86
ОЦЕНКА ТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ БЕЛАРУССКОЙ АЭС НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В. А. Иванюкович, М. Л. Михайлюк .....	87
СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ ЧЕРЕЗ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС Е. М. Кадукова, С. Н. Сушко, С. В. Гончаров, Ф. И. Куц, С. О. Гапоненко, К. В. Шафорост, Н. В. Веялкина .....	88
ОСОБЕННОСТИ ВАРЬИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ ДОЗЫ Г-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ГЕОХИМИЧЕСКИ СОПРЯЖЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПЕРЕПАДА ВЫСОТ С. А. Калининченко, В. Е. Белаш, А. А. Баленок, А. Н. Чекан .....	90
АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ФЛУКТУАЦИИ МОЩНОСТИ ДОЗЫ Г-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ПОСТОЯННОЙ РЕПЕРНОЙ СЕТИ В ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС С. А. Калининченко, В. В. Головешкин, О. А. Шуранкова .....	91
ПОЛЕ ЗАХВАТНОГО ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ РАДИОНУКЛИДНОГО ИСТОЧНИКА НЕЙТРОНОВ Д. И. Комар, С. А. Кутень .....	92
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ СОВРЕМЕННОГО ОСАДКОАКОПЛЕНИЯ В. Э. Латыпова, А. Фахриева, А. Р. Самигуллина, О. В. Никитин .....	93
ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ РАДИАЦИОННЫХ МЕТАБОЛИТОВ РАЗЛИЧНЫХ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ Т. В. Мельникова, Л. П. Полякова, А. А. Удалова .....	94
ПЛУТОНИЙ И АМЕРИЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ В. П. Миронов, В. В. Журавков .....	95
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ УРАНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ИЗ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ ТАДЖИКИСТАНА У. М. Мирсаидов, Х. М. Назаров, Ф. А. Хамидов, И. У. Мирсаидов .....	96

РАДИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ТАДЖИКИСТАНА И ВЫДЕЛЕНИЕ УРАНОВОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ОТХОДОВ УРАНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ У. М. Мирсаидов, Ф. А. Хамидов, С. М. Бахронов, С. В. Муминов .....	97
РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТРИТИЯ: О ПРИЧИНАХ И НЕОБХОДИМОСТИ ГАРМОНИЗАЦИИ ГИГИЕНИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ СТРАН СНГ ПО ТРИТИЮ С НАЦИОНАЛЬНЫМИ СТАНДАРТАМИ ВЕДУЩИХ ЯДЕРНЫХ ДЕРЖАВ О. А. Момот, М. Н. Каткова, А. В. Земнова, Г. В. Лаврентьева, Б. И. Сынзыныс .....	98
СОСТОЯНИЕ КАЛЬЦИЕВОГО ОБМЕНА В ТРОМБОЦИТАХ КРЫС НА 10-Е СУТКИ ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ В ДОЗЕ 1 ГР. О. Г. Пархимович, К. Я. Буланова, Л. М. Лобанок, О. Д. Бичан, Т. И. Милевич .....	99
РАДИОПРОТЕКТОРНЫЕ СВОЙСТВА СА-МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДВУСПИРАЛЬНОЙ РНК ПРИ ИОНИЗИРУЮЩЕМ ОБЛУЧЕНИИ М. С. Петросян, Л. С. Нерсесова, М. Г. Газарянц, М. Г. Малакян, Ж. И. Акопян .....	100
МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК А. С. Печникова, В. С. Сальников, О. М. Бояркин .....	102
АНДРОГЕН-РЕЦЕПТОРНАЯ ТЕСТ-СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАДИОПРОТЕКТОРНЫХ ПРЕПАРАТОВ Е. Г. Попов, Т. И. Милевич .....	103
МОЖЕМ ЛИ МЫ ОБНАРУЖИТЬ СИГНАЛЫ НОВОЙ ФИЗИКИ, ИЗУЧАЯ ПОТОКИ КОСМИЧЕСКИХ НЕЙТРИНО СВЕРХВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ? М. А. Правко, О. М. Бояркин .....	104
АМЕРИЦИЙ-241 ЧЕРНОБЫЛЬСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ: СУЩЕСТВУЕТ ЛИ ПРОБЛЕМА ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК НА НАСЕЛЕНИЕ ОТ ЭТОГО РАДИОНУКЛИДА В СВЯЗИ С НАРАСТАНИЕМ ЕГО АКТИВНОСТИ В БЛИЖАЙШИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ И. Н. Семененя .....	104
МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРИТИЯ В ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ В РАЙОНЕ СТРО- ИТЕЛЬСТВА БЕЛОРУССКОЙ АЭС А. Н. Скибинская, В. П. Миронов, В. В. Журавков, М. Г. Герменчук, О. М. Жукова .....	107
ОЦЕНКА РЕАКТИВНОСТИ МИКРОВАСКУЛЯРНОГО ЭНДОТЕЛИЯ Д. А. Супранович, О. Н. Аблековская .....	108
КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ Н. Н. Тушин, В. Ю. Ковалева .....	109
ЭФФЕКТЫ ИЗОЛИРОВАННОГО И СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ И МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КРЫС-САМЦОВ И. А. Чешик, А. Е. Козлов, М. А. Бакшаева, Г. А. Горох, Г. Г. Верещако .....	110
ДИНАМИКА МОЩНОСТИ ДОЗЫ Г-ИЗЛУЧЕНИЯ НА МЕТЕОПЛОЩАДКЕ И ТЕРРИТОРИИ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ СТАНЦИИ МАСАНЫ ИМ. В. Н. ФЕДОРОВА А. Н. Чудинов, С. А. Калиниченко, Р. А. Ненашев .....	111
INFLUENCE OF SOLAR ACTIVITY ON BETA-DECAY RATE А. А. Шиш, А. А. Щербович, О. М. Бояркин .....	112

## **РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ**

УДАЛЕНИЕ CU (II) ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ В ЗАКРЫТОЙ СИСТЕМЕ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕ- НИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ С АКТИВИРОВАННЫМ УГЛЕМ НАНО- МЕТРОВОГО РАЗМЕРА Nurcan COŞKUN, Ahmet DEMİRAK, Selçuk AKTÜRK .....	116
СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ХЛОРОФИЛЛ-А В ПРЕСНОЙ ВОДЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ В ЗАЛИВЕ ГОКОВА (МУГЛА-ТУРЦИЯ) Dondu Mustafa, Ozdemir Nedim, Demirak Ahmet .....	117

ИТОГИ МОНИТОРИНГА АГРОЭКОСИСТЕМ ШУАХЕВСКОГО МУНИЦИПАЛИТЕТА Н. Ш. Аласания .....	117
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕК И ОЗЕР БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ Ю. Ф. Антипилович .....	118
РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОСПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ Д. Ш. Бараташвили, Л. Д. Микеладзе .....	121
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ Г. ГОМЕЛЯ А. В. Бардюкова.....	121
ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОН ГОРОДА С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБРАЖНО-БАЛОЧНОЙ СЕТИ М. Ю. Белова, Е. И. Тихомирова, О. В. Абросимова .....	123
АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ В. В. Божкова, Б. Б. Козерук, Е. А. Мельник .....	124
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА БЕЛАРУСИ И ЕГО ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ Л. М. Болотько, А. М. Людчик, С. Д. Умрейко.....	125
СОСТОЯНИЕ ОЗОнового СЛОЯ НАД РЕСПУБЛИКОЙ БЕЛАРУСЬ Н. Б. Борковский .....	126
ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ АКУСТИЧЕСКОЙ И ВИБРАЦИОННОЙ СИТУАЦИИ НА ПРИМАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ГОРОДОВ Н. П. Быкова, В. Ю. Зиновкина, И. В. Соловьева, И. В. Арбузов, А. В. Кравцов, А. Ю. Баслык, А. А. Грузин, И. П. Щербинская .....	127
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА: СООТНОШЕНИЕ ПОНЯТИЙ И БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ О. В. Воронцова .....	128
ПРОБЛЕМЫ ВЫСЫХАНИЯ КОЛХИДСКОГО САМШИТА (BUXUS COLCHICA) В АДЖАРИИ Н. Гваришвили, Н. Аласания .....	130
ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ КАДМИЯ, СВИНЫ И ЦИНКА В ПОЧВАХ С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ С. Е. Головатый, С. В. Савченко, Е. А. Самусик .....	132
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ С. А. Давтян, К. Т. Казарян.....	133
ВЛИЯНИЕ СТИМУФУНГА НА СОХРАНЯЕМОСТЬ ПЛОДОВ АПЕЛЬСИНА ВАШИНГТОН-НАВЕЛ Е. М. Джакели, А. Г. Каландия, Т. Т. Барамидзе, И. А. Карцивадзе.....	134
ДИНАМИКА РАСПЫЛЕНИЯ В АТМОСФЕРУ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ЗАГРЯЗНЕННЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ГОРОДА БАТУМИ (2010–2015 гг.) Г. А. Думбадзе, А. В. Мджаванадзе.....	135
АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ ДОБРОТВОРСКОЙ ТЭС А. А. Живова, Н. В. Герасимович .....	136
СТОИМОСТНАЯ ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ И БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ М. С. Заранко, Головатый С.Е.....	137
ОБРАБОТКА НЕФТИ-ШЛАМОВ С ПОМОЩЬЮ ВОЛН ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ А. К. Иманбаева, Ж. Ш. Куралбаева .....	139
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФЯНИКОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В. М. Конькова, И. П. Наркевич .....	139

ВЫБРОСЫ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ А. Ю. Кулаков, И. П. Наркевич .....	141
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАЖНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ И АНАЛИЗ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИХ СНИЖЕНИЮ НА ФИЛИАЛЕ МТЭЦ-3 РУП «МИНСКЭНЕРГО» А. Ю. Куница, К. М. Мукина .....	143
ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВ НА ИХ СПЕКТРАЛЬНУЮ ОТРАЖАТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ И ИЗОБРАЖЕНИЕ НА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКАХ М. Ф. Курьянович, Ф. Е. Шалькевич .....	144
РАСЧЕТ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ АЗС ПО ФАКТОРУ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ А. И. Ледак .....	145
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛИНИСТО-СОЛЕВЫХ ШЛАМОВ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ» ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ РАДИОНУКЛИДОВ Т. Г. Леонтьева, Л. Н. Москальчук .....	147
ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ РЕГУЛИРОВАНИЯ И ФИНАНСИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В РОССИЙСКИХ РЕГИОНАХ Т. И. Либерман .....	148
ПОЛИГОН ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА ЖОДИНО КАК ИСТОЧНИК ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ Н. А. Лысухо, С. С. Позняк, Ю. В. Жильцова, О. М. Конопелько .....	149
АНАЛИЗ СБОРА ОТХОДОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ УП «БЕЛВТИ-РЕГИОН» ПОЛОЦК Н. А. Лысухо, Ю. Н. Малашенко .....	150
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ МЕТЕОУСЛОВИЙ И АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА ПРИЗЕМНЫЙ ОЗОН А. М. Людчик, П. Н. Павленко .....	152
АНАЛИЗ МЕТОДА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «МЭТЗ ИМ. В. И. КОЗЛОВА» О. А. Малуха, К. М. Мукина .....	153
АНАЛИЗ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОАО «МОЗЫРСКИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД» В. В. Матюшенко, А. С. Родькин .....	154
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН МИНСКА В. В. Махнач .....	155
УПРАВЛЕНИЕ ДРЕВЕСНЫМИ ОТХОДАМИ РЕГИОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРТНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С. О. Медведев .....	156
СОСТОЯНИЕ САМШИТА КОЛИДСКОГО В ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ К. Г. Мемарне, Л. А. Горгиладзе, Н. Д. Ломтатидзе, Г. В. Мепаришвили .....	157
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕНОСА СОЛЕЙ ПОЧВ ПРОВИНЦИИ АКСАРАЙ (ТУРЦИЯ): ПО ДАННЫМ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ Ф. Д. Микаилсой, С. А. Дурсун .....	158
СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В УЧРЕЖДЕНИИ ОБРАЗОВАНИЯ «МЕЖДУНАРДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А. Д. САХАРОВА» БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА В. М. Мисюченко, Е. А. Любенкова .....	159
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ РУП «НАЦИОНАЛЬНЫЙ АЭРОПОРТ «МИНСК» А. Г. Морозько, Е. С. Лён .....	160
АНАЛИЗ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ» В. Муравейко, К. М. Мукина .....	162



АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО МЕХАНИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКЕ ОТХОДОВ В ГОРОДЕ ГРОДНО Ю. Э. Парфимович, В. Г. Роговский <sup>2</sup> , В. М. Мисюченко .....	163
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТЕКСТА ОРГАНИЗАЦИИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ МЕЖДУНАРОДНОГО СТАНДАРТА ISO 14001-2015 НА ОАО «МИНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД ИМ. В.И.КОЗЛОВА» У. Я. Пащьева, К. М. Мукина .....	164
РЕЕСТР ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ СТОРОН В РАМКАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТЕКСТА ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ОАО «МИНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД ИМЕНИ В. И. КОЗЛОВА» У. Я. Пащьева, К. М. Мукина.....	165
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ НОРМИРОВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ НА ОСНОВЕ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА А. И. Позднякова, М. Г. Герменчук .....	167
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЗОНАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЕЙ С. С. Позняк, Н. А. Лысухо, Ю. В. Жильцова, О. М. Конопелько .....	168
УТИЛИЗАЦИЯ И ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ НЕФТЕДОБЫЧИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ РЕЗИН Г. Ж. Пусурманова, С. А. Сакибаева, Г. З. Туребекова, Г. Ф. Сагитова .....	170
РАСЧЕТ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ МАЗС ПО ФАКТОРУ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА А. Ю. Пышко, А. С. Родькин .....	171
ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОД ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ Р. ТЫСМЕНИЦА Ю. Н. Рак, В. В. Карабин.....	172
ПРОБЛЕМЫ ВЫБЫВШИХ ИЗ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЛИДСКОГО РАЙОНА ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ В. А. Ракович, В. Н. Копиця, А. Б. Мурадов.....	173
АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ УСТАНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ШЛАМОВ И ЛАКОВ НА СООО «ЗОВ-ПЛИТА» Г. ГРОДНО И.Б. Рожнова.....	174
МОДЕРНИЗАЦИЯ РУКАВНЫХ ФИЛЬТРОВ В ОТРАСЛИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И. Б. Рожнова.....	175
ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ НЕНАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ И. А. Самофалова.....	176
СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА Е. А. Самусик, С. Е. Головатый .....	178
СУХОВЕЙНЫЕ ПЕРИОДЫ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ В УКРАИНЕ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА М. О. Слиже, И. Г. Семенова.....	179
ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЦИКЛОНОВ НАД БЕЛАРУСЬЮ В СОВРЕМЕННЫЙ КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПЕРИОД Е. Н. Сумак, И. Г. Семенова .....	180
СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ КРУПНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Г. В. Толкач, С. С.Позняк.....	181
REALLOCATION OF AGRICULTURAL LANDS THROUGH LAND CONSOLIDATION; A CASE STUDY OF GEVREKLI (TURKEY) E. Tusat, F. Sari, F. Mikayilsoy .....	183
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НЕКОТОРЫХ РЕЧНЫХ ВОД АДЖАРСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ М. С. Цецхладзе, Н. Д. Ломтагидзе, Н. Г. Гачава .....	184

АЗОТНЫЙ ФОНД ДЕГРАДИРОВАННОЙ ТОРФЯНО-МИНЕРАЛЬНОЙ ПОЧВЫ И ЕГО ВНУТРИСЕЗОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ Н. Н. Цыбулько, А. А. Зайцев, И. И. Жукова, Е. Б. Евсеев.....	185
ОТХОДЫ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ Е. Щербина, А. Батян, А. Кирейков .....	187
ОБРАЩЕНИЕ С МАСЛОСОДЕРЖАЩИМИ ОТХОДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ Е. Щербина, С. Мельнов, А. Кирейков .....	188
ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА М. Г. Ясовеев, Е. А. Власевский .....	190
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИДЕНТИФИКАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ А. Э. Яцкевич, К. М. Мукина.....	191
АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ФИЛИАЛА РУП «БРЕСТЭНЕРГО» БЕРЕЗОВСКОЙ ГРЭС А. Э. Яцкевич, К. М. Мукина.....	192

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**

ENVIRONMENTAL APPLICATIONS OF PLASMA TECHNOLOGY Volker Brüser .....	196
ПРИМЕНЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ВОДОПОДГОТОВКИ НА МИНСКОЙ ТЭЦ-3 И. И. Адиканко, С. А. Дубенок .....	196
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ ПОРОД С КОРОТКИМ ПЕРИОДОМ РОСТА А. А. Бутько, В. А. Пашинский, Е. В. Иванова, О. И. Родькин .....	198
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ А. А. Бутько, В. А. Пашинский, В. В. Ковшик.....	199
ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ БИОМАССЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА В. В. Величко, С. П. Кундас, М. В. Уласевич .....	200
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ «ТОРФ-ТРОСТНИК» Е. В. Иванова, В. А. Пашинский, А. А. Бутько .....	201
ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПАЙЗЫ О. С. Корзун.....	203
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПОТЕРЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА, ПОСТРОЕННОГО С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕСТНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ Е. В. Кресова, Д. Ю. Кужелко, С. П. Кундас .....	204
РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ АСУ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ НА КЛЕЦКОМ ФИЛИАЛЕ ОАО «СЛУЦКИЙ СЫРОДЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ» С. С. Кучур, К. Ю. Костенюк .....	205
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СУБСТРАТА ДЛЯ БИОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА «ЛЕБЕДЕВО» С. С. Кучур, А. Д. Шинкевич .....	206
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА НА ЕГО ТЕПЛОТВОРНУЮ СПОСОБНОСТЬ А. В. Нижников, В. М. Мисюченко .....	207
ТЕНДЕНЦИИ ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ: ОПЫТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ Г. А. Рудченко .....	208

ПОВЫШЕНИЕ АКТИВНОСТИ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ПУТЕМ ОБРАБОТКИ В ПЛАЗМЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА Н. А. Савастенко, И. И. Филатова, В. А. Люшкевич, Н. И. Чубрик, М. Т. Габдуллин, Т. С. Рамазанов, Х. А. Абдуллин, В. А. Калкозова.....	209
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ УКРАИНЫ И. С. Сагайдак, Т. Н. Чорна.....	210
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕМАТОД ДЛЯ ИНДИКАЦИИ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ БИОМАССЫ <i>MICANTHUS X GIGANTEUS</i> ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВСЛЕДСТВИЕ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ ТЕРРИТОРИЯХ Т. Р. Стефановская, В. Подлеснюк, А. Скварч, М. Н. Обруч, С. В. Ящук .....	211
ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ В УЧЕБНОМ КОРПУСЕ ИНСТИТУТА С. В. Ткаченко, А. Д. Турчинович, В. Ф. Малишевский.....	213
КОНЦЕПЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДЕРИВАЦИОННЫХ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В ИССЫК-КУЛЬСКОЙ КОТЛОВИНЕ С. К. Турусбеков, С. П. Кундас .....	214
СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ОТ АВТОТРАНСПОРТА Е. Е. Шаталова.....	215
ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МАРОККО Ю. Эль Хадри, В. Н. Хохлов .....	216

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ И ЗДРАВООХРАНЕНИИ**

USAGE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS BASED MODELLING IN MANAGEMENT AND PLANNING OF DISASTER PLANNING E. Tusat, S. Karayel, S. Ari .....	220
АРХИТЕКТУРА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРОЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ О. Ю. Азаркевич, Д. И. Черняк, В. В. Смелов.....	222
ПРИМЕНЕНИЕ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ХРАНЕНИИ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРОЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ Е. А. Блинова, В. В. Смелов.....	223
ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ПО РАСЧЕТУ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НАЛОГА ДЛЯ ОАО «БЕЛАРУСКАБЕЛЬ» Г. МОЗЫРЯ А. С. Брель, А. Л. Карпей .....	224
ИНФОРМАЦИОННЫЙ АСПЕКТ ДОВРАЧЕБНОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА Н. Н. Горбачёв .....	225
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ММГ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ОХЛАЖДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ В. В. Гордийчук, Т. В. Смирнова.....	226
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДАПТИВНЫХ СЕТОК В. В. Гордийчук, Т. В. Смирнова .....	227
ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРЕНАЖЁР «ENGLISH TRAINER READING COMPREHENSION» КАК СРЕДСТВО ОВЛАДЕНИЯ НАВЫКАМИ МЕЖКУЛЬТУРНОЙ КОММУНИКАЦИИ В. А. Иванюкович, О. Н. Любезная.....	228
МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЭКОСИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСЧЕТНОГО ПАКЕТА VSD+ STUDIO В. А. Иванюкович, Р. М. Невар.....	230

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАКОПЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ В. А. Иванюкович, Р. М. Невар .....	231
РАСЧЕТ НАКОПЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ В. А. Иванюкович, Р. М. Невар .....	232
СПЕЦИФИКАЦИЯ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В. А. Иванюкович, И. М. Нестерович .....	234
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ВЫБРОСОВ НА ПЛОЩАДКЕ БЕЛОРУССКОЙ АЭС В. А. Иванюкович, М. Л. Михайлюк .....	235
ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО УЧЕТА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА НА ОАО «ЖАБИНКОВСКИЙ КОМБИКОРМОВЫЙ ЗАВОД» А. Н. Карпук, А. Л. Карпей .....	236
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА Д. Е. Кузменков, А. Н. Хох .....	237
ИССЛЕДОВАНИЕ ДАННЫХ ДЛЯ УЧЕБНЫХ ЗАДАЧ СПЕЦКУРСА «АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ДАННЫХ» Г. П. Куканков, Е. А. Николаенко .....	239
АРХИТЕКТУРА ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОТЕНЦИАЛА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ С. П. Кундас, Б. А. Тонконогов, А. Е. Мороз .....	240
СИСТЕМА УСВОЕНИЯ ДАННЫХ В МОДЕЛЬ WRF-ARW В ГИДРОМЕТЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ П. О. Лаппо, А. Н. Красовский .....	242
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СКОРОЙ ПОМОЩИ Л. Н. Макарова, И. И. Петрович, М. К. Фатеев .....	243
ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРОЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ А. С. Наркевич, В. В. Смелов, А. В. Бурмакова .....	244
ПРОГНОЗ ГОЛОЛЕДА С ПОМОЩЬЮ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА М. И. Прохареня, К. А. Босак .....	245
ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ» В. А. Сипач, В. С. Люштык .....	246
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО ПЕРЕНОСА АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ НА ПЛОЩАДКЕ БЕЛОРУССКОЙ АЭС Т. В. Смирнова, В. В. Черкасова .....	248
СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ В УЧЕБНОМ КОРПУСЕ ИНСТИТУТА С. В. Ткаченко, И. В. Лефанова .....	249
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЁТА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ЗЕМЕЛЬ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ Д. А. Чемеревский, В. А. Иванюкович, С. Б. Мельнов .....	250
СТАРТАП-ПРОЕКТ: ОТ МОДЕРНИЗАЦИИ ДОЗИМЕТРА ДО СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ М. В. Чечёва .....	251
ПРИМЕНЕНИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МИГРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СРЕДАХ П. К. Шалькевич, С. П. Кундас, А. Е. Мороз .....	252

Научное издание

**САХАРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ 2017 ГОДА:  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ XXI ВЕКА**

**SAKHAROV READINGS 2017:  
ENVIRONMENTAL PROBLEMS  
OF THE XXI CENTURY**

**Материалы 17-й международной научной конференции**

18–19 мая 2017 г.  
г. Минск, Республика Беларусь

В двух частях  
Часть 2

Компьютерная верстка *М. Ю. Мошкова, А. В. Красуцкая, Д. В. Головач*  
Корректор *Л. М. Корневская*

Дизайн обложки: иллюстрация «Астролог» из второго тома трактата Роберта Флудда  
«О космическом двуединстве» (Франкфурт, 1619 год)

Подписано в печать 21.04.17. Формат 60×84 1/8.  
Гарнитура Times. Усл. печ. л. 30,69. Уч.-изд. 28,80. Тираж 200 экз. Заказ 221.

Республиканское унитарное предприятие «Информационно-  
вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь».  
Свидетельства о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№1/161 от 27.01.2014, №2/41 от 29.01.2014.  
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.