

ISSN 1992-4259 (Print)
ISSN 2415-7651 (Online)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ВІСНИК
ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ
імені В. Н. КАРАЗИНА
СЕРІЯ «ЕКОЛОГІЯ»

Випуск 15

ЗАСНОВАНА 2005 р.

VISNYK
of V. N. KARAZIN
KHARKIV NATIONAL
UNIVERSITY

SERIES «ECOLOGY»

Issue 15

ВЕСТНИК
ХАРЬКОВСКОГО
НАЦИОНАЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА
имени В. Н. КАРАЗИНА

СЕРИЯ «ЭКОЛОГИЯ»

Выпуск 15

Харків
2016

У віснику надаються результати теоретичних та прикладних досліджень у галузі екології, неоекології, екологічної безпеки, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування. Пріоритету надано розв'язанню широкого кола екологічних проблем, новим напрямкам прикладної екології, інноваційним дослідженням, розробці інформаційних технологій в галузі екології та збалансованого природокористування. Викладаються питання організації та методологічних досліджень національної вищої екологічної та природоохоронної освіти.

Для викладачів вищих навчальних закладів освіти, науковців і фахівців, студентів і аспірантів.

Вісник є фаховим у галузі географічних наук.

Наказ МОН України № 1328 від 21.12.2015

The newsletter presents the results of theoretical and applied research in the field of ecology, neoeкологи, environmental safety, environmental protection and balanced nature. Priority is given to address a wide range of environmental issues, new directions for Applied Ecology, innovative research, the development of information technologies in the field of environment and balanced nature. Questions of organization and methodological studies of national higher environmental and conservation education.

For professors, researchers and professionals, students and graduate students.

Visnyk is a professional in the field of geographical sciences.

MES Ukraine Order № 1328 of 21/12/2015

В вестнике представлены результаты теоретических и прикладных исследований в области экологии, неоекологии, экологической безопасности, охраны окружающей среды и сбалансированного природопользования. Приоритеты отданы решению широкого круга экологических проблем, новым направлениям прикладной экологии, инновационным исследованиям, разработке информационных технологий в области экологии и сбалансированного природопользования. Излагаются вопросы организации и методологических исследований национального высшего экологического и природоохранного образования.

Для преподавателей вузов, научных работников и специалистов, студентов и аспирантов.

Вестник является специализированным изданием в области географических наук

Приказ МОН Украины № 1328 от 21.12.2015

Затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (протокол № 13 від 31.10.2016 р.)

Головний редактор: Крайнюков О. М., д-р геогр. наук, проф.,

Редакційна колегія:

Жолткевич Г. М., д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Костріков С. В., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Некос А. Н., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Пеліхатий М. М., д-р фіз.-мат. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Пересадько В. А., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Тітенко Г. В., канд. геогр. наук, доц., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Фик І. М., д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Черваньов І. Г., д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Балюк С. А., д-р с.-г. наук, проф., ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського НААН»;
Гриценко А. В., д-р геогр. наук, проф., НДУ «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»;
Крайнюкова А. М., д-р біол. наук, проф., НДУ «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»;
Кіосопулос Дж., д-р філософії, університет Пантеон, Афіни, Греція;
Московкін В. М., д-р геогр. наук, проф., Белгородський державний університет, Росія;
Нахтнебель Х.-П., проф. університету природних ресурсів та прикладних наук – ВОКУ, Австрія;
Чалов Р. С., д-р геогр. наук, проф., Московський державний університет імені М. В. Ломоносова, Росія.

Відповідальний секретар – Баскакова Л. В.

Адреса редакційної колегії: 61022, Харків, майдан Свободи, 6,

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,

екологічний факультет, кімн. 477

тел. (057)707-53-86, 707-54-47,

факс (057)705-09-66, e-mail : ecology.journal@karazin.ua

http://journals.urau.ua/visnukhnu_ecology

www-ecology.univer.kharkov.ua

<http://visnecology.univer.kharkov.ua/>

<http://periodicals.karazin.ua/ecology>

Статті пройшли внутрішнє та зовнішнє рецензування

Свідоцтво про державну реєстрацію: КВ № 21557-11457Р від 21.08.2015

© Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, оформлення, 2016

© Дончик І. М., макет обкладинки, 2016

ЗМІСТ

НОВІ НАПРЯМИ, ІННОВАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Medvedev V. V. Applied Aspects of Pedotransfer Modelling in the Soil Physics.....	9
Ачасов А. Б., Ачасова А. О. Безпілотні літальні апарати як інструмент сучасного землеробства та охорони ґрунтів.....	15
Дядченко В. В., Каракуркчі Г. В., Петрухін С. Ю., Дядченко А. В., Кочанов Е. О., Максименко Н. В., Шумілова А. В. Оцінка відповідності структури природоохоронних територій Європейських країн критеріям МСОП.....	21
Удовиченко В. В. Морфодинамічний ландшафтний аналіз території (на прикладі ділянки дослідження мішанолісових комплексів Лівобережної України).....	29
Крайнюков О. М., Якушева А. В. Аналіз практики основних суб'єктів Європейського союзу з оцінки ризику впливу хімічних речовин на довкілля та здоров'я людини на тлі сучасних інтерактивних розробок.....	38
Гололобова О. О., Бушкіна Я. С. Агроекологічна ефективність використання біологічних відходів.....	43

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

Lisnyak A., Torma S. Agroecological Research of pH Value in Acidic Soils at Liming Absence.....	51
Боярин М. В., Нетробчук І. М., Волошин В. У. Вплив метеорологічних умов на рівень забруднення атмосфери ландшафтів Волинської області.....	58
Музиченко О. С., Лавринюк З. В. Екологічний стан та використання рекреаційних ресурсів озер Велимче та Сомине Волинської області.....	67
Буц Ю. В., Крайнюк О. В. Оптимізація процесів постпірогенної релаксії у різних типах ПТК після ландшафтних пожеж.....	75
Коваль І. М., Токарева Н. А., Невмивака М. О., Воронін В. О. Динаміка радіального приросту дерев, пошкоджених пожежею, в соснових насадженнях лісостепової зони Харківщини.....	81

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Сафранов Т. А., Поліщук А. А., Юрченко В. О., Яришкіна Л. О. Оцінка оптимальності мінерального складу питних вод систем централізованого водопостачання окремих міських агломерацій України.....	89
Гарбуз А. Г. Джерела водопостачання у місті Харків.....	99
Полив'янчук А. П. Математичне моделювання теплового стану газової проби в системах екологічного діагностування транспортних двигунів.....	106
Галетич І. К., Решетченко А. І., Бекетов В. Є. Аналіз впливу електромагнітних полів на стан сельбищних територій.....	113
Кулик М. І., Лісняк А. А., Торма С. Забруднення ґрунтового покриву важкими металами, привнесених відпрацьованими моторними мастилами.....	122
Правила для авторів.....	128

CONTENTS

NEW DIRECTIONS, INNOVATIVE RESEARCHES

Medvedev V. V. Applied Aspects of Pedotransfer Modelling in the Soil Physics.....	9
Achasov A. B., Achasova A. A. UAVs as a Tool of Modern Agriculture and Protection of Soil.....	15
Dyadchenko V. V., Karakurchi G. V., Petruhin S. Y., Dyadchenko A. V., Kochanov E. O., Maksymenko N. V., Shumilova A. V. Assessment of Conformity Environmental Territories of European Countries to Criteria of IUCN.....	21
Udovychenko V. V. Morphodynamic Landscape Territory Analysis (on The Example of the Mixed-Forest Landscape of the Left Bank the Dnipro River of Ukraine Research Area).....	29
Krainskiy O. M., Yakusheva A. V. Analysis of the Practice of Key Actors in the European Union Risk Assessment of the Influence of Chemical Substances On the Environment and Human Health on the Background of Modern Interactive Development.....	38
Gololobova O. O., Bushkina Ya.S. Agroecological Efficiency of Biological Waste.....	43

ECOLOGICAL RESEARCHES OF GEOSYSTEM

Lisnyak A., Torma S. Agroecological Research of pH Value in Acidic Soils at Liming absence.....	51
Boiaryn M. V., Netrobchuk I. M., Voloshin V. U. Influence of Meteorological Terms on Contamination Level Atmosphere of Landscapes Volyn Region	58
Muzychenko O. S., Lavrynyuk Z. V. Environmental Status And Use of Recreational Resources Lakes Velymche and Somyne Volyn Region.....	67
Buts Yu. V., Krainskiy O. V. Optimization of Processes After Fire Relaxation in Various Types of NTC After Landscape Fires.....	75
Koval I. M., Tokareva H. A., Nevmyvaka M. O., Voronin V. O. Dynamic of Radially Growth Trees Damaged by Fire in Pine Stands Steppe Zone of Kharkiv Region.....	81

ENVIRONMENTAL ECOLOGICAL SAFETY

Safranov T. A., Polishchuk A. A., Yurchenko V. A., Yaryshkina L. A. Assessment of Optimal Mineral Composition of Drinking Water Systems Centralized Water Supply of Some Urban Agglomerations Ukraine.....	89
Garbuz A. G. Water Supply in Kharkiv.....	99
Polivyanchuk A. P. Mathematical Modeling of Thermal State Gas Samples in The Environmental Diagnosis Systems of Vehicle Engine.....	106
Galetych I. K., Reshetchenko A. I., Beketov V. E. Analysis of Electromagnetic Fields Influence on the Residential Areas.....	113
Kulyk M. I., Lisnyak A. A., Torma S. Determination of Soil Pollution by Heavy Metals, Introduced by Waste Motor Oils.....	122
Instructions for Authors.....	128

СОДЕРЖАНИЕ

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ, ИННОВАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Медведев В. В. Прикладные аспекты педотрансферного моделирования в физике почв.....	9
Ачасов А. Б., Ачасова А. О. Беспилотные летательные аппараты как инструмент современного земледелия и охраны почв.....	15
Дядченко В. В., Каракуркчи Г. В., Петрухин С. Ю., Дядченко А. В., Кочанов Э. А., Максименко Н. В., Шумилова А. В. Оценка соответствия природоохранных территорий европейских стран критериям МСОП.....	21
Удовиченко В. В. Морфодинамический ландшафтный анализ территории (на примере участка исследования смешаннолесных комплексов Левобережной Украины).....	29
Крайнюков А. Н., Якушева А. В. Анализ практики основных субъектов Европейского союза при оценке риска влияния химических веществ на окружающую среду и здоровье человека на фоне современных интерактивных разработок.....	38
Гололобова Е. А., Бушкина Я. С. Агроэкологическая эффективность использования биологических отходов.....	43

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОСИСТЕМ

Лисняк А., Торма С. Агроэкологическое исследование рН среды в кислых почвах при отсутствии известкования	51
Боярин М. В., Нетробчук И. М., Волошин В. У. Влияние метеорологических условий на уровень загрязнения атмосферы ландшафтов Волынской области.....	58
Музыченко О. С., Лавринюк З. В. Экологическое состояние и использование рекреационных ресурсов озер Велимче и Сомино Волынской области.....	67
Буц Ю. В., Крайнюк О. В. Оптимизация процессов постпирогенной релаксии в различных типах ПТК после ландшафтных пожаров.....	75
Коваль И. М., Токарева Н. А., Невмывака М. А., Воронин В. А. Динамика радиального прироста деревьев, поврежденных пожаром, сосновых насаждений лесостепной зоны Харьковщины.....	81

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Сафранов Т. А., Полищук А. А., Юрченко В. А., Ярышкина Л. А. Оценка оптимальности минерального состава питьевых вод систем централизованного водоснабжения отдельных городских агломераций Украины.....	89
Гарбуз А. Г. Источники водоснабжения в городе Харьков.....	99
Поливянчук А. П. Математическое моделирование теплового состояния газовой пробы в системах экологического диагностирования транспортных двигателей.....	106
Галетич И. К., Решетченко А. И., Бекетов В. Е. Анализ влияния электромагнитных полей на состояние селитебных территорий.....	113
Кулик М. И., Лисняк А. А., Торма С. Загрязнение почвенного покрова тяжёлыми металлами, привнесённых отработанными моторными маслами.....	122
Правила для авторов.....	128

НОВІ НАПРЯМИ, ІННОВАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

UDC 519.8

V. V. MEDVEDEV, Dr. of Sci. (Biology), prof.
V. N. Karazin Kharkiv National University
майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна
e-mail: ecology.ecology@karazin.ua

APPLIED ASPECTS OF PEDOTRANSFER MODELLING IN THE SOIL PHYSICS

Purpose. To consider some examples of pedotransfer models use. **Methods.** Statistics, mathematical modeling. **Results.** On the basis of mass experimental material which is available in a database «Soil properties of Ukraine» are developed linear and nonlinear pedotransfer models for the description of equilibrium bulk of density, soil-hydrological constants and structure. As base parameters in models data of humus contents and physical clay are used. **Conclusions.** Various applied aspects of pedotransfer modelling mainly in the soil physics are proved, which, we hope, will promote popularization of this perspective direction.

Key words: pedotransfer model, soil property, soil physics

Медведєв В. В.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Прикладні аспекти педотрансферного моделювання у фізиці ґрунтів

Мета. Розглянути деякі приклади використання педотрансферних моделей. **Методи.** Статистичний, математичне моделювання. **Результати.** На підставі масового експериментального матеріалу, наявного в базі даних «Властивості ґрунтів України» розроблені лінійні й нелінійні педотрансферні моделі для опису рівноважної щільності будови, ґрунтово-гідрологічних констант і структурного складу. Як базові показники в моделях використано дані вмісту гумусу й фізичної глини. **Висновки.** Обґрунтовано різні прикладні аспекти педотрансферного моделювання головним чином у фізиці ґрунтів, що, сподіваємося, буде сприяти популяризації цього перспективного напрямку.

Ключові слова: педотрансферна модель, властивості ґрунтів, фізика ґрунтів

Медведєв В. В.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

Прикладные аспекты педотрансферного моделирования в физике почв

Цель. Рассмотреть некоторые примеры использования педотрансферных моделей. **Методы.** Статистический, математическое моделирование. **Результаты.** На основании массового экспериментального материала, имеющегося в базе данных «Свойства почв Украины» разработаны линейные и нелинейные педотрансферные модели для описания равновесной плотности сложения, почвенно-гидрологических констант и структурного состава. В качестве базовых показателей в моделях использованы данные содержания гумуса и физической глины. **Выводы.** Обоснованы различные прикладные аспекты педотрансферного моделирования главным образом в физике почв, что, как мы надеемся, будет способствовать популяризации этого перспективного направления.

Ключевые слова: педотрансферная модель, свойства почв, физика почв

Introduction

History of pedotransfer models development and their applied aspects are widely described in the literature (E.V.Shein, etc., 2006). Pedotransfer models allow to determine soil properties, using for this purpose others which will be measured easier and are cheaper to

obtain. J. Bouma (1989) – one of active adherents of application of models, wrote, that it is - «transfer of data we have, in data we need». As base in models data of texture, bulk of density, the contents of organic substance more often are used. With their help we can count soil-hydrological constants, physico-mechanical and technological properties, migration of a moisture

and substances, estimate opportunities of soils to form micro- and a macrostructure.

Realization of pedotransfer modelling tasks and development of new types of models will allow to develop a direction in the soil sci-

ence, connected with forecasting, various types of estimations and, finally, management.

The purpose of article is to consider some examples of use of pedotransfer models which, we hope, will promote popularization of this perspective direction.

Technique and objects of modelling

Models describing macrostructure, equilibrium bulk of density and soil-hydrological constants, and as base parameters - data of texture and the contents of humus, available in a database «Soil Properties of Ukraine» are used. The base is created in laboratory of soil geoecophysiology of National Scientific Centre «O.N. Sokolovsky Institute for Soil Science and Agrochemistry Research (T.M. Laktionova, etc., 2012). From a database the indices of physical clay and humus contents (base parameters) and the contents of agronomical useful fraction of structure in the size of 10-0,25 mm, its water-stability, bulk of density, humidity steady wilting of plants, the least moisture capacity and a range

of an active moisture (functional parameters) arable layer of soil have been taken. All initial information on base and functional parameters has been systematized depending on the humus contents and concerning the basic classes of texture (tab. 1 and 2). Unfortunately, it was not possible to use the important factor of formation of water-physical properties - a saturation colloid complex by calcium. However, to our opinion, such loss was not so important, as the majority of arable soil in the Ukraine (except for soil of Polesye) are developing on loesses and loesslike loams and the contents of calcium in them differs not so considerably. For this reason we considered minor variability of this parameter in

Table 1

Average values of soil water-physical properties depending on the contents of humus

Parameters	The humus contents, %																	
	<1,5		1,5-2,0		2,0-2,5		2,5-3,0		3,0-3,5		3,5-4,0		4,0-4,5		4,5-5,0		>5,0	
	\bar{X}	n	\bar{X}	n	\bar{X}	n	\bar{X}	n	\bar{X}	n	\bar{X}	n	\bar{X}	n	\bar{X}	n	\bar{X}	n
Equilibrium bulk of density, gr/cm ³	1,50	317	1,37	62	1,35	65	1,30	56	1,29	58	1,24	49	1,23	35	1,18	29	1,06	88
Humidity steady wilting of the plants, %	8,5	139	9,6	54	9,7	66	9,4	69	10,6	48	10,8	55	10,7	76	11,3	61	12,6	164
The least moisture capacity, %	20,1	80	23,4	9	25,9	13	28,6	11	25,6	4	28,2	4	30,6	2	33,6	1	29,4	2
Range of the active moisture, %	11,6	79	14,2	9	17,4	13	17,9	10	16,4	4	15,5	4	20,3	2	19,8	1	15,9	2
The contents of physical clay (<0,01mm), %	34,7	656	44,2	187	46,7	192	47,1	172	50,2	153	52,2	170	55,7	156	54,4	140	55,6	329
The contents of macroaggregates 0, 25-10 mm (dry sifting), %	43,6	26	61,8	11	57,3	23	57,6	47	61,1	55	56,1	75	60,7	38	63,2	15	79,8	39
The contents of waterproof aggregates > 0,25 mm, %	52,3	29	46,8	12	46,2	28	47,0	55	42,2	63	41,1	86	51,4	56	60,4	39	67,4	120

\bar{X} – average value of sample, n – number of dates in sample

Table 2

Average values of soil water-physical properties on classes¹⁾ of texture

Parameters	Classes of soil textures																	
	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	\bar{X}	<i>n</i>	\bar{X}	<i>n</i>	\bar{X}	<i>n</i>	\bar{X}	<i>n</i>	\bar{X}	<i>n</i>	\bar{X}	<i>n</i>	\bar{X}	<i>n</i>	\bar{X}	<i>n</i>	\bar{X}	<i>n</i>
Equilibrium bulk of density, gr/cm ³	5,9	22	8,7	147	17,5	307	26,0	483	39,4	1172	52,1	1268	59,3	1093	66,8	921	83,5	57
Humidity steady wilting of the plants, %	1,67	27	1,64	127	1,53	281	1,39	343	1,35	869	1,34	809	1,33	674	1,34	509	1,32	40
The least moisture capacity, %	1,5	22	1,9	65	3,7	217	7,0	232	9,5	680	11,5	693	13,4	583	13,7	461	16,4	35
Range of the active moisture, %	10,8	17	11,2	45	16,2	178	21,9	197	23,8	736	26,1	626	26,6	520	27,1	433	32,6	31
The contents of physical clay (<0,01mm), %	9,8	11	9,8	38	12,9	164	15,0	189	14,8	578	14,9	603	13,6	502	13,4	422	15,9	30
The contents of macroaggregates 0, 25-10 mm (dry sifting), %	–	–	–	–	–	–	52,3	53	59,1	363	64,4	495	63,6	398	67,7	166	39,4	8
The contents of waterproof aggregates > 0,25 mm, %	–	–	–	–	–	–	45,1	52	45,4	359	50,5	494	52,2	396	54,9	164	46,0	8

¹⁾ 1 – sandy; 2 – clay-sandy; 3 – loamy sand; 4 – light loamy; 5 – middle loamy; 6 – heavy loamy; 7 – light clay; 8 – middle clay; 9 – heavy clay.

soils of the country. However, given remark does not touch of podsolised soils, process of podsolisation in which (especially under condition of an average and strong degree) is accompanied by noticeable descending migration of calcium and deterioration of soil water-physical properties.

Results of researches

Mathematical data processing has allowed to receive models of a linear and quadratic kind. More reliable have appeared models for bulk of density and soil-hydrological constants (humidity steady wilting of plants – HW and the least moisture capacity – MC), less reliable (however authentic, considering mainly significant sizes of samples) – for other functional parameters. Linear models were simpler and more clear, but a little less correct (tab. 3). Pedotransfer models of a quadratic kind for definition physical and wa-

Data have been processed with the purpose to obtain 1 and 2-factorial linear and quadratic pedotransfer models. Their reliability has been checked up by means of factor of determination and other standard estimations. Data processing was executed by O. N. Bigun.

ter-physical properties of soil on contents of humus and physical clay are shown on fig.1.

Pedotransfer models can have various application. For example, we can use them for functional parameters forecasting with base parameters variations. It is known, that approximately for 50 years the average humus contents in arable soils of the country has decreased from 3,5 down to 3,1 %, or on 0,008 % in a year (V. O. Grerov ets., 2011). If the level of land tenure will be kept at a present level in 50 years the equilibrium soil bulk of density will increase

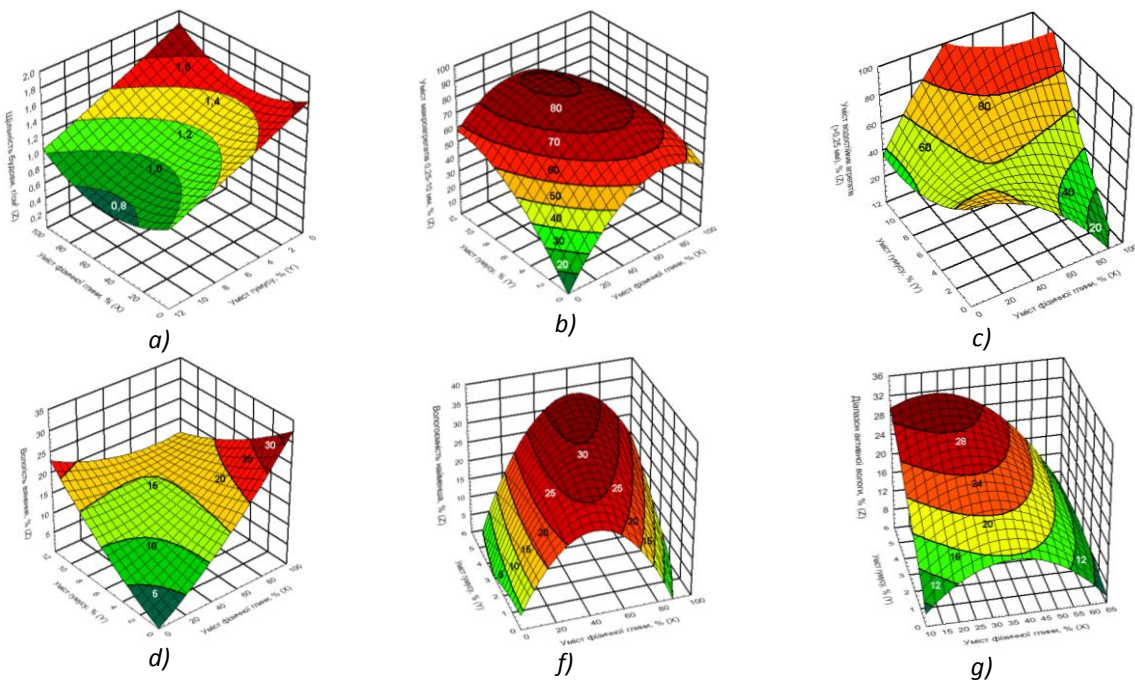
on 0,1 gr/cm³ and it will mean falling productivity on 6 t/hectares a year (according to normative

estimations of influence of density for a crop –

Table 3

Pedotransfer model of linear and quadratic kind and their statistical estimations

Functional parameters	Factor of determination	The standard error	Fisher's Criterion
Linear model			
Equilibrium bulk of density, gr/cm ³	$Z = 1, 5606 - 0,0011 * x - 0,0664 * y$		
	0,58	0,14	(2,662)=464,57
Agronomical useful aggregates in the size of 0,25-10 mm, %	$Z = 35,8572 + 0,3937 * x + 3,4445 * y$		
	0,17	18,10	(2,246)=25,024
Waterproof aggregates > 0,25 mm, %	$Z = 43,151 + 0,0262 * x + 3,4798 * y$		
	0,15	15,79	(2,245)=21,437
HW, %	$Z = 1,257 + 0,2362 * x - 0,0698 * y$		
	0,65	3,41	(2,177)=166,54
MC, %	$Z = 8,1692 + 0,3347 * x + 1,1114 * y$		
	0,78	3,89	(2,64)=111,38
Range of the active moisture, %	$Z = 12, 5779 - 0,0054 * x + 1,5942 * y$		
	0,43	2,58	(2,13)=4,8319
Квадратическая модель			
Equilibrium bulk of density, gr/cm ³	$Z = 1, 6929 - 0,0103 * x - 0,0645 * y + 0,0001 * x^2 - 0,0001 * x * y + 0,0006 * y^2$		
	0,63	0,13	(5,659)=223,62
Agronomical useful aggregates in the size of 0,25-10 mm, %	$Z = -0,7335 + 1,5621 * x + 9,5318 * y - 0,0113 * x^2 - 0,0478 * x * y - 0,391 * y^2$		
	0,20	17,86	(5,243)=12,234
Waterproof aggregates > 0,25 mm, %	$Z = 72, 8434 - 0,1096 * x - 7,1738 * y - 0,0077 * x^2 + 0,1619 * x * y + 0,3427 * y^2$		
	0,22	15,23	(5,242)=13,474
HW, %	$Z = 0,0945 + 0,2192 * x + 1,2117 * y + 0,0011 * x^2 - 0,0323 * x * y + 0,0566 * y^2$		
	0,67	3,35	(5,174)=71,181
MC, %	$Z = 3,8882 + 0,8719 * x - 0,2831 * y - 0,0103 * x^2 + 0,0724 * x * y - 0,2917 * y^2$		
	0,84	3,36	(5,61)=64,669
Range of the active moisture, %	$Z = -1,3202 + 0,9216 * x + 5,4379 * y - 0,0126 * x^2 - 0,0581 * x * y - 0,1768 * y^2$		
	0,64	2,33	(5,10)=3,5269
Note: x – physical clay contents, %; y – humus contents, %.			



- a) bulk of density;
- b) the contents of macroaggregates of 0,25-10 mm;
- c) the contents of waterproof aggregates > 0,25 mm);
- d) humidity steady wilting of plants;
- f) the least moisture capacity;
- g) a range of an active moisture

Fig. 1 –Pedotransfer models of a quadratic kind for definition physical and water-physical properties of soil under the contents of the humus and physical clay

A. G. Bondarev, etc., 1987), or in total measurement annual loss will make nearby 100 thousand tons of grain (on the area of cultivation of grain crops nearby 20 million in hectares).

Pedotransfer models are suitable for an estimation of soil physical properties for territories where water-physical properties did not investigate earlier. This question for Polesye where it is much less than measurements of water-physical properties, than in Forest-Steppe and Steppe is especially actual.

Pedotransfer models can be of special importance for irrigated agriculture at definition of the least moisture capacity - key parameter for calculation of irrigation norms - instead of bulk definition of this characteristic by a field method which are filled in. We shall notice, that this method is not used for production/manufacture, and necessary parameters are taken from reference books/directories. Without special risk to be mistaken we shall tell, that it is one of the reasons of overirrigation and, as consequence, the important development of processes secondary solontzization and solinization during irrigation.

Precisely also pedotransfer models are perspective for definition of other important soil-hydrological constant - humidity steady wilting of plants. The direct method of measurement of this characteristic by means of vegetative miniatures is used seldom, and calculation under the maximal characteristic by its multiplication to factor 1,34 as has shown A.G.Dojarenko (1963), is not exact, as disregards very different ability of cultures to acquire difficultly accessible moisture. For this reason it is possible to approve, that today actually there are no experimental data about real quantity of an inaccessible moisture in soils. We can think, that pedotransfer calculation HW will significantly improve the current situation.

Pedotransfer estimations of soil water-physical properties can appear useful at decoding the remote information, especially considering that circumstance, that humus and physical clay are estimated at the analysis of space pictures already enough reliably. It will allow to specify significantly an available spatial information on a condition of soil physical properties.

Table 4

Pedotransfer function

The name of function	Base characteristics	The purpose of modelling
Aggregation	Texture, a parity of granulometric elements, the humus contents, bulk of density, quantity and structure exchange cations	Laws of processes, an estimation of factors which render or do not affect process, characteristic parameters
Deaggregation	Same + system of agriculture	Laws of degradation of structure
Soil-hydrological properties	Texture, a parity of granulometric elements, structure, bulk of density, the contents of humus	The estimation of migration of a soil moisture, characteristic parameters
Physical, physical - mechanical and technological properties	Texture, structure, humidity, anthropogenous loadings	The forecast of propensity of soil to deformation, formation of structure at tillage, strength characteristics, agridemands to designing and operation of machine-tractor units and soil-cultivating cars

Still an example: for revealing territories where displays of physical degradation take place. The reason for last one is more often the loss of humus and decrease in soil ability to form agronomical useful structure. Calculation by means of models can be a simple way of revealing so-called «hot spots» – places where dispersion is more often shown overcompaction, lumpiness, and, probably, wind erosion.

Prospects of pedotransfer models in monitoring are absolutely obvious at etalonization display parameters of a soil condition depending on local values of base parameters. Revealing of a trend of the same display parameters.

Using the mass experimental material which is available in a database «Soil properties of Ukraine», we have developed models, base parameters in which are the humus contents and

Eventually, under condition of the further regionization checks of reliability of model can find application in the control of a soil condition at long-term rent of the lands, specification of cost of the land area under condition of its sale and in general for more effective and objective conducting market transformations.

In tab. 4 we have tried to systematize available and possible pedotransfer functions. Naturally greatest attention has been given to functions which are capable to estimate physical properties, including physical degradation.

Conclusions

physical clay, and transferring functions are soil-hydrological constants and structure. Perspective applied aspects of pedotransfer modelling in the soil physics are described.

Literature

1. Бондарев А. Г., Русанов В. А., Медведев В. В. Заключение. //Переуплотнение пахотных почв. М.: Наука. 1987. С. 205-209.
2. Греков В. О., Дацько Л. В., Жилкін В. А., Майстренко М. І., Дацько М. О. і ін. Методичні вказівки з охорони ґрунтів. Держ. наук.-технол. центр охорони родючості ґрунтів Мінагрополітики та продовольства. Київ. 2011. 108 с.
3. Дояренко А. А. рґ почв юго-востока и со-сущая сила саратовских пшениц: избр. соч. – М.: Изд. с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1963. – С. 190–204.
- 4.Лактионова Т. Н., Медведев В. В., Савченко

К. В., Бигун О. Н., Шейко С. М., Накисько С. Г. База даних «Свойства почв Украины» (структура и порядок использования). Изд. 2-ое. Харьков: ЦТ №1, 2012. 150 с.

5. Шейн Е. В., Архангельская Т. А. Педотрансферные функции: состояние, проблемы, перспективы. //Почвоведение, 2006, № 10, с. 1205-1217.

6. Bouma J. Using soil survey data for quantitative land evaluation. //Advances in Soil Science, 1989, 9, 177–213.

Надійшла до редколегії 21.09.2016

УДК 528.88:502.37

А. Б. АЧАСОВ, д-р с.-г. наук, доц.

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва*
Харківська область, Харківський район, п/в «Комуніст-1», 62483, Україна
e-mail: remsensing@yandex.ua

А. О. АЧАСОВА, канд. біол. наук, доц.

Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва
Харківська область, Харківський район, п/в «Комуніст-1», 62483, Україна

БЕЗПІЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ ЯК ІНСТРУМЕНТ СУЧАСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ТА ОХОРОНИ ҐРУНТІВ

Мета. Аналіз проблем та перспектив використання безпілотних літальних апаратів в сільському господарстві та демонстрація прикладів використання дронів для точного землеробства та охорони ґрунтів. **Методи.** Теоретичний аналіз та синтез, фотозйомка, картографічні. **Результати.** Розглянуті деякі проблеми та перспективи використання БПЛА в точному землеробстві. Демонструється приклад використання фотозйомки для оцінки еродованості ґрунтів та просторової неоднорідності ґрунтового покриву. **Висновки.** Така оцінка дає змогу прогнозувати збитки від недоотримання врожаю внаслідок зниження родючості еродованих ґрунтів та в подальшому корегувати проведення технологічних операцій з метою «вирівнювання» врожайності по полю а також планувати ґрунтоохоронні заходи з метою попередження подальших збитків.

Ключові слова: БПЛА, дрон, еродовані ґрунти, водна ерозія ґрунтів, точне землеробство, еколого-економічна ефективність

Achasov A. B.

*V. N. Karazin Kharkiv National University
V. V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University*

Achasova A. O.

V. V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University

UAVs AS A TOOL OF MODERN AGRICULTURE AND PROTECTION OF SOIL

Purpose. Analysis of the problems and prospects of the use of drones in agriculture and demonstrate examples of the use of drones for precision agriculture and soil conservation. **Methods.** Theoretical analysis and synthesis, photography, mapping. **Results.** Some problems and prospects of using UAVs in precision farming. Shows an example of the use of photography to assess the erosion of soils and the spatial heterogeneity of soil cover. **Conclusions.** This assessment predicts losses from the crop shortfall due to lower fertility of eroded soils and further adjust the carrying out of technological operations in order to «align» in the field of productivity, as well as to plan soil conservation measures in order to prevent further losses.

Keywords: drone, eroded soil, water erosion, precision agriculture, ecological and economic efficiency

Ачасов А. Б.

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина
Харьковский национальный аграрный университет имени В. В. Докучаева*

Ачасова А. А.,

Харьковский национальный аграрный университет имени В. В. Докучаева

БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ СОВРЕМЕННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ОХРАНЫ ПОЧВ

Цель. Анализ проблем и перспектив использования беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве и демонстрация примеров использования дронов для точного земледелия и охраны почв. **Методы.** Теоретический анализ и синтез, фотосъемка, картографический. **Результаты.** Рассмотрены некоторые проблемы и перспективы использования БПЛА в точном земледелии. Демонстрируется пример использования фотосъемки для оценки эродированности почв и пространственной неоднородности почвенного покрова. **Выводы.** Такая оценка позволяет прогнозировать убытки от недополучения урожая вследствие снижения плодородия эродированных почв и в дальнейшем корректировать проведения технологических операций с целью «выравнивания» урожайности по полю, а также планировать почвенные охранные мероприятия с целью предупреждения дальнейших убытков.

Ключевые слова: БПЛА, дрон, эродированные почвы, водная эрозия почв, точное земледелие, эколого-экономическая эффективность

Вступ

Постановка проблеми. Останні роки характеризуються зростанням технологічності сільськогосподарського виробництва, яке все ширше використовує найсучасніші технології для підвищення еколого-економічної ефективності. В першу чергу мова йде, звісно, про економічну ефективність. Однак неотримання елементарних вимог щодо охорони ґрунтів веде до їх швидкої деградації та зниження врожайності сільгоспкультур. А отже й до падіння економічної ефективності виробництва.

Точне землеробство є тим напрямом розвитку сільського господарства, що відкриває нові можливості у підвищенні «віддачі» від кожної земельної ділянки завдяки врахуванню її специфічних особливостей щодо ґрунтово-агрокліматичних умов. Сама ідеологія точного землеробства передбачає просторово диференційований підхід до застосування технологій вирощування сільгоспкультур залежно від властивостей ґрунту, забезпеченості рослин поживними речовинами та вологою, стану рослин на певному етапі їх розвитку.

Необхідною умовою ведення точного землеробства є детальна та динамічна оцін-

ка просторової неоднорідності стану ґрунтів та сільськогосподарської рослинності, що забезпечує своєчасне застосування адекватних агрозаходів саме в тих місцях, що цього потребують. Незамінним джерелом інформації для ведення точного землеробства є дані дистанційних моніторингових спостережень високої роздільної здатності, для здійснення яких все частіше використовують дрони, або безпілотні літальні апарати (БПЛА).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За оцінками експертів [1, 2], ринок дронів є чи не найшвидше зростаючим у світі (табл 1). Кількість цивільних дронів, проданих фізичним та юридичним особам з року в рік збільшується в рази, та вже зараз нараховує мільйони штук. Причому ще 2014 році більша їх частина (близько 70%) мала спеціальне призначення, тобто використовувалась у різних галузях господарства. Прогнози розвитку ринку дронів щороку стають все більш оптимістичними, та реальні темпи росту виробництва та продаж дронів перевищують прогнозні в декілька разів.

Таблиця 1

Ріст світових продаж дронів за даними експертів

Рік	Продаж дронів (в світі)	
	Млн. шт	Млрд. доларів США
2013	0,75	0,25
2014	1,5	0,75
2015	6,4	1,7
2025 (прогноз)	60 – 100*	5

*За різними джерелами

Одною з найперспективніших галузей використання БПЛА сьогодні традиційно вважається сільське господарство. Так, а прогнозами Міжнародної асоціації безпілотних систем (AUVSI) [3], БПЛА будуть мати найбільший вплив саме на сільськогосподарську галузь. Прибуток від використання БПЛА в аграрній сфері США спеціалістами оцінюється у 75 мільярдів доларів США до 2025 року за рахунок створення нових робочих місць та оптимізації існуючих процесів.

Хоча, за оцінками деяких фахівців [4], затребуваність БПЛА у сільгоспгалузі США, попри очікування експертів, виявляється зараз значно меншою, ніж для ведення комерційних відеозйомок, топографо-геодезичних робіт, інспекції та контролю, точне землеробство, однак, є одним з найвагоміших сегментів ринку послуг БПЛА.

Вже зараз послуги використання БПЛА для сільського господарства активно просуються на ринку і в Україні. Однак, як і кожна нова методика, використання дронів для точного землеробства потребує

залучення кваліфікованих фахівців, опрацювання та виробничої перевірки.

Метою статті є аналіз проблем та перспектив використання БПЛА в сільському

господарстві та демонстрація прикладів використання дронів для точного землеробства та охорони ґрунтів.

Результати дослідження

Використання дронів у сільському господарстві зводиться до виконання ними двох основних функцій:

1. Транспортної;
2. Моніторингової.

В першому випадку це, головним чином, обприскування полів отрутохімікатами та заселення полів «корисними» комахами, якщо використовуються технології біоземлеробства. Крім того, можливе застосування дронів для термінової доставки ліків, хімічних препаратів чи, наприклад, запчастин до ділянок, розташованих у важкодоступних районах.

Моніторингова функція дронів набагато ширша (табл. 2). Залежно від апаратури, що використовується, БПЛА надають широкі можливості як для агровиробників, так і для установ, контролюючих використання земель та сільгоспвиробництва.

Найчастіше для моніторингу сільгоспугідь застосовують дрони, оснащені фотокамерами, які проводять зйомку у видимому діапазоні, або NIR-модифікованими камерами, чи мультиспектральними сенсорами які дозволяють здійснювати зйомку як у видимому так і у ближньому ІЧ-діапазоні, що дозволяє в подальшому розраховувати індекс NDVI, який традиційно використовують для оцінки стану рослинності.

Мультиспектральні сенсори, призначені для зйомки з БПЛА наразі є досить дорогим задоволенням, але їх розвиток, як і всього, що пов'язано із безпілотниками, настільки стрімкий, що можна очікувати, що в найближчі роки вони стануть значно доступнішими.

Прикладом на найсучасніших на сьогодні мультиспектральних сенсорів для БПЛА є Parrot Sequoia, який з'явився на ринку з березня 2016 року, та коштує зараз 3500\$. Маючи вагу всього 108 г, він здатен проводити одночасно знімання в 4х вузьких спектральних каналах – зеленому (G, 550 нм), червоному (R, 660 нм), граничному червоному (Red Edge, 735 нм), та ближньому інфрачервоному (NIR, 790 нм) та про-

водити звичайну (RGB) зйомку 16 мП камерою.

Крім того, можливе обладнання БПЛА тепловізійними камерами, що дозволяють проводити зйомку в тепловому діапазоні хвиль (як правило, 8-14 мкм). Результати такої зйомки використовують для оцінки потреби рослин у зрошенні та регуляції роботи зрошувальних систем [5], оцінки захворюваності рослин [6], є спроби оцінки вологості ґрунтів за даними термозйомки [7].

Більшість досліджень щодо використання теплової зйомки для агромоніторингу проводились на прикладі даних супутникових зйомок, що мають низький просторовий дозвіл. Можливість оснащувати тепловізорами дрони з'явилась нещодавно, та відкриває безліч можливостей для розширення та поглиблення цих досліджень. Так, влітку 2016 року, компанія DronUa здійснила масштабний проект з теплової зйомки декількох районів м.Києва, за результатами якої була проведена оцінка впливу зелених зон на мікрокліматичні умови великого міста [8].

Звичайно ж, мультиспектральна зйомка є більш інформативною завдяки можливості більш детального змістовного дешифрування знімків, в тому числі через розрахунки допоміжних індексів, на кшталт вже згаданого NDVI. Однак, наш досвід показує, що навіть знімання звичайною фотокамерою з високої роздільною здатністю дозволяє отримати гарні результати щодо оцінки стану посівів та прогнозу врожаїв [9].

Особливістю даних фотозйомки з БПЛА є їх високий, навіть надвисокий просторовий дозвіл (або роздільна здатність) та можливість планувати та виконувати зйомку у найбільш зручний для досягнення заданої мети час. Саме це є найсуттєвішою перевагою дронів перед супутниковою зйомкою.

Покажемо, один з конкретних прикладів можливого використання фотозйомки за допомогою БПЛА.

Таблиця 2

Можливості використання БПЛА в сільському господарстві

Дрон зі звичайною фотокамерою	БПЛА з мультиспектральними сенсорами
дає можливість	
<ul style="list-style-type: none"> • інвентаризації та картографування сільськогосподарських угідь (у тому числі складання кадастрових планів та створення проектів землеустрою); • створення й поновлення ґрунтових карт • оцінки обсягу і якості проведення польових робіт, контролю їхнього виконання, в тому числі контролю дотримання сівозмін та якості збору врожаю; • планування посівних робіт, у тому числі термінів, черговості на окремих полях та необхідності пересівання культур у разі надмірного пошкодження посівів; • ведення моніторингу стану посівів (оцінка схожості, темпів росту, потреби у підживленні чи зрошенні, виявлення спалахів захворюваності, оцінка забур'яненості, ступеня полягання; вимерзання, пошкодження гризунами тощо, оцінка стиглості культур та готовності до збирання врожаю); • прогнозу урожайності; • охорони посівів від пожеж, пошкоджень і крадіжок; • моніторингу стану ґрунтів, в тому числі їх ерозії, дефляції, дегуміфікації, підтоплення, засолення; • оцінки потенційної родючості ґрунтів; • моніторингу іригаційних систем та оптимізація зрошення й витрат водних ресурсів; • стеження за стадами, що випасаються • спостереження за станом пасовищ та попередження перевипасання худоби 	<ul style="list-style-type: none"> • більш ефективного, порівняно зі звичайною камерою, ведення моніторингу стану посівів (оцінки схожості, темпів росту, потреби у підживленні чи зрошенні, виявленні спалахів захворюваності, оцінка забур'яненості, ступеня полягання; вимерзання, пошкодження гризунами тощо, оцінка стиглості культур та готовності до збирання врожаю); • прогнозу урожайності; • оцінки потреби у підживленні та розрахунку необхідної кількості внесення добрив (через врахування стану посівів); • прогнозу урожайності сільськогосподарських культур; • моніторингу вологості ґрунту • оцінки забезпеченості рослин елементами живлення; • моніторингу іригаційних систем та оптимізація зрошення й витрат водних ресурсів;

Дослідження виконувались на тестовій ділянці, що була розташована в Богодухівському районі Харківської області. Територія має досить складний ерозійно розчленований рельєф, що зумовлює сучасний активний розвиток водноерозійних процесів. На території досліджень поширені чорноземи типові важкосуглинкові різного ступеня еродованості на лесоподібному суглинку.

Треба підкреслити, що за роки незалежності України, на жаль, практичної уваги захисту ґрунтів від ерозії майже не приділялося. Бо, як ми вказували на початку нашої статті, основна увага сільгоспвиробників зосереджується на отриманні максимального прибутку від використання земель. Збитки, які щорічно наносяться господарству внаслідок нехтування проблемами охорони земель майже ніким не враховувались.

Однак, щорічне недоотримання врожаїв лише внаслідок водної ерозії ґрунтів має, при самому грубому підрахунку, такі масштаби, що ці збитки дешевше один раз попередити, ніж постійно наרוшувати.

На рис. 1 показана карта ґрунтів для одного з полів тестового полігона, яка отримана за авторською методикою [10] шляхом інтегрального аналізу ЦМР, даних актуальної фотозйомки та архівної ґрунтової карти.

Як показав аналіз отриманої карти, в межах поля, площа якого 41,8 га, поширені ґрунти різних ступенів змитості, що займають відповідну площу: сільнозмиті – 1,1 га, середньозмиті – 4,4 га, слабозмиті – 14,4 га, та незмиті – 31,9 га.

При отриманні на незмитих ґрунтах врожаю озимої пшениці 40 ц/га, закупівельна ціна якої за цінами 2015 року складала близько 120 у.о./т, загальна (потенційна) вартість урожаю з поля мала сягати 2064 у.о. Однак, як відомо, на змитих ґрунтах спостерігається зниження врожаю, за рахунок чого реальна сумарна вартість зібраної з поля пшениці складала 17529 у.о. Таким чином недоотриманий прибуток, а фактично – збитки від еродованості земель, тільки для одного поля склали 2535 у.о.

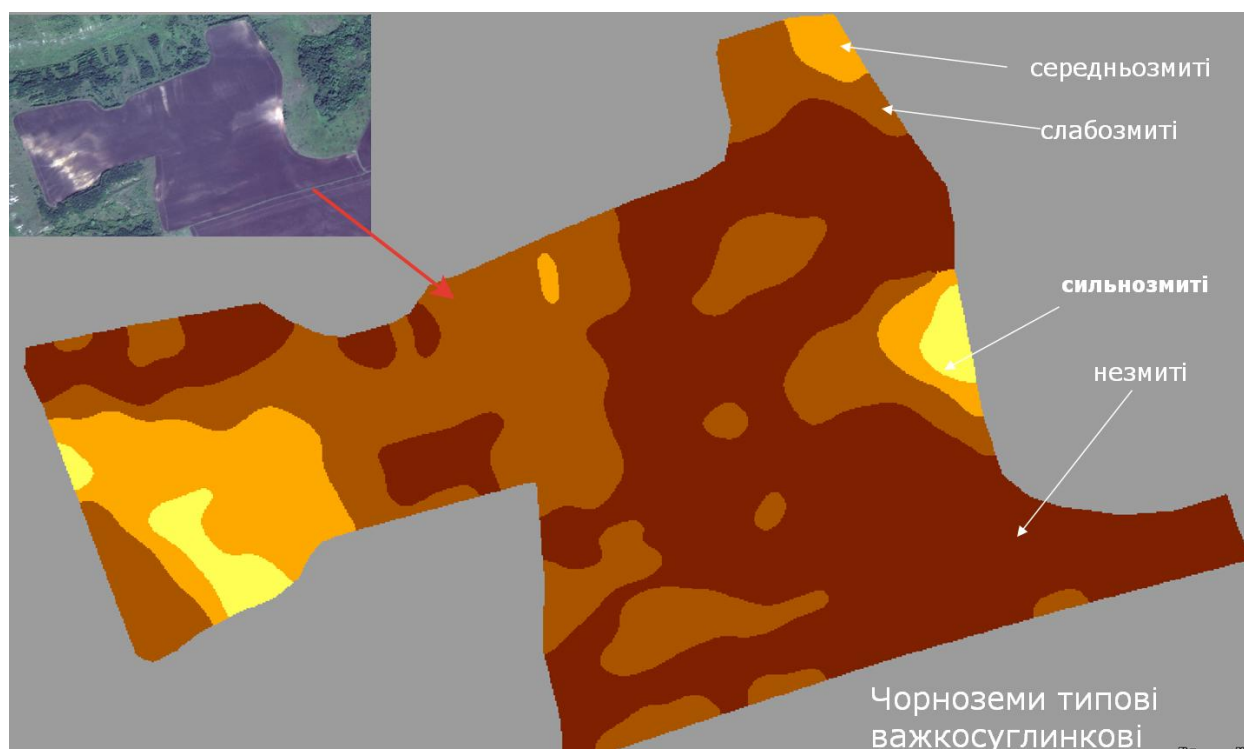


Рис. 1 – Карта еродованих ґрунтів дослідної ділянки

Побудована за даними зйомки детальна ґрунтова карта з відображенням поширення еродованих ґрунтів дасть змогу землевласнику планувати диференційоване внесення добрив, корегувати прогнози дані врожайності ґрунтів, та планувати протиерозійні заходи з метою попередження збитків від ерозії та подальшого росту еродованості ґрунтів (а отже і наростання економічних збитків).

Нажаль, сьогодні використання БПЛА, як всяка піонерна справа, стикається

в Україні з низкою проблем. Розгорнутий аналіз цих проблем зроблено нами в публікації ГІС-блогу 50North [11].

Стисло кажучи, в Україні вже є доволі широкий ринок пропозицій щодо використання дронів, але вони досить дорогі, до того ж немає достатнього практичного досвіду використання дронів. Достатнього для того, щоб переконати землекористувачів, що використання дронів є необхідним для успішного розвитку агробізнесу.

Висновки

Завдяки можливостям встановлення на дронах різноманітної знімальної апаратури, також пристроїв для обприскування полів, БПЛА стають незамінним інструментом сучасного сільськогосподарського виробництва. Використання дронів надає можливість детального аналізу поширення деградованих, в першу чергу еродованих земель, просторово диференційованого

пронозу та обрахування врожаю та на цій основі оцінки щорічних збитків від недоотримання врожаю на деградованих землях. Це відкриває шлях до розуміння необхідності охорони ґрунтів як єдиного надійного способу підвищення та збереження еколого-економічної ефективності аграрного виробництва.

Література

1. Канышев П. Мировые продажи дронов удваиваются. [Електронний ресурс] // Ведомости. – 2015. – №3841 от 29.05.2015. – URL <http://www.vedomosti.ru/technology/articles/2015/0>

[5/29/594235-mirovie-prodazhi-dronov-udvai-vayutsya](http://www.vedomosti.ru/technology/articles/2015/0/5/29/594235-mirovie-prodazhi-dronov-udvai-vayutsya)

2. Consumer Drone Sales to Increase Tenfold to 67.7 Million Units Annually by 2021. URL:

<https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/consumer-drone-sales-to-increase-tenfold-to-67-7-million-units-annually-by-2021/>

3. The economic impact of unmanned aircraft systems integration in the United States: AUVSI Economic Report 2013. [Електронний ресурс] - URL:

http://robohub.org/uploads/AUVSI_New_Economic_Report_2013_Full.pdf

4. Рынок беспилотных летательных аппаратов / дронов (БПЛА) в России и в мире. [J'son & Partners Management Consulting]. - URL: http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/mirovoy-gynok-bes-pilotnyh-letatelnyh-apparatov-dronov-i-perspektivy-v-rossii-20161121111941

5. DroneThermal Micro UAV Thermal Imaging Camera. [Thermal Imaging Blog] – URL: <http://thermalimaging-blog.com/?s=uav>

6. Victor Alchanatis, et al. Thermal Imaging for Precise Irrigation Guidance. Optimizing irrigation by using thermal images to map the variability of water potential in the field. [Israel Agricultural Portal]. – 2014. – November 3. - URL: <http://www.israelagri.com/?CategoryID=396&ArticleID=645>

7. Rocío Calderón .Early Detection and Quantification of Verticillium Wilt in Olive Using Hyperspectral and Thermal Imagery over Large Areas [Електронний ресурс] /Rocío Calderón, Juan A. Navas-Cortés and Pablo J. Zarco-Tejada // Remote Sensing/ - 2015. – 7(5)/ - URL: <http://www.mdpi.com/2072-4292/7/5/5584/htm>

8. Lu Xu Retrieval of Soil Water Content in Saline Soils from Emitted Thermal Infrared Spectra Using Partial Linear Squares Regression [Електронний ресурс] / Lu Xu, Quan Wang. Academic Editors: Nicolas Baghdadi and Prasad S. Thenkabail //Remote Sensing – 2015. - 7(11). - 14646-14662. - URL: <http://www.mdpi.com/2072-4292/7/11/14646/htm>

9. Зеленые зоны: Drone.UA вместе с экологами исследуют Киев [Сайт DroneUa].– URL: <http://drone.ua/green-zones/>

10. Ачасов А.Б., Ачасова А.О., Тітенко Г.В., Селіверстов О. Ю., Седов А.О / Щодо використання БПЛА для оцінки стану посівів // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Серія "Екологія", вип.13., 2015. С. 13-18.

11. Ачасов А.Б., Ачасова А.О. Интегральный анализ данных дистанционного зондирования и цифровых моделей рельефу с целью великомасштабного грунтового картографирования//Вісник ХНАУ. №.4. 2010. С. 28-32

12. Ачасова А. Эффективное использование дронов в сельском хозяйстве: что необходимо? [Електронний ресурс] 50 North.– URL: <http://www.50northspatial.org/ua/drones-agriculture-issues>

Надійшла до редколегії 11.11.2016

УДК 911+504

В. В. ДЯДЧЕНКО, канд. хім. наук, доц., **Г. В. КАРАКУРКЧИ**, канд. техн. наук,
С. Ю. ПЕТРУХІН, канд. техн. наук, **А. В. ДЯДЧЕНКО**

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Е. О. КОЧАНОВ, канд. військ. наук, доц., **Н. В. МАКСИМЕНКО**, канд. геогр. наук, доц.,
А. В. ШУМІЛОВА

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна 61022

e-mail: nadezdav08@gmail.com

ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ СТРУКТУРИ ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ ЄВРОПЕЙСЬКИХ КРАЇН КРИТЕРІЯМ МСОП

Мета. Проаналізувати законодавчі бази України та провідних країн Європи (Польщі, Німеччини, Великої Британії, Франції) щодо історії створення, розвитку та сучасної структури природоохоронних територій. **Результати.** На основі отриманих даних зроблено розподіл та порівняння категорій природоохоронних територій Польщі, Німеччини, України, Великої Британії і Франції з критеріями Міжнародної спілки охорони природи (МСОП). **Висновки.** Визначено перспективні напрямки розширення площ ПЗФ названих країн, згідно вимогам МСОП.

Ключові слова: природоохоронні території, критерії МСОП, національні парки, заповідники, заказники, пам'ятки природи, регіональні ландшафтні парки, резерват, екологічне законодавство

Dyadchenko V. V., Karakurchi G. V., Petruhin S. Y., Dyadchenko A. V.,

National Technic University «Kharkiv Polytechnic Institute»

Kochanov E. O., Maksymenko N. V., Shumilova A. V.

V. N. Karazin Kharkiv National University

ASSESSMENT OF CONFORMITY ENVIRONMENTAL TERRITORIES OF EUROPEAN COUNTRIES TO CRITERIA OF IUCN

Development of ecological networks in Europe began before adoption the norm of International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). Now, different countries have there are different categories of conservation areas. **Purpose.** Assessment of conformity environmental territories of European countries and Ukraine to the categories of IUCN. **Methods.** Literature search, analysis environmental law of European countries and Ukraine, statistical analysis and logical assessment of the possibilities for inclusion protected areas to the categories of IUCN. **Results.** Analyzed of environmental law of European countries (Poland, Germany, United Kingdom, France), his the history and present structure of protected areas. On the basis of the data carried out distribution and comparison of categories of protected areas in Poland, Germany, Ukraine, Great Britain and France with the IUCN criteria. Defined of perspective directions of expansion of protected areas of these countries, according to IUCN requirements. **Conclusion.** Ukraine has a very low percentage of protected areas among European countries and it should be gradually increased. According to the research, in Ukraine there is an urgent need to increase the area of protected areas in categories I and III IUCN, namely strict protection areas (reserves) and natural monuments. For France, it is necessary to create conservation areas that meet the IUCN category, and for the UK - III category of IUCN.

Keywords: protected areas, the IUCN criteria, National Parks, Wilderness Area, National Monument, species management area, Regional Landscape Parks, Protected Area with sustainable use, Protected Landscape.

Дядченко В. В., Каракуркчи Г. В., Петрухин С. Ю., Дядченко А. В.,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Кочанов Э. А., Максименко Н. В., Шумилова А. В.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕРИТОРИЙ ЕВРОПЕЙСКИХ СТРАН КРИТЕРИЯМ МСОП

Цель. Проанализировать законодательные базы Украины и ведущих стран Европы (Польши, Германии, Великобритании, Франции) по истории создания, развития современной структуры природоохранных территорий. **Результат.** На основе полученных данных осуществлено распределение и сравнение категорий природоохранных территорий Польши, Германии, Украины, Великобритании и Франции с критерия-

ми МСОП. **Выводы.** Определены перспективные направления расширения площади ПЗФ названных стран, согласно требованиям МСОП.

Ключевые слова: природоохранные территории, критерии МСОП, национальные парки, заповедники, памятники природы, региональные ландшафтные парки, резерват, экологическое законодательство

Вступ

За останні десятиріччя кількість охоронюваних природних територій та їх площа у світі збільшились більше ніж удвічі: нині під охороною перебуває понад 12 % поверхні суходолу. Природоохоронні території відіграють ключову роль на Землі у збереженні її природного каркасу, відтворенні життя та біологічного різноманіття.

Країни Західної та Центральної Європи (Англії, Франції, Швейцарії, Німеччини, Чехії, Польщі та ін.) демонструють досить високу частку територій, що належать до заповідних. Приміром, у Швейцарії заповідна площа становить 18,5 %, Австрії – 25 %, Німеччині – 24%, Польщі – 33%. Площа заповідних земель в Україні у 2,5 рази менша від середньоєвропейської і становить лише 6,3% [5].

Тенденції розвитку національної мережі природоохоронних територій, в першу чергу об'єктів природно-заповідного фонду, за цей період були близькими до світових. Так, за роки незалежності площа при-

родно-заповідного фонду України зростає більш ніж удвічі, проте вона є недостатньою і залишається значно меншою, ніж у більшості країн Європи, де середній відсоток заповідності становить 15,3. Площа заповідних земель у Європі на одну людину становить близько 2220 м² при 570 м² в Україні. Відсоток заповідності, який до 2006 року планувалось довести до 7% від площі держави, а до 2015 року – 15% не досягнутий і дотепер. [6,7,8].

Метою роботи є порівняльний аналіз природоохоронних територій розвинутих країн Європи та України за критеріями МСОП

Методи дослідження – літературний пошук, аналіз вітчизняного та іноземного законодавства щодо природоохоронної галузі, статистичний аналіз та логічна оцінка можливостей віднесення досліджуваних природоохоронних територій до категорій МСОП.

Результати досліджень

З початком ХХ століття збільшилися території використання земель, висока щільність населення та різкий ривок урбанізації при великій мозаїчності природних і соціально-економічних умов життя та порівняно обмежених територіальних ресурсах у країнах Європи обумовили досить ранню появу природоохоронних територій. А на початку ХХІ століття більш, ніж ½ всіх природоохоронних територій світу та понад 1/3 їх загальної площі знаходиться на території Європи [3,5].

Екологічне законодавство Великої Британії. Діюче екологічне законодавство Великої Британії базується на деяких історичних аспектах. Зародження і розвиток правового регулювання природокористування Великої Британії починається з 1066 року після захоплення Англії норманнами та оголошення лісових масивів заповідниками.

Більшість ранніх законів відображають тенденцію регулювання на центральному рівні тільки найбільш небезпечних і значимих питань. Ця тенденція зберігається

і в теперішній час. В роки формування британського екологічного права закони розглядалися в якості інструментів швидкого рішення спеціальних проблем в надзвичайних обставинах. В результаті екологічне законодавство було традиційно фрагментовано серед більшості статутів, багато з яких охоплюють питання, які мало пов'язані з охороною оточуючого середовища. В 1949 році підписано Акт «Про національні парки і доступ в природну зону», який зіграв роль основного закону в системі охорони природних зон і збереження природи в Британії.

Нарівні з національними парками в Англії створювалися ділянки, що викликали великий науковий інтерес, які в законодавстві були визначені як «території спеціального наукового інтересу». Особливістю Національних парків Великої Британії є той факт, що в них продовжують жити британці, які здавна займали цю територію. Таким чином, в цих парках охороняються не окремі компоненти природи, а в цілому

весь сільський устрій життя з традиціями сільськогосподарського виробництва та організацією праці і побуту.

На сьогоднішній день у Великій Британії існує 15 національних парків, які становлять 17 % від загальної площі [1,2].

Екологічне законодавство Франції. Франція є однією з перших країн світу, яка створила Міністерство навколишнього середовища, а Закон про природні пам'ятки та об'єкти від 2 травня 1930 року містить головні положення про охорону навколишнього природного середовища сучасної Франції [11]. У Франції існує два типи заповідників:

- національні заповідники, що класифікуються у відповідності з рішенням міністра екології та сталого розвитку;
- регіональні заповідники, що класифікуються у відповідності з рішенням місцевого органу влади [10].

На сьогоднішній день у Франції існує 166 національних заповідників та 138 регіональних, а також 6 природних заповідників на о. Корсика. Територія заповідників займає 5,2 % від загальної площі Франції. До цього ж, у Франції існує 10 національних парків, які займають 8,8 % від загальної площі Франції [12].

Екологічне законодавство Німеччини. Німеччина представляє абсолютно унікальний тип держави в плані формування екологічного законодавства і реалізації екологічної політики. Право охорони навколишнього середовища Німеччини засновано виключно на еколого-орієнтовних принципах: принцип мінімального вторгнення, принцип збереження навколишнього сере-

довища, принцип заподіювача шкоди і принцип кооперації.

Відповідно до класифікації, що була визначена Міжнародним союзом охорони природи, охоронні території підрозділяють на п'ять головних категорій:

- 1) науковий резерват;
- 2) національний парк;
- 3) пам'ятник природи;
- 4) природний резерват;
- 5) ландшафт, що охороняється.

Однак для Німеччини характерний розподіл охоронних територій на шість категорій, які тісно пов'язані між собою [1]:

1. Заповідники (3,8 % від загальної площі країни).
2. Національні парки (2,9 % від загальної площі країни).
3. Пам'ятники природи.
4. Біосферні резервати (3,5 % від загальної площі країни).
5. Ландшафтний заказник (28,4 % від загальної площі країни).
6. Біотопи, що охороняються законом (27 % від загальної площі країни).

Екологічне законодавство Польщі. Відповідно до Закону про охорону природи від 16 квітня 2004 р. встановлено форми охорони природи, показані у таблиці 1. Кожна з них відіграє різну роль у польській системі охорони природи і вони служать різним цілям. Саме тому вони мають різний режим охорони і сферу застосування обмежень у використанні.

Національний парк являє собою найвищу форму охорони природи, що займає площу, яка підлягає захисту не менше

Таблиця 1

Форми охорони природи Польщі на 02.08.2016 [13]

№.	Форми охорони природи	Кількість	Площа, га
1.	Національні парки	23	314684
2.	Природні заповідники	1486	165733
3.	Ландшафтні парки	122	2606038
4.	Області заповідних ландшафтів	396	7096929
5.	Зони Natura 2000	145 зон спеціальної охорони (птахи) 849 зон спеціального збереження	9426142
6.	Пам'ятки природи	30258	-
7.	Геосайти	172	905
8.	Екологічні області	7539	51844
9.	Декоративні природні комплекси	253	95870

1000 га. Створений для збереження біорізноманіття, ресурсів живої і неживої природи і ландшафтних цінностей, відновлення належного стану ресурсів і елементів природи. Площа національних парків розділена на більш дрібні частини, які мають різний ступінь охорони. Туристичний трафік дозволений в національних парках тільки в спеціально відведених місцях, а в зони суворої охорони допуск відвідувачів заборонений.

Заповідники охоплюють такі області, де зберігаються в природному або слабо зміненому стані екосистеми, а також елементи неживої природи, які мають особливі екологічні, наукові, культурні та ландшафтні цінності. На відвідування необхідно подавати запит і отримувати спеціальний дозвіл.

Ландшафтні парки охоплюють території екологічних, наукових, культурних і ландшафтних цінностей.

В Заповідних областях охороняються відмінні ландшафти, різноманітні екосистеми і ділянки для задоволення потреб, пов'язаних з туризмом і відпочинком або можуть грати роль екологічних коридорів.

Зони Natura 2000 – це території, виділені в рамках європейської екологічної мережі для забезпечення їх постійної і належного захисту.

Пам'ятники природи – це окремі об'єкти живої і неживої природи або їх групи, які мають конкретні екологічні, наукові, куль-

турні, історичні або ландшафтні цінності і мають незвичайні індивідуальні особливості серед інших об'єктів, наприклад, високі дерева, джерела, водоспади, скелі, яри або печери.

Геосайти – це об'єкти, яких не видно на поверхні землі, але вони важливі для наукових і дидактичних цілей, де можуть бути знайдені геологічні утворення, накопичення копалин або мінеральних об'єктів, печер, кам'яних наносів під час підземних виробок. Геосайти включають в себе також області, в яких можуть бути знайдені залишки викопних рослин і тварин [14].

Екологічні зони – це залишки екосистем, важливих для збереження біорізноманіття, які повинні бути взяті під охорону - природні водойми, ділянки боліт, торфовищ, дюни, старі русла річки, оголення, тощо.

Декоративні природні комплекси – це фрагменти природного і культурного ландшафту гідного захисту через їх мальовничі або естетичні цінності.

Екологічне законодавство України.

В Україні сформовано екологічне право на принципі правового забезпечення досягнення гармонійної взаємодії суспільства та природи; забезпечення раціонального й ефективного використання природних ресурсів. В Україні розподіл природоохоронних територій дещо відрізняється від класифікації МСОП і складається з 11 категорій [4,9].

Таблиця 2

Класифікація природоохоронних територій України

Природоохоронні території України	
Природні території та об'єкти	Штучно створені об'єкти
Біосферні заповідники	Зоологічні парки
Природні заповідники	Дендрологічні парки
Національні природні парки	Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва
Регіональні ландшафтні парки	Ботанічні сади
Заказники	
Пам'ятки природи	
Заповідні урочища	

Аналіз. Кожна з країн Європи має свою класифікацію природоохоронних територій. Що в подальшому не дає змоги об'єктивно оцінити природний потенціал кожної з країн. Тому запропоновано звести всі природні території до основних п'яти категорій природоохоронних територій МСОП (Міжнародного Союзу Охорони Природи), яка визнана у всьому світі національними урядами та світовими організа-

ціями рівня ООН, а також схвалена Конвенцією про біологічне різноманіття.

Порівняння природоохоронних територій Німеччини, Франції, Великої Британії та України наведені в таблиці 3. Класифікація природоохоронних територій України загалом дуже близька до категорій МСОП, хоча й має свою специфіку (табл. 3).

В ПЗФ України присутні аналоги всіх першим п'яти категоріям МСОП. Що ж стосується категорії VI «Територія охорони

ресурсів», то в ПЗФ України аналогів їй немає, хоча певні паралелі можна наводити з іншими територіями, що підлягають охороні. До останніх належать насамперед природоохоронні ліси групи I, частина експлуатаційних лісів групи II, експлуатація

яких здійснюється помірними темпами, а також території водозахисних зон.

Біосферні заповідники України не можна віднести до жодної з категорій, в зв'язку з тим що Категорія «біосферний

Таблиця 3

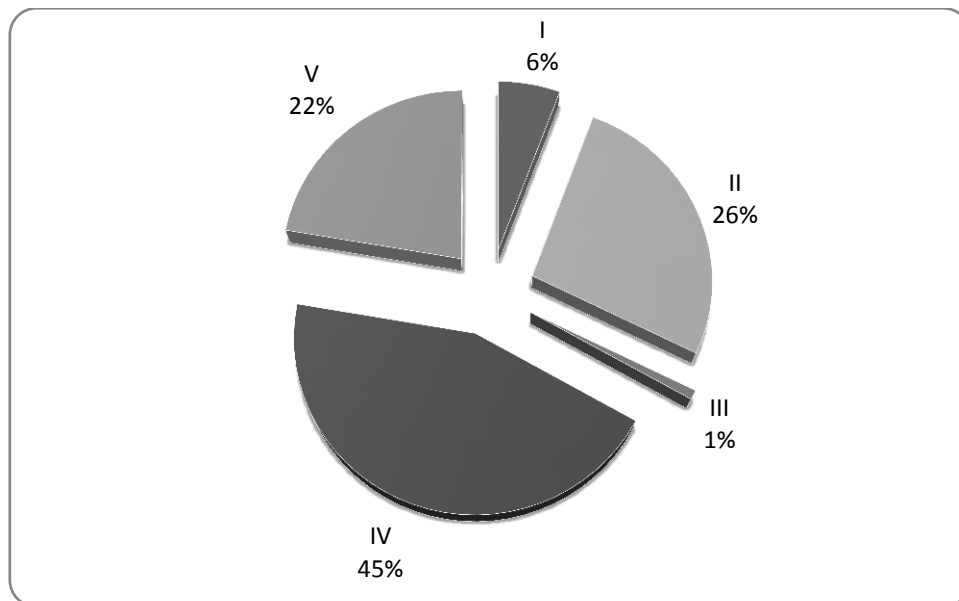
Природоохоронні території Німеччини, Франції, Великої Британії, Польщі та України за категоріями природно-заповідних території МСОП

№	Назва категорії	Природоохоронні території				
		Україна	Німеччина	Франція	Велика Британія	Польща
I	Територія суворої охорони	Природні заповідники	Заповідники	-		
Ia	Природний резерват суворої охорони				Національні природні заповідники	Заповідники
Ib	Територія для збереження дикої природи				Біосферні заповідники	
II	Національні парки	Національні природні парки	Національні парки	Заповідники, національні парки		Національні парки
III	Пам'ятки природи	Пам'ятки природи	Пам'ятники природи	Регіональні парки		Пам'ятки природи Геосайти
IV	Територія для збереження природних середовищ і видів	Заказники, заповідні урочища	Біосферні резервати	Природні резерви		Ландшафтні парки
V	Територія охорони ландшафту/ морська акваторія	Регіональні ландшафтні парки, ботанічні сади, зоологічні та ботанічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва	Ландшафтні заказники	Заказники	Національні природні парки, ландшафтні території	Області заповідних ландшафтів; Екологічні області; Декоративні природні комплекси

заповідник», яка виділяється в Україні, відсутня у сучасній класифікації природно-заповідних територій за МСОП. Пояснюється це тим, що за Севільською стратегією (1995 р.), біосферні заповідники (резервати) ЮНЕСКО не розглядаються як природно-заповідні території. Разом із цим, в складі кожного біосферного заповідника є територія (функціональна зона) природного ядра, яка має статус природоохоронної території. Природоохоронні території певної категорії можуть входити і до складу буферної зони біосферного заповідника. От-

же, біосферний заповідник є поєднанням функцій збереження біорізноманіття і сталого суспільно-економічного розвитку, однак МСОП як природоохоронна територія не розглядається.

Штучно створені об'єкти, які входять до ПЗФ України, можуть розглядатися як території, де склалися гармонійні відносини між людиною та природним середовищем. Ці території становлять високу естетичну, культурну та/або екологічну цінність і через це підлягають охороні. Таке тлумачення штучно створених об'єктів ПЗФ загалом



I - Територія суворої охорони,
 II - Національні парки,
 III - Пам'ятки природи,
 IV - Територія для збереження природних середовищ і видів,
 V - Територія охорони ландшафту/морська акваторія.

Рис. 1 – Площа (%) природоохоронних територій України за категоріями МСОП:

збігається з визначенням категорії V МСОП.

Природоохоронні території Німеччини співпадають з категоріями МСОП та доповнює їх категорія «Біотопи, що охороняються законом», що служить для захисту і збереження природних ландшафтів з їх біорізноманітністю, забезпечення природного та екологічно безпечного туризму, а також природного і екологічно безпечного землекористування.

Природоохоронні території Франції не мають першої категорії МСОП, хоча мають великі території заповідників. Це поряд з тим, що заповідники Франції в своїй більшості не є чисто природними зонами в звичайному розумінні – на їх території активно розвивається туризм. Тому заповідники Франції разом з природними парками необхідно віднести до II категорії, а категорія I буде обнулятися.

Природоохоронні території Великої Британії не можливо віднести до II категорії, хоча вони мають велику кількість природних парків. У цій країні в парках охороняються не окремі компоненти природи, а в цілому весь сільський устрій життя корін-

них британців, які живуть на території парку з традиціями сільськогосподарського виробництва та організацією праці і побуту. Тому вони віднесені до V категорії МСОП.

Природоохоронні території Польщі мають всі категорії, що є в МСОП, але вони розширюються за рахунок таких незвичайних, як геосайти чи Natura 2000. Загалом, Польське екологічне законодавство має більшу різноманітність природоохоронних територій, ніж країни Західної Європи, у чому ближча до України.

Проаналізувавши природоохоронні території України, Німеччини, Франції та Великої Британії згідно критеріїв природоохоронних територій МСОП (рис. 2) встановлено що Німеччина є лідером в I та V категоріях, а екологічне право країни направлено на захист природи і підтримку природного розвитку незайманого довкілля, збереження окремих природних об'єктів і об'єктів культурної спадщини, розвитку різних форм рекреації, проведення наукових досліджень і екологічного моніторингу; здійснюється традиційна господарська діяльність в екологічно прийнятних формах і масштабах; особлива увага приділяється

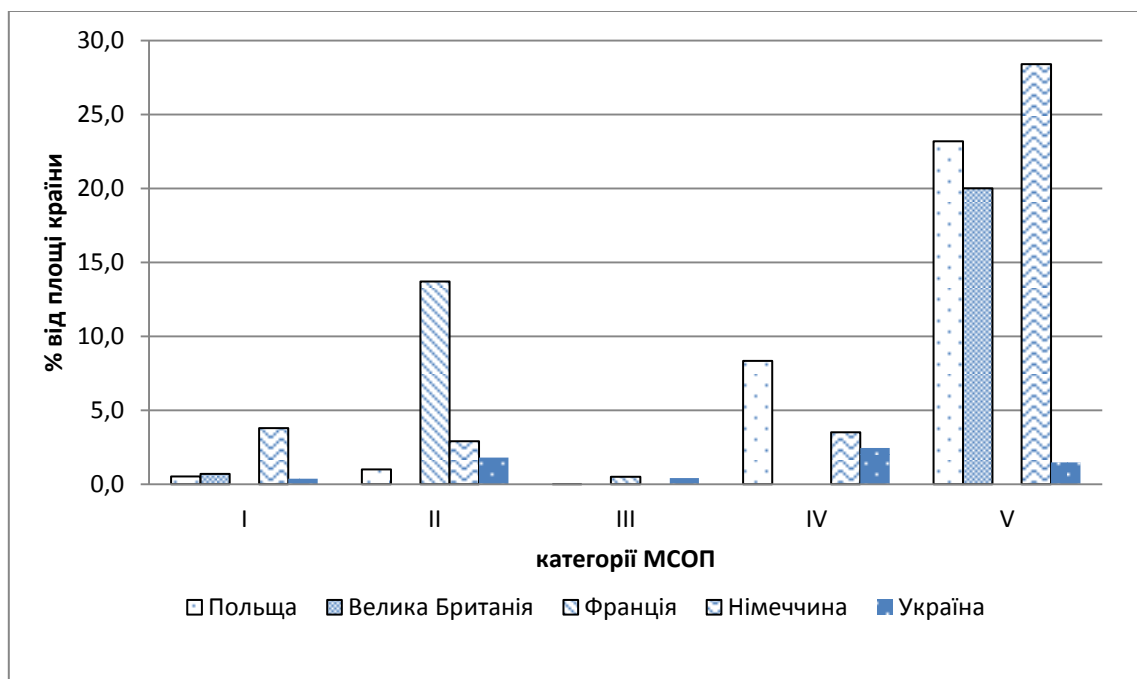


Рис. 2 – Порівняння площі (%) природоохоронних територій Польщі, Великої Британії, Франції, Німеччини та України згідно критеріїв МСОП

підвищенню умов життя населення і формам господарської діяльності місцевого населення.

В зв'язку з тим що національні природні парки Великої Британії відносяться до категорії **V** МСОП, ця країна також має високі показники в категорії **V** МСОП, а екологічне право цієї країни спрямоване на збереження окремих природних об'єктів і об'єктів культурної спадщини та розвиток рекреації.

Франція є лідером в категорії **II** МСОП і розвиває національні парки, що служать для збереження природних територій в наукових, освітніх і рекреаційних цілях з жорстко лімітованим використанням окремих видів природних ресурсів.

Україна має дуже низький відсоток заповідності території серед країн Європи і повинна його поступово збільшувати. За результатами досліджень, в Україні існує нагальна потреба у зростанні площі природоохоронних територій в категоріях **I** та **III**

Україна, на жаль, не має високих показників згідно категорій МСОП в порівнянні з європейськими країнами. Але якщо розглянути природоохоронні території України окремо, то 45% площі від загальної площі природно заповідного фонду України відноситься до **IV** категорії МСОП. Це свідчить про підтримку біологічного різноманіття і управління природними процесами з метою ефективного збереження місць проживання різних видів рослин і тварин і для примноження їх чисельності, для здійснення наукових досліджень, екологічного моніторингу, роботи по природоохоронній освіті, туризму.

Висновки

МСОП, а саме територій суворої охорони (заповідники) та пам'ятки природи. Для Франції необхідно створювати природоохоронні території, які відповідатимуть **I** категорії МСОП, а для Великої Британії – **III** категорії МСОП.

Література

1. Винтер Г. Окружающа середина, ресурси, біосфера: Представлення о природі і праві// Екологічне право. 2001. №3. С. 30-36.
2. Заповідна справа в Україні: Навчальний посібник./За заг. ред. М. Д. Гродзинського, М. П. Стеценка. К.:2003.-306с.
3. Експрес-оцінка стану територій природно-заповідного фонду України та визначення пріоритетів щодо управління ними / Б.Г. Проць, І.Б. Іваненко, Т.С. Ямелинець, Е. Станчу – Львів: Гриф Фонд, 2010. 92 с.
4. Кушнірук Ю. С., Яковишина М. С. Конспект лекцій з дисципліни «Екологічні мережі» Рівне: НУВГП, 2011.38 с.
5. Національна стратегія зміцнення фінансової стійкості природоохоронних територій України. Київ: Міністерство охорони навколишнього природного середовища, 2009. 35с.
6. Про екологічну мережу України [Текст]: закон України від 24 червня 2004 р. N1864-IV// Відомості Верховної Ради. 2004. № 45.
7. Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки [Текст]: закон України від 21 верес. 2000 р. N1989 //Відомості Верховної Ради України. 2000. N 47. ст. 405.
8. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року [Текст]: Закон України від 21 грудня 2010 року № 2818 - VI// Відомості Верховної Ради України. 2011. № 26.
9. Території та об'єкти ПЗФ України [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.pzf.menr.gov.ua>
10. Les reserves naturelles. [Електронний ресурс]. – URL: http://droitnature.free.fr/Shtml/Es-pProtege_RN.shtml
11. Loi n° 2002-276 du 27 février 2002 relative à la démocratie de proximité (1). [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000593100>
12. Parcs nationaux de France. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.parcsnationaux.fr/>
13. Forms of nature protection. [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.gdos.gov.pl/forms-of-nature-protection>
14. Formy ochrony przyrody w Polsce. [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.wlin.pl/las/lesnictwo/ochrona-srodowiska-w-polsce/formy-ochrony-przyrody-w-polsce/>

Надійшла до редакції 22.10.2016

УДК 911.9

В. В. УДОВИЧЕНКО, канд. геогр. наук, доц.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
МСП-01601, м. Київ, просп. Глушкова, 2А
e-mail: reussite303@gmail.com

МОРФОДИНАМІЧНИЙ ЛАНДШАФТНИЙ АНАЛІЗ ТЕРИТОРІЇ (НА ПРИКЛАДІ ДІЛЯНКИ ДОСЛІДЖЕННЯ МІШАНОЛІСОВИХ КОМПЛЕКСІВ ЛІВОБЕРЕЖНОЇ УКРАЇНИ)

Мета. Морфодинамічний ландшафтний аналіз території (на прикладі ділянки дослідження мішано-лісових комплексів Лівобережної України) для потреб дослідження позиційно-динамічної структури території та цілей подальшого впровадження інструментарію ландшафтного планування. **Методи.** Аналіз та синтез, картографічний, графічне моделювання, порівняльно-географічний. **Результати.** Відображено сутність методу морфодинамічного аналізу та пластики рельєфу, які виявляють продуктивність у своєму застосуванні щодо вивчення рис позиційно-динамічної структури території дослідження. Означено критерії виділення й розуміння морфодинамічних елементів такої структури, представлено результати їх картографічного моделювання на прикладі ділянки дослідження мішано-лісових ландшафтних комплексів Лівобережної України. Результати останнього доповнено графічним моделюванням й створенням орграфу території у відповідності до теорії графів. Окремо звернено увагу на можливості використання отриманих результатів для потреб обґрунтування й розробки заходів з ландшафтного планування території. **Висновки.** Виділені шляхом графічного моделювання та картографування «активні» й «критичні точки» парадинамічного району можуть бути використані в якості постів контролю за динамічними зв'язками між геосистемами.

Ключові слова: морфодинамічний аналіз, метод пластики рельєфу, позиційно-динамічна структура, горизонтальні зв'язки, ландшафт, ландшафтне планування

Udovychenko V.V.

Taras Shevchenko National University of Kyiv

MORPHODYNAMIC LANDSCAPE TERRITORY ANALYSIS (ON THE EXAMPLE OF THE MIXED-FOREST LANDSCAPE OF THE LEFT BANK THE DNIPRO RIVER OF UKRAINE RESEARCH AREA)

Purpose. The methods of morphodynamic analysis and relief plastics and its essence, which both are useful in studying the key features of the positional-dynamic structure of the research area, are depicted in the article. **Methods.** Analysis and synthesis, mapping and construction graphic simulation models and mapping digraph, comparative geographical. **Results.** The criteria for distinguishing and understanding of the elements such structure are characterized. The results of mapping such elements and type of landscape structure on the example of exploration area of the mixed-forest landscape complexes of the Left-Bank the Dnipro river of Ukraine are presented. The results of graphic modeling and creating the orgraph of the territory in accordance with the graph theory, which made results of mapping more expanded, are depicted. The special accent is placed on the opportunity to an application of the obtained research results in the substantiation and practice of landscape planning tools implementation. **Conclusions.** Highlighted by graphical modeling and mapping «active» and «critical point» paradyamic area can be used as posts control the dynamic links between ecosystems. Within landscaped strips-regulators should be designed such of them aimed at the partial or complete blocking of dynamic links that destabilize the tract of critical points. Examples of such measures for the purpose of reducing the planar flush, for example, are: arranging concreted trays, accumulating runoff; diversion of flow from unstable tracts; construction fast flow-trays; circle shaft agricultural fields; regulation of grazing and so on.

Keywords: morphodynamic analysis, relief plastics method, positional-dynamic structure, horizontal linkages, landscape, landscape planning

Удовиченко В. В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

МОРФОДИНАМИЧЕСКИЙ ЛАНДШАФТНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА ИССЛЕДОВАНИЯ СМЕШАННОЛЕСНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ)

Цель. Отобразена сущность метода морфодинамического анализа и пластики рельефа, которые выявляют продуктивность в своем использовании касательно изучения черт позиционно-динамической структуры территории исследования. **Методы.** Анализ и синтез, картографический, графическое моделирование

сравнительно-географический. **Результаты.** Обозначено критерии выделения и понимания морфодинамических элементов такой структуры, представлено результаты их картографического моделирования на примере участка исследования смешаннолесных ландшафтных комплексов Левобережной Украины. Результаты последнего из упомянутых дополнено графическим моделированием и созданием оргграфа территории в соответствии с теорией графов. Отдельно внимание обращено на возможности использования полученных результатов для нужд обоснования и разработки мероприятий по ландшафтному планированию территории. **Выводы.** Выделенные путем графического моделирования и картографирования «активные» и «критические точки» парадинамичного района могут быть использованы в качестве постов контроля за динамическими связями между геосистемами.

Ключевые слова: морфодинамический анализ, метод пластики рельефа, позиционно-динамическая структура, горизонтальные связи, ландшафт, ландшафтное планирование

Вступ

Постановка проблеми. Дослідження парадинамічних ландшафтних систем та рубежів контрастності середовища, виявом існування яких є позиційно-динамічна ландшафтна структура території, має виняткове наукове значення, зокрема, для потреб пізнання специфіки функціонування й динаміки ландшафтних комплексів, а також закономірностей їх просторого розміщення. Адже саме характер функціонування ландшафтів, виражений через сукупність фізико-географічних процесів, їх набір та інтенсивність перебігу, являють собою важливу наукову основу та підґрунтя розробки й впровадження у практику ландшафтно-планувальних програм та планів. Дослідження динаміки ландшафтів може бути зреалізоване шляхом запровадження відносно нового, проте доволі перспективного щодо вивчення позиційно-динамічних рис будови території, морфодинамічного ландшафтного аналізу та методу пластики рельєфу. Започатковані у складі дотичних галузей знань (грунтознавства, геоморфології, математики та інших), означені методичні прийоми практично не були застосовані у ландшафтознавстві та конструктивній географії, проте мають потужний апарат щодо реалізації, значно розширюючи можливість методичного блоку останніх.

Початок розуміння, обґрунтування в науці та вивчення парадинамічних ландшафтних комплексів було закладено у складі комплексної фізичної географії Ф.М. Мільковим шляхом запровадження концепції/принципу «контрастності середовища» [13]. Запо-

чаткований принцип розвитку набув у численних наукових роботах, присвячених питанням вивчення й аналізу позиційно-динамічної структури території та парадинамічних ландшафтних комплексів [1, 3, 4, 5, 7, 8]. З іншого боку, головні аспекти структурно-морфометричного аналізу, започаткованого В. П. Філософовим [14], у подальшому були удосконалені В. О. Червяковим, І. Г. Черваньовим, О. М. Кренке і О. М. Ласточкіним [10, 11, 12, 15, 16], та у роботах означених авторів він здебільшого постулюється як геотопологічна концепція й чіткий, математично обґрунтований підхід щодо вивчення та розуміння провідного значення пластики рельєфу у диференціації географічної оболонки. Проте, практичної реалізації дані методи в рамках обґрунтування принципу контрастності й вивчення позиційно-динамічної структури території не набули, отже, саме зважаючи на це, дане дослідження було вирішено присвятити окресленому аспекту та питанням його практичної реалізації.

Означені теоретико-методологічні особливості розвитку та практичного застосування даних методичних прийомів зумовили визначення **мети** даної роботи, в якості якої постулюється здійснити морфо-динамічний ландшафтний аналіз території (на прикладі ділянки дослідження мішанолісових комплексів Левобережної України) для потреб дослідження позиційно-динамічної структури території та цілей подальшого впровадження інструментарію ландшафтного планування.

Методика

Ділянка дослідження Левобережної України, обрана в якості модельної для потреб реалізації означеної мети, презентує мішанолісові комплекси крайньої північної частини Сумської адміністративної області та

охоплює ландшафти Поліської моренно-зандрової флювіогляціальної рівнини, специфіку розвитку та функціонування яких можна розглядати за парадинамічними ландшафтними комплексами у відповідності до прин-

ципу контрастності та ландшафтної поліструктурності. В якості аналітичних методів виконання дослідження даного регіону за обраним аспектом виступали: джерелознавчий аналіз наявних напрацювань з окресленої проблематики й виявлення конк-ретних не-

вирішених раніше питань, індукції і дедукції, аналізу та синтезу, картографічного та графічного моделювання з побудовою картографічної моделі та орграфу, порівняльно-географічний

Результати досліджень

Морфодинамічний ландшафтний аналіз як засіб виявлення об'єктивної просторової дискретизації ландшафтної оболонки (від франц. discret – дискретний; лат. discretus – окремих, розділений), визначається і як базова операція ландшафтного планування [2], удосконалений та алгоритмізований метод дослідження, адаптований до умов рельєфу суходолу; спосіб виявлення диференціації ландшафтної оболонки на геотопи – комплекси фізичних умов місця, що визначають інші найважливіші ландшафтотвірні властивості: забезпеченість теплом та вологою, гравітаційну, циркуляційну й інсоляційну експозиції, спрямованість та інтенсивність речовинних і енергетичних потоків ландшафтної оболонки.

Певний час даний методичний прийом існував лише у формі теоретичного узагальнення, пізніше – як математичний метод із чітким математичним оперуванням над рельєфом території, вираженим через матрицю висот, та був розроблений в подальшому для потреб дослідження рельєфу морського дна, тому недостатньо апробований в наземних умовах різних за походженням форм рельєфу за умов різного ступеня його розчленування й освоєння.

Морфодинамічний аналіз під час вивчення позиційно-динамічної ландшафтної структури території як такий не згадується, проте його елементи присутні у наявних розробках [наприклад, 6], де, зокрема, зазначається, що формування ландшафтної структури території зумовлено наявністю ліній концентрації речовинно-енергетичних потоків, мережа яких визначає закономірне функціонування території, що нею контролюється.

За своєю сутністю, даний метод передбачає застосування такого обґрунтованого підходу до елементаризації структур ландшафтів, який дозволяє виділити у морфології останніх ряд елементів – характерні точки, структурні лінії та елементарні поверхні, які є характерними також і щодо виділення парадинамічних ландшафтних систем (далі

ПДЛС) та визначення їх меж, що може бути результативно застосованим до потреб впровадження ландшафтного планування, оскільки тим самим спрямовано на врахування специфіки виникнення й векторів розвитку несприятливих фізико-географічних процесів.

Окрім морфодинамічного ландшафт-ного аналізу території, для потреб вивчення системи зв'язків, що сформувалися та існують між ПДЛС, може бути застосовний і **метод пластики рельєфу**, який визначається як один із засобів визначення одиниць ландшафтної диференціації.

Традиційне розуміння методу пластики рельєфу під час свого застосування дозволяло виявити два типи структурних ліній рельєфу – тальвеги та ребра схилів, а за рахунок аналізу планової кривизни горизонталей – відслідкувати «складки» схилів, виражені у рельєфі, та позбавлені постійного стоку (улоговинно-лощинну мережу). Остання на просторах поширення пластових рівнин являє собою важливий фактор диференціації ландшафтів, та визначає умови зволоження, живлення й аерації ґрунтового покриву.

Нині, розуміння сутності даного методу дещо змінилося та він продуктивного застосування набув під час виокремлення «характерних точок» та «характерних ліній» земної поверхні, елементарних поверхонь у складі геоморфологічних, що були розроблені й впроваджені у практику наукових досліджень прибічниками структурно-морфометричного аналізу. При цьому в якості меж таких поверхонь виокремлюються структурні лінії рельєфу, як-то: ребра і тальвеги, лінії максимальних і мінімальних ухилів, ввігнутих та опуклих перегибів, та морфоізографи, що оконтурюють улоговинно-лощинну мережу; а в якості характерних точок рельєфу називаються максимумами (вершини) та мінімумами (зниження) висот. Таким чином, дискретизація земної поверхні полягає у фіксації усіх видів структурних ліній, характерних точок та елементарних поверхонь, процедура виділення яких тісно пов'язана із методом

власне морфодинамічного аналізу, а отримані результати про специфіку морфодинамічних елементів ландшафтів добре відображають риси ландшафтно-генетико-морфологічної структури території й характер ландшафто-творних процесів, що знаходяться «під контролем» форм рельєфу.

Звісно, використання методу пластики рельєфу у ландшафтознавстві, як і будь-якого іншого методу, має свої переваги і недоліки (наприклад, складність та, під час, суб'єктивність виділення екотопів на схилових катенах; відсутність розуміння меж переходів між схилами та частинами схилів різної форми як самостійних структурних ліній тощо), в результаті чого зазнає конструктивної критики [2]. Проте, під час вивчення позиційно-динамічної ландшафтно-структури території є важливим та дієвим, а разом із застосуванням методу морфодинамічного аналізу дозволяє отримати необхідну вихідну інформацію щодо розробки й впровадження ландшафтно-планувальних заходів за умов та з урахуванням процесів, що мають місце у складі елементів такої структури.

На основі застосування морфодинамічного аналізу й методу пластики рельєфу для потреб вирішення завдань такого типу необхідним вбачається виділення сукупності *парадинамічних ландшафтних систем (ПДЛС)*, під якими розуміється така впорядкована сукупність урочищ, які мають взаємозумовлене походження та розвиток, являють собою ділянки із односпрямованими векторами зв'язків як результат поширення в межах єдиної елементарної поверхні, обмеженої характерними лініями. Така впорядкована сукупність урочищ характеризується, в силу означеного, тісною спряженістю, схожим набором й інтенсивністю перебігу сучасних фізико-географічних процесів. Виникнення систем такого типу зумовлене дією концентрованих водних потоків, а також існуванням великої кількості поперечних динамічних (парадинамічних) зв'язків, як-то: перенесенням наносів, річковим та площинним стоком, бризовою циркуляцією повітряних мас тощо.

Застосування морфодинамічного аналізу до оперування над парадинамічними ландшафтними системами позиційно-динамічної ландшафтно-структури території дозволяє виділити *морфодинамічні елементи*, з яких вони складаються, та під час виокрем-

лення яких провідне значення має з'ясування «центрального місця» формування потоків, ліній їх концентрації – *осей «входів» парадинамічних потоків* (або *парадинамічних осей*), як важливої складової функціонування елементів такої структури. Осі «входів» виявляють залежності від терасових та схилово-рівнинних парадинамічних ландшафтних смуг та процесів, що мають місце у їх складі. При цьому терасові та схилово-рівнинні комплекси в залежності від інтенсивності й «впливовості» потоків можуть бути об'єднаними у *парадинамічні смуги регулювання процесів (транзитні смуги)* та *парадинамічні смуги «входу» (критичних «точок»)*. Протилежними до осей «входів» морфодинамічними елементами ПДЛС є осередки формування *«виходів» потоків*, які тяжіють до плакорних (вододільних) ділянок, та пов'язані з ними у своєму формуванні *імпакт-смуги активного перебігу процесів*.

Таким чином, загальною особливістю виділення морфодинамічних елементів позиційно-динамічної ландшафтно-структури території є врахування специфіки формування поверхневого стоку на території парадинамічного району в залежності від сформованих «характерних точок» та вздовж «характерних ліній», й відношення парадинамічних ландшафтних смуг до водозливної (тальвегіт та русел річок) лінії.

Прикладом реалізації окресленого теоретико-методичного підходу до розуміння й аналізу позиційно-динамічної структури території та застосування морфодинамічного аналізу стала картографічна модель, створена для ділянки дослідження мішанолісових ландшафтів території Лівобережної України (рис. 1), на якій знайшли своє відображення морфодинамічні елементи та системи горизонтальних зв'язків між парадинамічними ландшафтними смугами. Створення даної моделі ґрунтувалося на співставленні та виконувалося за результатами аналізу картографічної моделі парадинамічних ландшафтних районів, позиційно-динамічної ландшафтно-структури, геоморфологічної карти та карти сучасних фізико-географічних процесів [9 та інші]. При цьому у складі модельної ділянки дослідження території Лівобережної України було визначено її «критичні» та «активні точки», транзитні смуги й смуги

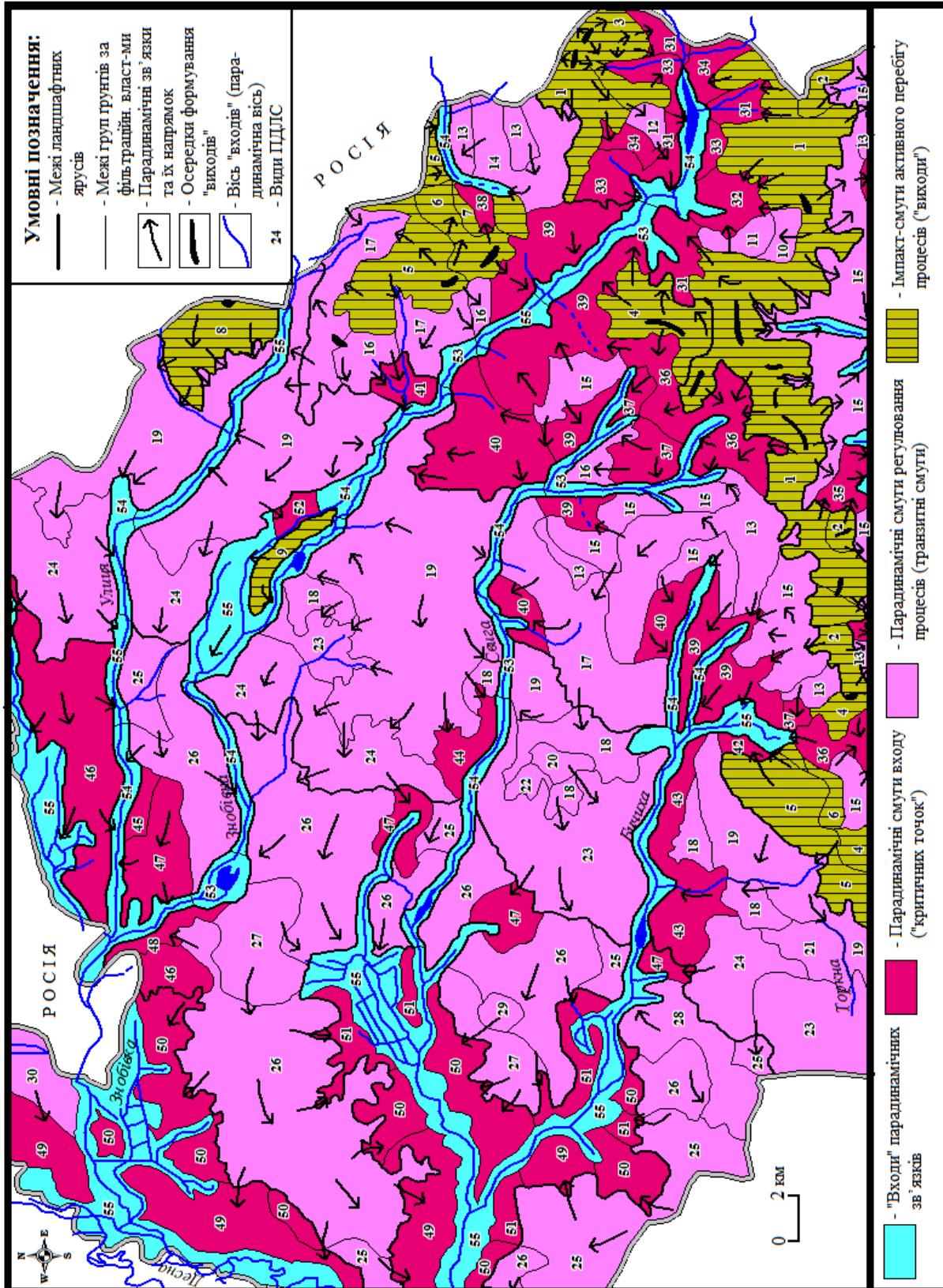


Рис. 1. Парадинамічні касадні ландшафтні системи поліської частини території Лівобережної України (фрагмент) та зв'язки між ними

«входів». Останні з названих сформовані ландшафтними парадиномічними смугами, у яких активний перебіг фізико-географічних процесів зумовлений впливом інших смуг, розташованих вище за вектором потоку [6]. Активні ж точки розвитку набувають у складі ландшафтних парадиномічних смуг, які мають суттєвий вплив на критичні точки та визначають динамічні зв'язки у парадиномічному районі в цілому.

Так, в межах ділянки поширення мішано-лісових ландшафтних комплексів «активні точки» та парадиномічні імпакт-смуги активного перебігу процесів являють собою осередки/«точки» найбільшої кількості «виходів» потоків та зародження парадиномічних зв'язків, й пов'язані з плакорними місцевостями. Парадиномічні смуги-осередки їх розвитку представлені сукупністю елювіальних ландшафтних комплексів, які чинять значний вплив на «критичні точки» та «визначають динамічні зв'язки у парадиномічному районі в цілому» [6, с. 69].

Парадиномічні смуги «входів» та «критичні точки» пов'язані у своєму розміщенні й формуванні зі схилувими, надзаплавно-терасовими та місцевостями давніх прохідних долин стоку талих льодовикових вод. Вони часто безпосередньо контактують з осями «входів» парадиномічних зв'язків, оперізуючи їх, та мають значну інтенсивність горизонтального переміщення речовини. З іншого боку, можна зауважити, що «критичні точки» сформовані ландшафтними смугами, що мають найбільшу для парадиномічного району кількість «входів». Дані смуги представлені сукупністю транселювіальних, подекуди – транселювіально-гідроморфних, парадиномічних ландшафтних смуг. При цьому розробка рекомендацій саме з підвищення стійкості геосистем критичних точок з-за значної кількості «входів» має бути важливим завданням втілення ландшафтного планування.

Парадиномічні смуги регулювання процесів («точок-регуляторів») пов'язані у своєму розвитку з вирівненими поверхнями надзаплавних терас та зниженими слаборозчленованими поверхнями вододільних рівнин, де відбувається сповільнення потоків з-за зростання ширини (протяжності) таких поверхонь при загальному зменшенні інтенсивності потоку. Дані смуги представлені сукупністю елювіальних вирівнених широких та елювіа-

льно-гідроморфних, гідроморфних парадиномічних ландшафтних смуг.

Осі «входів» (парадиномічні «осі») формують водні потоки й заплавні комплекси, та сформовані амфібіально-аквальними парадиномічними ландшафтними смугами. У складі ділянки поширення мішано-лісових ландшафтних комплексів розвитку означений тип морфодинамічних елементів набув у долині р. Десна та її приток: Знобівки, Черні, Улиці, Свиги, Бичихи, Торкни, та р. Бобрик (рис. 1).

Таким чином, за результатами аналізу системи горизонтальних зв'язків, що сформувалися між ПДЛС парадиномічного ландшафтного району, було змодельовано структуру морфодинамічних елементів та репрезентовано у вигляді картографічної моделі ключової ділянки дослідження території Лівобережної України, а для потреб ландшафтного обґрунтування планувальних заходів й отримання цілісного уявлення про осередки формування потоків та місця їх трансформації пропонується доповнити створенням й аналізом **орграфу** (від «орієнтований граф»). Останній, у відповідності до теорії графів, розуміється як такий, що має вершини, з'єднані між собою зв'язками, які формують ребра такого графу.

Вершинами орграфу парадиномічного району, до якого належить представлена вище та закартографована ділянка дослідження мішано-лісових ландшафтних комплексів, виступають елювіальні парадиномічні ландшафтні смуги (наприклад, №1-9, рис. 1), а його ребра формують горизонтальні орієнтовані у просторі зв'язки між ними. Такі зв'язки виявляють у вигляді, зокрема, площинного змиву, відтоку ґрунтових вод з одного урочища до іншого тощо.

Крім того, у структурі парадиномічного району виокремлюються два тісно пов'язані між собою блоки (вони ж – блоки орграфу): *рівнинно-схилувий* та *надзаплавно-терасово-долинний* (або/і *балково-долинний*) (рис. 2). Так, рівнинно-схилувий блок утворює сукупність взаємопов'язаних субгоризонтальних урочищ плакорів та схилувих місцевостей, у той час як балково-долинний блок складають урочища надзаплавно-терасових, яружно-балкових та долинних місцевостей.

За місцем кінцевої акумуляції речовини, що виноситься з твердим та гідрохімічним стоком, рівнинно-схилувий блок формують *відкриті* парадиномічні системи, у той час як

балково-долинний – представлений замкненими парадинамічними системами.

У складі орграфу знаходять своє відображення й інші морфодинамічні елементи ПДЛС: «критичні точки/смуги» (ландшафтні смуги, активний перебіг фізико-географічних процесів яких зумовлений впливом смуг, розташованих вище за вектором потоку) та «активні точки/смуги» (імпакт-смуги активного перебігу процесів) – ландшафтні парадинамічні смуги, що чинять суттєвий вплив на критичні точки та визначають динамічні зв'язки у парадинамічному районі в цілому. При цьому, «критичним точкам» у орграфі відповідають ландшафтні смуги, що мають найбільшу кількість «входів» для даного парадинамічного району (наприклад, №48, 50 – див. рис. 2), у той час як «активним точкам» властиві ландшафтні смуги із найбільшою кількістю «виходів» (№1, 4, а також №1, 2 та інші – на рис. 2).

Визначення просторових аспектів впорядкування та вивчення специфічних рис динаміки критичних точок, наприклад, має, окрім суто глибоко наукового, важливе прикладне значення, адже розробка рекомендацій з підвищення стійкості геосистем критичних точок являє собою важливе завдання ландшафтного обґрунтування комплексу ландшафтно-планувальних заходів, спрямованого на раціоналізацію актуальних систем природокористування, в силу їх динамічної нестійкості, яка зумовлюється їх положенням у графі-

чній структурі парадинамічного району [6, с. 70]. Отже, завдання оптимізації може бути виведене зі специфіки будови орграфу та з урахуванням теорії графів.

У складі орграфу дві його вершини (наприклад, №4 та 40) пов'язані між собою через інші вершини (наприклад, №15 та 36) (назвемо їх [N]). Отже між двома вершинами простий прямий зв'язок ускладнюється проходженням зв'язків через вершини [N], які, тим самим, роз'єднують/відокремлюють №4 та №40, а усі ланцюги зв'язків між ними перериваються у вершині [N]. Інакше кажучи, сукупність певних геосистем-вершин являють собою «перешкоду» для горизонтальних динамічних зв'язків, що існують між №4 та №40, та зазвичай призводять до дестабілізації критичних точок парадинамічного району. Саме тому їх запропоновано було називати «точками-регуляторами» (смугами регулювання процесів), оскільки вони виконують функцію «перепони» на шляху горизонтальних зв'язків. При цьому шляхом впровадження в межах таких смуг (наприклад, №15, 26, 27) природоохоронних заходів, спрямованих на стримання інтенсивності горизонтальних динамічних зв'язків, які йдуть від активних до критичних точок, можна досягти стану динамічної рівноваги між геосистемами парадинамічного району, підвищити їх стійкість.

Висновки

Здійснений аналіз сутності методу морфодинамічного аналізу та пластики рельєфу, застосований до потреб вивчення ПДЛС та позиційно-динамічної структури території дослідження, виявляють їх важливість, своєчасність та продуктивність щодо отримання комплексу знань про ландшафти території – головний об'єкт впровадження ландшафтного планування.

При цьому, підсумовуючи на усі вищезначені риси позиційно-динамічної ландшафтно-структури території регіону дослідження та її морфодинамічної специфіки, звертає на себе увагу те, що розробка оптимізаційних ландшафтно-планувальних заходів для території Лівобережної України та на прикладі ділянки дослідження у її складі повинна ґрунтуватися на врахуванні наступних особливостей:

► наявності значної кількості та високого ступеня різноманіття ландшафтних парадинамічних систем;

► значної диференціації взаємодіючих ландшафтних систем за переважаючими напрямками парадинамічних зв'язків різної інтенсивності;

► морфодинамічної неоднорідності та, під час, – значної контрастності ландшафтних систем на порівняно незначних просторових відрізках.

Крім того, з позиції розробки конкретних заходів, можна зауважити, що в межах ландшафтних смуг-регуляторів повинні бути спроектовані такі з них, які спрямовані на часткове або ж повне блокування динамічних зв'язків, що дестабілізують урочища критичних точок. Прикладом таких заходів для потреб зменшення площинного змиву, скажімо, є: влаштування бетонованих лотків, акумулюючих стік; відведення стоку від нестійких урочищ; спорудження лотків-швидкотоків; обвалування сільськогосподарських полів; регулювання випасання

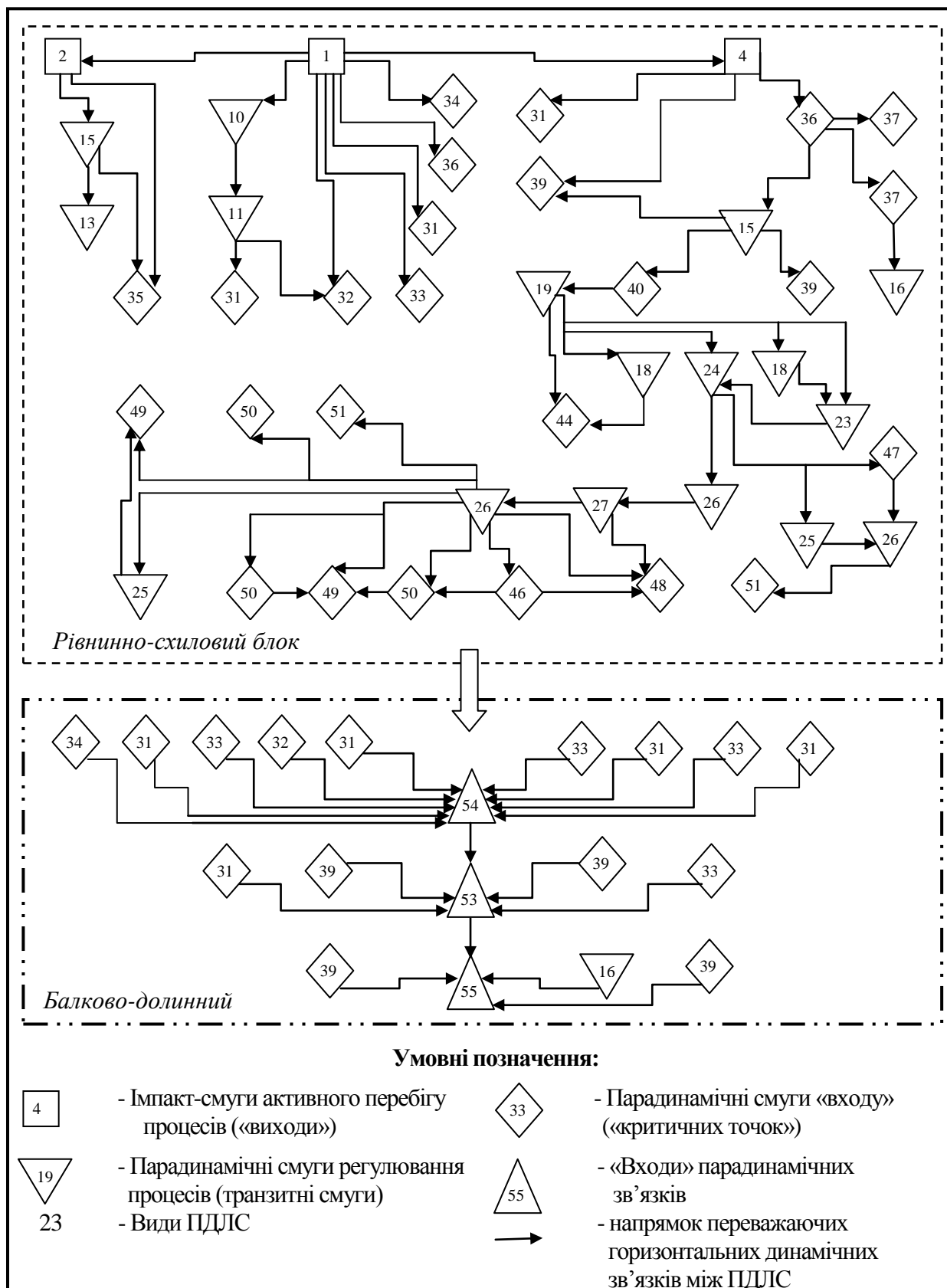


Рис. 2 – Орграф фрагменту ландшафтного парадинамічного району ділянки дослідження мішанолісових комплексів Лівобережної України

худоби; підсівання багаторічних трав, перехресний та вузькорядний сів тощо [6]. Для потреб попередження бічного відтоку ґрунтових вод реалізуються вертикальний дренаж, горизонтальний дренаж із відведен-

ням ґрунтових вод від акумулятивних критичних урочищ, що зазнають впливу підтоплення; введення до сівозмін гало-фільних рослин, що мають значну силу коренів щодо «висмоктування» води та інші.

Висновки

З іншого боку, виділені шляхом графічного моделювання та картографування «активні» й «критичні точки» парадинамічного району можуть бути використані в якості постів контролю за динамічними зв'язками між геосистемами. Влаштування такого роду постів доцільним видається у

складі урочищ з найбільш інтенсивними горизонтальними динамічними зв'язками та в урочищах «критичних точок», оскільки саме їх стан являє собою індикатор стійкості горизонтальних динамічних зв'язків у парадинамічному районі.

Література

1. Агаркова-Лях І.В. Парагенетические ландшафтные комплексы береговой зоны моря (на примере черноморского побережья Крыма): дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.01 . Симферополь, 2006. 205 с.

2. Брагин П.Н. Морфодинамический анализ топологии ландшафта как базовая операция ландшафтного планирования. Автореф. ... канд. геогр. наук. / П.Н. Брагин. – Ярославль, 2005. [Электронный ресурс]. URL: <http://earthpapers.net/morfodinamicheskiiy-analiz-topologii-landshafta-kak-bazovaya-operatsiya-landshaftnogo-planirovaniyau> (Дата звернення 02.09.2015).

3. Воровка В.П., Гришко С.В. Старобердянський ліс як лісокультурний парадинамічний ландшафт // Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна, №1147. Серія Екологія. Вип. 12. 2015. С. 84-90.

4. Воровка В. Становлення, розвиток і зміст поняття «парадинамічна ландшафтна система» в географії // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені В. Гнатюка. Серія: географія. Тернопіль: СМП «Тайп». №1 (Вип. 40). 2016. С. 4-9.

5. Гродзинський М.Д. Основи ландшафтної екології: Підручник. К.: Либідь, 1993. 224 с.

6. Гродзинский М.Д., Шищенко П.Г. Ландшафтно-екологический анализ в мелиоративном природопользовании К.: Либідь, 1993. 224 с.

7. Гродзинський М.Д. Пізнання ландшафту: місце і простір. Монографія. У 2-х томах К.: «ВПЦ «Київський університет»», 2005. Том I. 431 с.

8. Данева М. Парагенетичні ландшафтні комплекси і їхня динаміка. // Проблеми на географіята. – Софія, 1978. – №4.

9. Карта распространения экзогенных геологических процессов территории Украины (М-б 1:500 000) / Гл. ред. Н.М. Гавриленко. К.: ГП Геопрогноз, 1995.

10. Ласточкин А. Н. Морфодинамический анализ. Ленинград: Недра, 1987. 256 с.

11. Ласточкин А. Н. Морфологическая основа систематики и картографирования контролируемых рельефом компонентов ландшафта. // Известия Академии Наук СССР. Серия Географическая, 1991. №3. С. 7-18.

12. Ласточкин А. Н. Системно-морфологическое основание наук о Земле (геотопология, структурная география и общая теория геосистем). СПб.: Изд-во НИИХ СПбГУ, 2002. 762 с.

13. Мильков Ф. Н. Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы: монография. Воронеж: ВГУ, 1981. 400 с.

14. Философов В.П. Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1975. 232 с.

15. Червяков В.А. Концепция поля в современной картографии / В.А. Червяков. – Новосибирск: Наука, 1978. – 147 с.

16. Червяков В.А., Черванев И.Г., Кренке А.Н. и др. Модели полей в географии: теория и опыт картографирования. Новосибирск: Наука, 1989. 145 с.

Надійшла до редколегії 07.09.2016

УДК 628.194:504.75.05:54

О. М. КРАЙНЮКОВ, д-р геогр. наук, доц., **А. В. ЯКУШЕВА**

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна

e-mail: alkraynukov@gmail.com

АНАЛІЗ ПРАКТИКИ ОСНОВНИХ СУБ'ЄКТІВ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ З ОЦІНКИ РИЗИКУ ВПЛИВУ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН НА ДОВКІЛЛЯ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ НА ТЛІ СУЧАСНИХ ІНТЕРАКТИВНИХ РОЗРОБОК

Мета. Аналіз особливості функціонування основних суб'єктів управління з питань оцінки ризику, обумовленого впливом хімічних речовин на довкілля та здоров'я людини. **Методи.** Теоретичний аналіз та синтез. **Результати.** Наведено аналіз функціонування основних суб'єктів Європейського Союзу, які мають відношення до регулювання нормативних засад з оцінки ризику, обумовленого впливом хімічних речовин на довкілля та здоров'я населення. Таким чином були виявлені основні проблемні питання, рішення яких потребує новітніх розробок, які включали б комплексний підхід. Однією з таких сучасних розробок є MERLIN-Expo, представлені основні переваги використання цього інструменту. **Висновки.** Виникає потреба у розробці новітніх складних програмних забезпечень, модульні конструкції яких дозволили б проводити оцінку впливу складних динамічних систем, що еволюціонують з часом. MERLIN-Expo охоплює весь ланцюжок оцінки експозиції, що є найбільш «слабким» місцем в загальній оцінці ризику.

Ключові слова: оцінка ризику, система екологічного управління, MERLIN-Expo, хімічні речовини, навколишнє середовище, здоров'я людини

Krainiukov O. M., Yakusheva A. V.

V. N. Karazin Kharkiv National University

ANALYSIS OF THE PRACTICE OF KEY ACTORS IN THE EUROPEAN UNION RISK ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF CHEMICAL SUBSTANCES ON THE ENVIRONMENT AND HUMAN HEALTH ON THE BACKGROUND OF MODERN INTERACTIVE DEVELOPMENT

Purpose. An analysis of the peculiarities of the main management actors for the risk assessment due to exposure to chemicals on the environment and human health.. **Methods.** Theoretical analysis and synthesis. **Results.** There are presented the analysis of the functioning of the major European Union relating to the regulation of normative principles of risk assessment, due to the impact of chemicals on the environment and public health. Thus were revealed major issues, the solution of which requires the latest developments, which would include a comprehensive approach. One of these modern developments have MERLIN-Expo, the main advantages of this tool are presented in this article. **Conclusions.** There is a need to develop a new comprehensive software, modular design which would allow to assess the impact of complex dynamic systems that evolve over time. MERLIN-Expo covers the entire chain of exposure assessment, which is the most "weak" place in the overall risk assessment.

Keywords: risk assessment, environmental management system, MERLIN-Expo, chemicals, environment, health man

Крайнюков А. Н., Якушева А. В.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

АНАЛИЗ ПРАКТИКИ ОСНОВНЫХ СУБЪЕКТОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКА ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА НА ФОНЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНТЕРАКТИВНЫХ РАЗРАБОТОК

Цель. Анализ особенности функционирования основных субъектов управления по вопросам оценки риска, обусловленного воздействием химических веществ на окружающую среду и здоровье человека. **Методы.** Теоретический анализ и синтез. **Результаты.** Приведен анализ функционирования основных субъектов Европейского Союза, которые имеют отношение к регулированию нормативных основ по оценке риска, обусловленного воздействием химических веществ на окружающую среду и здоровье населения. Таким образом, были выявлены основные проблемные вопросы, решение которых требует новых разработок, которые включали бы комплексный подход. Одной из таких современных разработок является MERLIN-Expo, основные преимущества использования этого инструмента представлены в данной статье. **Выводы.** Возникает потребность в разработке новых комплексных программных обеспечений, модульные конструкции которых позволили бы проводить оценку воздействия сложных динамических

систем, еволюціонуючих во времени. MERLIN-Ехро охоплює всю ланцюжок оцінки експозиції, що вважається найбільш «слабким» місцем в загальній оцінці ризику.

Ключевые слова: оцінка ризику, система екологічного управління, MERLIN-Ехро, хімічні речовини, навколишнє середовище, здоров'я людини

Вступ

Постановка проблеми. Хімічна оцінка ризику – це багатоступінчастий процес з отримання кількісної характеристики ризику, яка може бути використана для управління хімічними речовинами, з метою дотримання належного стану як навколишнього середовища, так і здоров'я населення.

Як відомо, оцінка ризику являє собою чотири основні кроки: ідентифікація небезпек; характеристика небезпек (часто оцінка доза-реакція); оцінка впливу; характеристика ризику

Ці кроки спираються на різних областях наукових досліджень, в тому числі екологічної хімії, токсикології (in vivo, in vitro методів), екоотоксикології, людської епідеміології та математичного моделювання.

На тлі сучасного розвитку подій відносини з Європейським Союзом закріплені національним законодавством як пріоритетні напрями української зовнішньої політики, які відображені в першу чергу в Законі України «Про основні засади (Стратегію) державної екологічної політики на період до 2020 року» [11], в Угоді про асоціацію між Україною та Європейським Союзом

[12]. Тому таким актуальним є питання інтеграції європейської екологічної політики в Україні. Розуміння системи управління Європейського Союзу у сфері екології, зокрема оцінки ризиків, обумовлених впливом хімічних речовин на довкілля та здоров'я населення, є фундаментальними основами для осмислення прийнятих нових інтегрованих нормативних документів в Україні та методичних розробок до них.

Мета роботи – проведення аналізу особливостей функціонування основних суб'єктів управління з питань оцінки ризику, обумовленого впливом хімічних речовин на довкілля та здоров'я людини.

Об'єктом дослідження виступає система екологічного управління ЄС, предметом – нормативно-правова та інституційна база у сфері оцінки ризиків, виявлення яких пов'язано з впливом хімічних речовин на довкілля та здоров'я людини.

Основним завданням дослідження є огляд функціонування основних суб'єктів управління ЄС щодо оцінки ризику та останньої комплексної інтерактивної розробки за підтримки ЄС за цією тематикою.

Результати досліджень

Європейський Союз (ЄС) складається з 28 країн. Його головне завдання – праця на благо миру і задля процвітання кожної з країн. Політична система базується на серії договорів, які складають «первинну законодавчу базу», в які входять такі документи, як директиви, правила, рекомендації. На їх основі вже розробляються закони для кожної країни окремо – «вторинна законодавча база».

Що стосується політики ЄС щодо хімічних речовин, то її метою є забезпечення належного балансу між охороною здоров'я людини і навколишнім середовищем при небажаному впливі хімічних речовин. Головними суб'єктами, які беруть участь у регулюванні «хімічного» законодавства ЄС, є деякі генеральні директорати (DGs), а також Об'єднаний дослідницький центр (Joint Research Center), Європейське хімічне агентство (European Chemicals Agency) та Європейське

агентство з навколишнього середовища (European Environment Agency) (рис. 1).

Оцінка ризику базується, у першу чергу, на Директиві 93/67/ЕС, на Положенні 1488/94 та розробленій згідно його положень Технічній інструкції з оцінки ризиків для нових та існуючих речовин (TGD). На їхній основі формуються вже наступні нормативні документи, інструкції тощо [5].

Європейське хімічне агентство (ЕСНА) є рушійною силою серед регулюючих органів в реалізації новаторського хімічного законодавства ЄС, яке здійснюється в інтересах здоров'я людини і навколишнього середовища. Проте ЕСНА більш орієнтовано на регулювання конкурентоспроможності товарів виробників, градацією якої є ступінь безпечності продукції, речовини, з якої складається вона. ЕСНА допомагає компаніям дотримуватися законодавства щодо

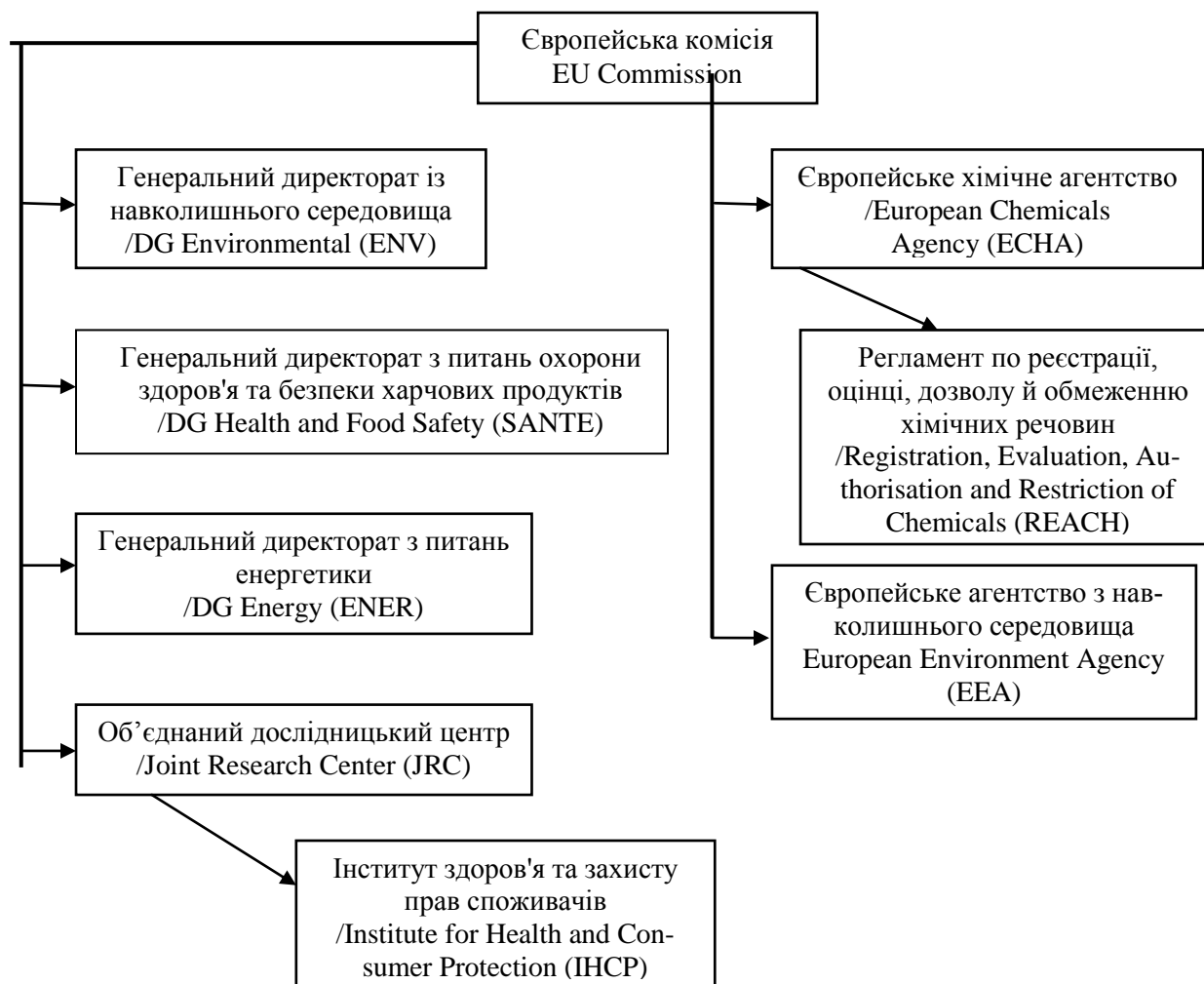


Рис. 1 – Головні суб'єкти ЄС у сфері поводження з хімічними речовинами

безпечного використання хімічних речовин на всіх стадіях життєвого циклу продукту.

REACH є дієвим «інструментом» ЕСНА для компаній, які мають справу з виробництвом, реалізацією хімічних речовин, або продукції, склад якої може завдати шкоди як людині, так і навколишньому середовищі в цілому.

Згідно REACH, починаючи з 1994 року Європейською комісією спільно з державами-членами регулярно складаються списки пріоритетних речовин або груп речовин, які мають потенційний вплив на людину і навколишнє середовища, а, отже, потребують підвищеного контролю за ними. З цієї метою речовини з пріоритетних списків проходять поглиблену оцінку ризику як по відношенню до людини, так і до навколиш-

нього середовища. Також розглядається, як правило, вплив на кожному етапі життєвого циклу хімічної речовини. Цим займається Комітет з оцінки ризиків (RAC) [8].

З 1997р. значна частина роботи з оцінки ризику передана під керівництво Генерального директорату з питань охорони здоров'я та безпеки харчових продуктів (SANTE), окрім випадків впливу на здоров'я, викликаного вживанням алкоголю та курінням. Спочатку створення директорат складався з восьми спеціальних комітетів. Станом на 2016 рік це Науковий комітет з безпеки споживачів (SCCS) і Науковий комітет з питань охорони здоров'я, охорони навколишнього середовища і ризиків, що виникають (SCHEER). Їх діяльність координується представниками Міжкомітетської коор-

динаційної групи (ICCG), яка узгоджує питання між ними, зокрема з оцінки ризиків [5].

Регулювання системи оцінки ризиків в контексті функціонування різнорівневих управлінських одиниць ЄС є доволі складним феноменом. Звідси виникає проблема непорозуміння значущості ризику хімічної речовини. Отже, актуалізується питання розвитку інтегративних процесів безпосередньо між цими органами управління, з метою уніфіка-

ції як словникової бази з оцінки ризику, так і в подальшому розробки більш структурованої системи й інтерактивного доступу до неї як представників цих організацій, так і заінтересованих осіб.

Останньою комплексною інтерактивною розробкою у сфері оцінки ризиків впливу хімічних речовин на здоров'я людини і навколишнє середовище є інструмент MERLIN-Expo (2016).

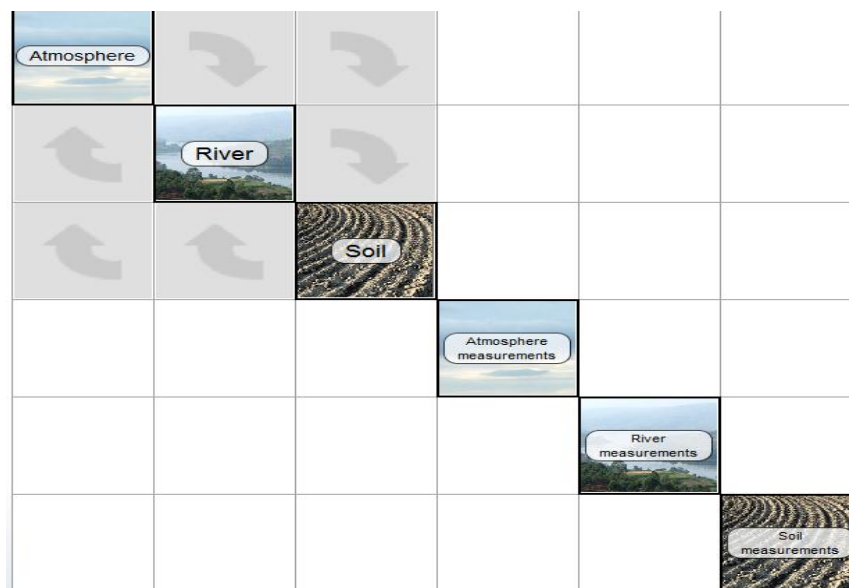


Рис. 2 – Модель «Навколишнє середовище» [за автором]

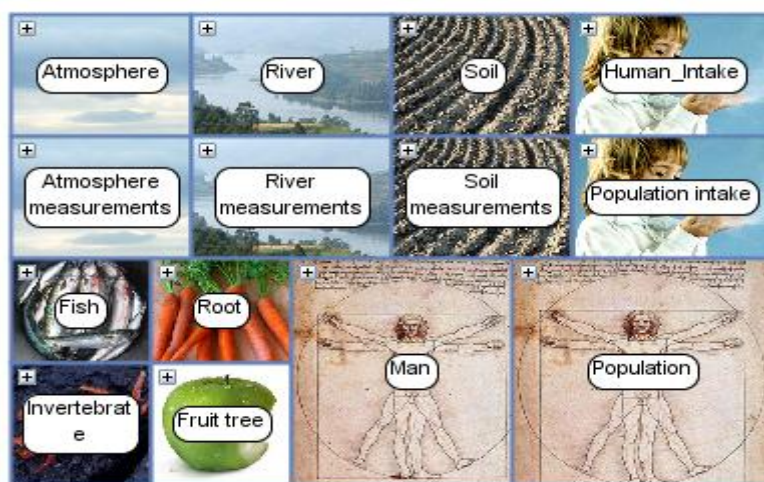


Рис. 3 – Моделі MERLIN-Expo [за автором]

Цей «софт» розроблений в рамках проекту 4FUN ЄС, з метою забезпечення комплексним інструментом для оцінки ризику на кожному етапі впливу хімічної ре-

човини. Оцінка ризику, у першу чергу, базується на експозиції й оцінці дози-реакції, які вважаються найслабшим місцем в оцінці ризику. Перевагою MERLIN-Expo є той

факт, що цей «софт» дозволяє охопити весь ланцюжок оцінки експозиції: від концентрації у воді, повітрі або ґрунті до розрахунку ефективної дози для найбільш чутливих органів для визначення можливих патологічних змін [1, 3, 7].

MERLIN-Expo базується на бібліотеці моделей, які імітують «долю» хімічних речовин (органічних, металів) в екологічних системах і в організмі людини (рис. 2, 3).

Аналізуючи складові моделей, можна вважати, що цей «софт» забезпечує комплексний підхід як до оцінки впливу на здо-

ров'я людини, так і на навколишнє середовище, дозволяє отримати інформацію з одної моделі використовувати для іншої за необхідності.

Доволі цікавим, а з іншого боку, розумним є те, що в систему включено такий елемент, як попередження до недоречних і безглузких обчислень («difficult-to-abuse criteria»). Таким чином, система захищає себе від «нерозумних» користувачів, які не є фахівцями цього напрямку, так і їх самих від «невірних» результатів відповідно.

Висновки

Головними суб'єктами, які беруть участь у регулюванні «хімічного» законодавства ЄС, є: Генеральний директорат із навколишнього середовища (ENV), Генеральний директорат з питань охорони здоров'я та безпеки харчових продуктів (SANTE), Європейське хімічне агентство (ECHA) та Європейське агентство з навколишнього середовища (EEA).

З метою уніфікації як словникової бази з оцінки ризику, так і в подальшому розробки більш структурованої системи й інтерактивного доступу до неї як для представників цих організацій, так і для зацікав-

лених осіб на фоні сучасних подій актуалізується питання розвитку інтегративних процесів безпосередньо між цими органами управління.

Таким чином виникає потреба у розробці новітніх комплексних програмних забезпечень, модульні конструкції яких дозволили б проводити оцінку впливу складних динамічних систем, що еволюціонують з часом. Доволі цікавою розробкою є MERLIN-Expo. Цей «софт» охоплює весь ланцюжок оцінки експозиції, яка є найбільш «слабким» місцем в загальній оцінці ризику.

Література

1. Ciffroy P., Alfonso B., Altenpohl A. Modelling the exposure to chemicals for risk assessment: a comprehensive library of multimedia and PBPK models for integration, prediction, uncertainty and sensitivity analysis - the MERLIN-Expo tool. // Sci Total Environ. 2016. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27169730>.
2. Deliverable D5.2: Report on case study 2. - 4-FUN project: 2015 – URL: <http://4funproject.eu/>
3. Fierens T., Van Holderbeke M. Multimedia & PBPK modelling with MERLIN-Expo versus biomonitoring for assessing Pb exposure of pre-school children in a residential setting. // Sci Total Environ. – 2016. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27102273>.
4. Final Report Summary - 4FUN (The Future of Fully integrated human exposure assessment of chemicals: Ensuring the long-term viability and technology transfer of the EU-FUNded 2-FUN tools as standardised solution). 2016 – URL: http://cordis.europa.eu/result/rcn/182458_en.html
5. Official website of the European Union. 2016 – URL: <https://europa.eu>
6. Overview of the MERLIN-Expo tool. 2016 [Електронний ресурс] – URL: <http://merlin-expo.eu/>
7. Radomyski A., Giubilato E., Ciffroy P. Modelling ecological and human exposure to POPs in Venice lagoon – Part II: Quantitative uncertainty and sensitivity analysis in coupled exposure models [Електронний ресурс]// Science of The Total Environment. – 2016. – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969716315029>.
8. Registration Evaluation Authorisation and restriction of Chemicals (REACH) Regulation (EC 1907/2006) REACH Definitions and REACH – URL: <http://www.reach-compliance.eu/english/REACHME/engine/sources/definitions.htm>
9. Report of the verification of models. – 4-FUN project: 2015 – URL: <http://4funproject.eu/>
10. The Future of Environmental and Human Health Exposure Modelling of Chemicals. - online course. 2016 – URL: <http://e-learning.opentea.eu/>
11. Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року: Закон України від 21 груд. 2010 р. № 2818-VI. – URL: <http://zakon2.rada.gov.ua>
12. Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом / Уряд. Портал – URL : http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=246581344

УДК 502.72

О. О. ГОЛОЛОБОВА, канд. с.-г. наук, доц., **Я. С. БУШКІНА**

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

пл. Свободи, 6, м. Харків, 61022, Україна

e-mail: valeo.elena@gmail.com

АГРОЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ВІДХОДІВ

Мета. Визначення агроекологічної ефективності використання залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною великої рогатої худоби в якості добрива овочевих культур. **Методи.** Польовий, метод атомно-абсорбційної спектрофотометрії. **Результати.** Оцінка мікроелементного статусу ґрунту удобреної ділянки показала, що внесення залишкового органічного продукту сприяло підвищенню забезпеченості ґрунту Mn з низької до середньої, з середньої до високої для Cu та Zn та сприяло зниженню рухомості свинцю в ґрунті. Наведені дані досліджень щодо застосування біологічних відходів при виробництві гуматів в якості добрива овочевих культур. Капуста та морква не накопичують в господарській частці урожаю важких металів; у плодах перецю солодкого спостерігається незначне накопичення кадмію. **Висновки.** Показана висока агроекологічна ефективність використання залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною великої рогатої худоби в якості добрива для отримання екологічно безпечної овочевої продукції.

Ключові слова: агроекологічна ефективність, овочеві культури, гній, біологічні відходи, важкі метали, мікроелементний статус

Gololobova O. O., Bushkina Ya.S.

V. N. Karazin Kharkiv National University

AGROECOLOGICAL EFFICIENCY OF BIOLOGICAL WASTE

Purpose. Definition agroecological efficiency of residual organic product physical and chemical processing of cattle manure as fertilizer vegetables. **Methods.** Field, by atomic absorption spectrophotometry. **Results.** Evaluation of trace element status of soil fertilized plots showed that the introduction of residual organic products contributed to the increase of soil Mn from low to high from medium to high for Cu and Zn, and helped reduce the mobility of lead in the soil. There are presented research data on the use of biological waste in the production of humates as fertilizer vegetables. Cabbage and carrots do not accumulate in the economic share of the crop of heavy metals; in the fruits of sweet pepper observed a slight accumulation of cadmium. **Conclusions.** The high agroecological efficiency of residual organic product of physical and chemical processing of cattle manure as a fertilizer for the production of environmentally safe vegetable production.

Keywords: agro-ecological efficiency, vegetable crops, manure, biological waste, heavy metals, trace element status

Гололобова Е. А., Бушкіна Я. С.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ

ОТХОДОВ

Цель. Определение агроэкологической эффективности использования остаточного органического продукта физико-химической переработки навоза крупного рогатого скота в качестве удобрения овощных культур. **Методы.** Полевой, метод атомно-абсорбционной спектрофотометрии. **Результаты.** Оценка микроэлементного статуса почвы удобренного участка показала, что внесение остаточного органического продукта способствовало повышению обеспеченности почвы Mn с низкой до средней, со средней до высокой для Cu и Zn и способствовало снижению подвижности свинца в почве. Приведены данные исследований по применению биологических отходов при производстве гуматов в качестве удобрения овощных культур. Капуста и морковь не накапливают в хозяйственной части урожая тяжелых металлов; в плодах перца сладкого наблюдается незначительное накопление кадмия. **Выводы.** Показана высокая агроэкологическая эффективность использования остаточного органического продукта физико-химической переработки навоза КРС в качестве удобрения для получения экологически безопасной овощной продукции.

Ключевые слова: агроэкологическая эффективность, овощные культуры, навоз, биологические отходы, тяжелые металлы, микроэлементный статус

Вступ

Актуальність роботи. Одним із першочергових завдань у відновленні родючості ґрунтів та підвищенні продуктивності у агросфері є визначення джерел

надходження органічних добрив. До складу органічних добрив входять майже всі елементи живлення, які необхідні для формування урожаю сільськогосподарських культур. Крім того, органічні добрива є основ-

ним джерелом гумусоутворення та покращення фізичних, агрохімічних та біологічних властивостей ґрунтів [14].

Рівень застосування органічних добрив у агросфері постійно зростав до другої половини 90-х років минулого століття. Якщо в 1966-1970 рр. в середньому за рік вносили в ґрунт 132,8 млн т., то в 1986-1990 рр. – 266,6 млн т, а в 2001-2005 рр. – лише 19,0 млн т. Ще менше (10,5 млн. т) внесено під урожай 2008 р. Різке зниження обсягів застосування органічних добрив призвело до від'ємного балансу гумусу в ґрунтах України. З низьким (1-2 %) і дуже низьким (менше 1 %) вмістом гумусу ґрунти піщаного і супіщаного гранулометричного складу поширені переважно на Поліссі – Волинська (87 %), Житомирська (61,4%), Чернігівська (47,1%) і Рівненська (44,9%) області. Великі площі з низьким вмістом гумусу також у Львівській, Чернівецькій, Донецькій, Закарпатській та Київській областях [3, 14].

Традиційні органічні добрива представлені в основному різними видами гною, а саме гній (твердий, рідкий) і пташиний послід, добрива місцевого походження (осади стічних вод міських очисних споруд, тверді побутові відходи, органічні відходи легкої промисловості, сапропелі, ставковий мул тощо), зелене добриво (люпин, середела, буркун, вика озима, чина, еспарцет, гірчиця, гречка), побічна продукція рослинництва (солома, стебла, гичка тощо), торфокомпости. Рідкий гній та пташиний послід, продукти механічної і біологічної переробки промислових тваринницьких комплексів (рідка фракція, надлишковий активний мул, біологічно очищені стоки) мають перспективу безпосереднього внесення у ґрунт після встановлених строків знезаражування у гноєсховищах та ставках-нагромаджувачах у нормах, що не перевищують 150 кг/га загального азоту [14].

З екологічної точки зору відходи тваринництва, а саме гнойові стоки і безпідстилковий гній можуть стати сировиною для отримання корисних продуктів за допомогою біотехнологічних методів. У роботах Лекомцевої С. В. показана висока ефективність використання продуктів анаеробної переробки безпідстилкового гною як добрива овочевих культур в умовах Середнього Передуралья. [17].

Багатьма дослідженнями в різних країнах встановлено, що одним із раціональних

шляхів підвищення ефективності органічних та мінеральних добрив і зменшення їхнього негативного впливу на навколишнє середовище (ґрунти, ґрунтові та поверхневі води, тощо) є застосування нових органічно-мінеральних добрив (ОМД) пролонгованої дії, з яких поступово вивільняються поживні речовини під час взаємодії з ґрунтом впродовж вегетаційного періоду рослин, що обумовлює їхні екологічні, агрономічні та економічні переваги порівняно зі стандартними формами добрив [15, 18].

Останнім часом в Україні розроблені технології, які передбачають поєднання органічних і мінеральних добрив у новій – органічно-мінеральній формі. Основним завданням дослідників було в поєднанні позитивних властивостей обох компонентів і за можливості позбутися негативних. На першому етапі досліджень ОМД являли собою фактично просту суміш органічних та мінеральних добрив, у якій дози мінеральних добрив розраховували виходячи з потреби сільськогосподарських культур в елементах живлення. Позитивною стороною таких простих сумішей є те, що частина елементів живлення, що входять до складу мінеральних добрив, могла переходити в обміннофіксовані форми, що унеможливило їх втрати шляхом вимивання і подовжувало термін вивільнення елементів живлення через мінералізацію органічної складової [24].

Дослідивши процеси трансформації та взаємодії гетерогенних систем вчені розробили технологію виробництва ОМД зі змінним співвідношенням поживних і гумусових речовин, що досягається шляхом модернізації формули добрива. В основу розробки покладено концептуальну модель формування гумусових сполук у процесі біокондиціонування органічних відходів та концептуальні положення щодо виробництва комплексних ОМД [4, 21, 24].

Технологією виробництва є процес регульованого аерокондиціонування органічно-мінеральної пульпи з використанням сучасного обладнання та вимірювальних приладів для контролю процесу. Мета аерокондиціонування – одержання стабільної маси, збагаченої фізіологічно активними речовинами та біогенними елементами, значна частина яких зв'язана з високогуміфікованою органічною речовиною в органічно-мінеральному комплексі, що перешкоджає вимиванню та подальшій ретрограда-

ції поживних речовин у ґрунті після внесення добрив. Для оптимізації живлення рослин на початковому етапі росту та розвитку до одержаної кондиційованої субстанції додають стартову дозу поживних речовин. Добривам надають склад та вміст поживних речовин, з урахуванням особливостей конкретної культури залежно від ґрунтово-кліматичної зони її вирощування. На основі багаторічних досліджень розроблено методичні підходи до розрахунку складу ОМД та їхню рецептуру під основні сільськогосподарські культури для різних зон України, оптимальні дози внесення яких складають 0,4-1,5 т/га в перерахунку на 20% вологість. Складовою органічною частиною таких комплексних добрив можуть бути також озерні і чорноморські сапропелі та сапропелевидні мули, торф низинний і перехідний, незаражені осади стічних вод міських очисних споруд. [4, 14, 21, 24].

Основним резервом для поповнення органічної речовини ґрунту на найближчу перспективу залишається побічна продукція рослинництва (солома, стебла, гичка, огуд та ін.), яка залишається на полі в подрібненому стані. Доповнення побічної продукції зеленими добривами в зонах достатнього зволоження або на зрошуваних землях є складовою частиною поповнення ґрунту органічною речовиною. У майбутніх технологіях залучення органічної речовини антропогенних відходів до складу органо-мінеральних і біоактивних добрив матиме пріоритетний напрям. Також важливим джерелом органічної речовини є органічна активна речовина (біогумус, гумісол тощо), яку створюють біологічним чи технологічним способами. [14].

На сьогоднішній день ринок гумінових препаратів в Україні швидко розвивається. Сьогодні у всьому світі існує кілька основних технологій виробництва «промислових» гуматів, одне з серйозних відмінностей цих технологій – це вибір сировини. Перша і найстаріша технологія виробництва – виробництво гуматів з бурого вугілля. Дана технологія вперше була розроблена в Дніпропетровську Лідією Хрисьвою в 1919 році. З тих пір основні принципи виробництва не змінилися, у багатьох країнах світу проводять «вугільні гумати» різної якості. В більшості своїй це препарати з низьким вмістом гумінових речовин і значним вмістом баластної частини. Друга найбільш поширена технологія виробництва

гумінових речовин з торфу. Торф - це унікальна сировина для виробництва гумінових речовин. Гумінові препарати з торфу як правило містять досить багато фульвових кислот і низькомолекулярних гумінових речовин, в зв'язку з чим є хорошими препаратами для листових обробок. Третя група гумінових препаратів – це препарати, які виробляються з лігніну. Дані препарати відрізняються високою концентрацією діючої речовини в повністю розчинній сухій і рідкій препаративних формах. Гумінові препарати, одержувані з лігніну, із-за гнучкої технології виробництва можуть містити від 30 до 70% фульвових кислот в своєму складі. В Україні зареєстровано ряд гумінових препаратів, одержуваних з лігніну під торговою маркою «Лігногумат». У четверту групу гумінових препаратів можна віднести безліч інших технологій виробництва, оскільки не дивлячись на те, що існують гумінові препарати з водоростей, сапропелю, біогумусу, осадів стічних вод та ін., виробництво таких препаратів вкрай невелика в порівнянні з першими трьома групами [16].

Висока ефективність внесення гуматів при посадці та підживленні встановлена численними дослідженнями [13, 23].

У польових дослідах 2006-2008 рр. встановлено, що препарат гумату калію-натрію з мікроелементами підвищував польову схожість насіння, збільшував темпи накопичення надземної біомаси і споживання елементів живлення, позитивно впливав на вміст хлорофілу і водоутримуючу здатність листя озимої пшениці. Обробка насіння і подальше двократне обприскування вегетуючих рослин підвищили врожайність зерна на 0,63 т / га при розміщенні пшениці по чистих парах і на 0,47 т / га після непарових попередників [23].

При виробництві органо-мінеральних добрив на основі гуматів на промисловій основі виникає проблема утилізації залишкового органічного продукту. З агроекологічної точки зору ці відходи виробництва можуть стати цінним джерелом добрива сільськогосподарських культур.

Виробництво свіжої овочевої продукції відіграє виключно важливу роль у забезпеченні населення вітамінами, мінеральними і біологічно активними речовинами. Отримання високої врожайності овочевих культур високої якості можливо при науково-обґрунтованому сучасному підході до використання добрив з урахуванням родю-

чості ґрунтів. У зв'язку з цим вивчення використання нетрадиційних органічних добрив в овочівництві, в тому числі, органічних відходів при отриманні гуматів, дає можливість підвищення врожайності овочевих культур і отримання екологічно чистої продукції.

Мета досліджень. Визначення агро-екологічної ефективності використання залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною великої рогатої

худоби (ВРХ) в якості добрива овочевих культур.

Об'єкт дослідження: ґрунт дослідної ділянки, продукт фізико-хімічної переробки гною ВРХ, овочева продукція, яка вирощувалася при його використанні в якості добрива.

Предмет дослідження: хімічний склад ґрунту, залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною ВРХ та овочевої продукції.

Методи дослідження

Зразки ґрунту (мішаний зразок з п'яти свердловин) відібрано з шару ґрунту 0 - 20 см, згідно вимогам до відбору зразків ґрунту ДСТУ 4287-2004 [12]. Зразки рослинної продукції відбирали на тих самих ділянках, де проводився відбір ґрунтових проб. Підготовка проб рослинної продукції до лабораторних досліджень проводилася відповідно ГОСТу 26929-94 [7].

Аналіз зразків рослинної продукції проведено на вміст важких металів в хімічно-аналітичній науково-дослідній лабора-

торії екологічного факультету ХНУ імені В.Н. Каразіна.

Аналіз зразків ґрунту та залишкового органічного продукту переробки гною ВРХ проведено в аналітичній лабораторії у ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського. В ґрунтових зразках визначено рухомі форми ВМ (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) в буферній амонійно-ацетатній витяжці (рН 4,8) методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії [11, 22].

Результати дослідження

З метою вивчення агро-екологічної ефективності застосування залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною великої рогатої худоби (ВРХ) – в якості добрива овочевих культур у 2015 - 16 рр. проведено ряд польових та лабораторних досліджень.

Для основного удобрення овочевих культур використано залишковий органічний продукт фізико-хімічної переробки гною великої рогатої худоби (ВРХ), а саме біологічні відходи при виробництві добрива ТОПЕРС.

ТОПЕРС – водорозчинне комплексне добриво, що вироблене з органічної речовини природного походження шляхом електролітичної дисоціації та іонізації базисного розчину. Патент на спосіб одержання добрива № 87003 ПА [База патентів України [2].

ТОПЕРС містить водорозчинні сполуки азоту у вигляді нітратів, амонію, карбаміду; фосфору – у вигляді однозаміщеного залишку фосфорної кислоти, а також кальцію, магнію та мікроелементів у іонній формі. Концентрація поживних елементів у базисному розчині аналогічна по складу та відповідає середньому їх вмісту в рослинній

масі вегетуючих зелених рослин. Використання робочого розчину ТОПЕРС у вигляді обробки вегетативної маси рослин дозволяє досягти м'якого стимулювання природних біохімічних процесів, що проходять на клітинному рівні [20].

Але, з екологічної точки зору, стверджувати про екологічну безпеку виведеного на агроринок продукту можливо тільки після комплексної оцінки безпеки технології виробництва добрива для довкілля, в тому числі і оцінки подальшого поведіння з відходами виробництва.

Виходячи з припущення, що завдяки активній електролітичній обробці первинного матеріалу спостерігається не тільки іонізація отриманого розчину, а й активізація іонного середовища твердої залишкової фракції гною. Це дозволяє припустити ствердження про високу активність поживних речовин в органічних залишках при використанні їх в якості добрива.

Органічні залишки виробництва добрива восени 2015 року вносили під основний обробіток ґрунту з розрахунку 60 т/га під білокачанну капусту гібриду F1 «Агресор», перець солодкий сорту «Подарунок Молдо-

ви», 40 т/га під моркву сорту «Артек». Репрезентативні ділянки закладені на присадибній ділянці с. Докучаєвське. Площа репрезентативної ділянки під кожну культуру складала 20 м².

Результати дослідження вмісту важких металів у ґрунті на дослідних ділянках представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Вміст важких металів у ґрунті на дослідних ділянках с. Докучаєвське, мг/кг

Проба	Вміст металів, мг/кг								
	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Ґрунт	0,01	0,38	0,41	0,53	0,26	4,98	0,06	1,39	0,31
Залишковий органічний продукт	0,01	0,01	1,68	5,88	2,72	60	0,13	2,83	44,95
Залишковий органічний продукт 60 т/га	0,01	0,01	0,42	1,24	0,43	19,84	0,47	0,92	16,27
ГДК	0,7	5,0	6,0	3,0	-	-	4,0	6,0	23,0
Фон *	0,05	0,5	0,1	0,5	2	43	1	0,5	0,95

ФОН* - фоновий вміст рухомих форм ВМ у ґрунтах Харківської області [10]

Екологічний стан досліджуваних ґрунтів. Екологічний стан ґрунтів за ступенем забруднення ВМ, згідно ГОСТ 17.4.3.06-86, визначають за гранично допустимою концентрацією (ГДК) та за фоновим вмістом металів у ґрунті [6]. З результатів проведеного дослідження визначено, що жоден з елементів не перевищує ГДК рухомих форм ВМ у ґрунті (табл.1).

За прийнятою у другій половині минулого віку системою гранично-допустимих концентрацій (ГДК) небезпечність оцінювалась за здатністю забруднювача переходити до суміжних середовищ (повітря, ґрунтові води), транслокацією до рослин та негативному впливу на ґрунтову мікробіоту. Відповідно до цього визначались повітряно-міграційні, водно-міграційні, транслокаційні та загальносанітарні показники шкідливості. Неврахування цією системою різноманітних геохімічних і ґрунтових умов призводило до того, що забрудненими часто вважали ґрунти з природною аномальністю за окремими елементами або давалася однакова оцінка забрудненню легких за гранулометричним складом

ґрунтів Полісся та високобуферних чорноземів півдня України. Тому на теперішній час базовими нормативами екологічної регламентації є порогові рівні вмісту ВМ за імпактного забруднення ВМ (в межах 3 – 80 кратного перевищення регіонального фонового вмісту) ґрунтів різного гранулометричного складу зон Лісостепу та Степу України. Відсутність екологічної шкоди – до 3-х разового перевищення регіонального фону вмісту ВМ; фітотоксична дія ВМ – від 3 - 5 разового перевищення регіонального фону вмісту ВМ; деградація ґрунту – від 60- разового перевищення регіонального фону вмісту ВМ [9].

Тому наступний етап роботи – порівняння вмісту рухомих форм ВМ з регіональним фоном за допомогою коефіцієнтів концентрацій [8] та встановлення ступеню забруднення ґрунтів. Розрахунки коефіцієнтів концентрації ВМ представлено в таблиці 2. Визначення ступеню перевищення вмісту хімічних елементів у ґрунтах дослідних ділянок над природним регіональним геохімічним фоном за допомогою коефіцієнтів

Таблиця 2

Коефіцієнти концентрацій ВМ для шару ґрунту 0 – 20 см на дослідній ділянці с. Докучаєвське

Проба	Вміст важких металів, мг/кг								
	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Ґрунт	0,20	0,76	4,10	1,06	0,13	0,12	0,06	2,78	0,33
Залишковий органічний продукт 60 т/га	0,20	0,02	4,20	2,48	0,22	0,46	0,47	1,84	17,13

концентрацій виявило моноелементний характер забруднення за Сг ділянки без внесення добрива та поліелементний характер забруднення удобреної ділянки за Сг та Zn. Згідно існуючій градації перш за все з боку Zn можливо проявлення фітотоксичної дії, так як перевищення фону складає 17,33 разів.

Сумарний показник забруднення природного компоненту Z_{Cj} розраховується за формулою:

$$Z_{Cj} = \sum K_{Cj} - (n - 1)$$

де: K_{Cj} – коефіцієнт концентрації ВМ; j – компонент ландшафту (в дослідженнях це грунт); n – загальна кількість врахованих хімічних елементів (підсумовується значення $K_{Cj} > 1$) [8].

Тобто розрахунок сумарного показника забруднення показав, що грунт удобреної дослідної ділянки відноситься до слабозабруднених ґрунтів ($Z_{Cj} = 21,65$).

Оцінка мікроелементного статусу ґрунту дослідних ділянок та залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною ВРХ. Показники, що характеризують кількісний вміст мікроелементи (МЕ) та важких металів (ВМ), дозволяють

визначення не тільки характеру (моно- та поліелементний) забруднення ВМ, а також і нестачу МЕ у ґрунті [10].

Тому для розкриття теми оцінки мікроелементного статусу ґрунтів дослідних ділянок проаналізуємо рівні забезпеченості ґрунтів рухомими формами фізіологічно необхідних мікроелементів.

Виходячи з потреби різних культур на мікроелементи існує відповідна градація:

а) рослини невисокого виносу мікроелементів – зернові колосові культури, кукурудза, зернобобові, картопля;

б) рослини підвищеного винесення мікроелементів – коренеплоди (цукрові, кормові, столовий буряк і морква), овочі, багаторічні трави (бобові і злакові), соняшник;

с) рослини високого виносу мікроелементів – сільськогосподарські культури, що вирощуються в умовах зрошення на фоні високих доз мінеральних добрив [5].

В досліді овочеві культури вирощувалися на удобреному фоні в умовах зрошення, оцінку рівня забезпеченості ґрунтів рухомими формами фізіологічно необхідних МЕ проводилося за допомогою таблиці 3.

Таблиця 3

Рівні забезпеченості ґрунтів рухомими формами фізіологічно необхідних МЕ для рослин високого виносу МЕ, мг/кг ґрунту [5]

Забезпеченість	Mn	Cu	Zn
Низька	< 20	< 0,5	< 5
Середня	20 - 40	0,5 - 1	5 - 10
Висока	> 40	> 1	> 10

Аналіз рівня забезпеченості ґрунту, в який внесено залишковий органічний продукт рухомими формами фізіологічно необхідних МЕ показав, що цей агроприйом сприяв підвищенню забезпеченості ґрунту Mn з низької до середньої, з середньої до високої для Cu та Zn. Ґрунт ділянки без внесення органічного добрива має низькі показники за Mn та Zn, середні – за забезпеченістю Cu.

Необхідно відмітити високу ефективність внесення залишкового органічного продукту на вміст рухомого свинцю. Цей агроприйом знизив його рухомість в ґрунті майже на 34%.

Аналіз вмісту МЕ в залишковому органічному продукті переробки гною ВРХ показав, що він містить марганець, мідь, цинк в кількостях, відповідаючих нижній границі інтервалу значень, притаманних необробленому гною. Так, кількість марганцю у гною складає 75 – 549 [1], в дослідному зразку – 60 мг/кг, міді – 7,6 - 40,8, цинку 0,84 - 4,18 [1], в

зразку – 5,88, 44,95 мг/кг відповідно. Тобто, за своїм мікроелементним статусом він відповідає складу гною.

Оцінка агроприйому імовірному сприянню хімічній деградації ґрунтів за показниками в містгу ВМ. За даними В. В. Медведєва хімічна деградація ґрунтів України за наступними елементами відсутня, якщо вміст марганцю < 50, цинку < 11, міді < 1,5, кобальту < 2,5, свинцю < 3,0 мг/кг, вміст кадмію не перевищує 3 разів фонового вмісту [19]. Результати порівняння свідчать: ні за марганцем, ні за міддю та кобальтом, ні за свинцем та кадмієм не спостерігається це негативне явище. Але за цинком при його вмісті 16,27 мг/кг наявна тенденція до слабого ступеню деградації, яка знаходиться в межах 11 – 23 мг/кг ґрунту.

Оцінка екологічної якості овочевої продукції, яка вирощувалася при внесенні залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною ВРХ в

Таблиця 4

Вміст ВМ в овочевій продукції при внесенні залишкового органічного продукту, мг/кг повітряно-сухої маси

Овочі	Важкі метали				
	Cr	Zn	Cu	Cd	Pb
Капуста	0,0077	0,2439	0,0079	0,00003	0
Морква	0,1471	2,349	0,1892	0,0019	0,0721
Перець	0,144	0,7021	0,1846	0,011	0,246
ГДК	0,2	10,0	5,0	0,03	0,5

якості добрива. Наступний етап – визначення вмісту ВМ в овочевій продукції, результати якого зазначені у таблиці 4.

Аналіз результатів зразків овочів показав, що вміст ВМ в овочах по Cd, Cr, Cu, Zn, Pb не перевищує ГДК. Вміст цинку та міді найбільший в моркві, при цьому не перевищував 0,24 ГДК, та 0,04 ГДК, відповідно. Вміст хрому також максимальний в моркві, складав – 0,73 ГДК. Вміст свинцю виявився максимальним у перці солодкому,

він складав 0,5 ГДК. Вміст кадмію дуже незначний в усіх зразках овочів, він не перевищував 0,06 ГДК.

Для виявлення особливостей накопичення важких металів у капусті, моркві та перцю солодкому розраховано коефіцієнти біоаккумуляції (K_6) для кожного хімічного елементу. Значення коефіцієнтів біоаккумуляції (K_6) для овочів представлено у табл. 5.

Таблиця 5

Коефіцієнти біоаккумуляції в овочевій продукції при внесенні залишкового органічного продукту

Овочі	Cr	Zn	Cu	Cd	Pb
Капуста	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Морква	0,35	0,14	0,15	0,19	0,08
Перець	0,34	0,04	0,15	1,10	0,27

Таким чином, виходячи зі значення коефіцієнтів біоаккумуляції для овочів, які вирощувалися при основному внесенні залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною великої рогатої худоби, можна визначити, що капуста

та морква не накопичують в господарській частці урожаю важких металів. Що стосується перцю солодкого, то в його плодах спостерігається незначне накопичення кадмію ($K_6 = 1,1$).

Висновки

Оцінка небезпеки ґрунтів за ступенем забруднення їх ВМ щодо перевищення ГДК виявила, що вміст хімічних елементів (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn,) в ґрунті не перевищував норм ГДК.

Виявлений моноелементний характер забруднення за Cr ділянки без внесення добрива та поліелементний характер забруднення удобреної ділянки за Cr та Zn. Згідно існуючій градації з боку Zn можливо проявлення фітотоксичної дії, так як перевищення фону по цьому показнику складає 17,33 разів.

Ґрунт удобреної дослідної ділянки відноситься до слабозабруднених ґрунтів ($Z_{Cl} = 21,65$).

Оцінка мікроелементного статусу ґрунту удобреної ділянки показала, що внесення

залишкового органічного продукту сприяло підвищенню забезпеченості ґрунту Mn з низької до середньої, з середньої до високої для Cu та Zn.

Внесення залишкового органічного продукту сприяло зниженню рухомості свинцю в ґрунті майже на 34%.

Оцінка мікроелементного статусу залишкового органічного продукту переробки гною ВРХ показала, що він містить марганець, мідь, цинк в кількостях, яка відповідає нижній границі інтервалу значень, притаманному необробленому гною. Вміст марганцю у гної складає 60 мг/кг, міді – 5,88 мг/кг, цинку – 44,95 мг/кг.

Оцінка досліджуваного агроприйому імовірно сприяло хімічній деградації

ґрунтів за показниками вмісту ВМ показала, що ні за марганцем, ні за міддю та кобальтом, ні за свинцем та кадмієм не спостерігається це негативне явище. Але за цинком при його вмісті 16,27 мг/кг наявна тенденція до слабого ступеню деградації.

Вміст ВМ в овочах по Cd, Cr, Cu, Zn, Pb не перевищує ГДК. Вміст цинку та міді найбільший в моркві, при цьому не перевищував 0,24 ГДК та 0,04 ГДК відповідно. Вміст хрому також максимальний в моркві, складав 0,73 ГДК. Вміст свинцю виявився максимальним у перці солодкому, він складав 0,5 ГДК. Вміст кадмію був дуже незначний в

усіх вивчаємих зразках овочів, він не перевищував 0,06 ГДК.

Капуста та морква не накопичують в господарській частці урожаю важких металів. Що стосується перцю солодкого, то в його плодах спостерігається незначне накопичення кадмію ($K_6 = 1,1$).

Таким чином, дослідження показали високу агроекологічну ефективність використання залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною ВРХ в якості добрива для отримання екологічно безпечної овочевої продукції.

Література

1. Артюшин А. М. Краткий справочник по удобрениям. М.: Колос. – 1971. 288 с.
2. База патентів України// URL: <http://uapatents.com/5-87003-sposib-oderzhannya-dobriva.html>
3. Балюк С. А., Медведєв В. В., Мірошніченко М. М., Скрильник Є. В. та ін. Екологічний стан ґрунтів в Україні// Український географічний журнал. 2015 р. № 2. С. 38-42.
4. Бацула О. О., Скрильник Є. В. Концептуальна модель механізму гумусоутворення // Вісник ХДАУ Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство». 2001 № 3. С. 45-52.
5. Важенін І. Г. Методические указания по агрохимическому обслуживанию и картографированию почв на содержание микроэлементов. М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1976.- 212с.
6. ГОСТ 17.4.3.06-86. Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ.
7. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Минерализация для определения содержания токсичных элементов (Сировина і продукти харчові. Підготування проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних елементів).
8. Гуцуляк В. М. Ландшафтно – геохімічна екологія Ч.: Рута, 2001.248с.
9. Детоксикація важких металів у ґрунтовій системі. Методичні рекомендації. / Укладачі: д. с.-г. н., проф. Фатєєв А. І.; к. с.-г. н., ст. н. с. Самохвалова В. Л. – Харків: КП «Міськдрук», 2012. – 70 с.
10. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт-рослина / За редакцією д.с.-г. наук, професора Фатєєва А. І., к.с.-г. наук Самохвалової В. Л. – Харків: КП «Міськдрук», 2012. – 146с.
11. ДСТУ 4770.1 - 9:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектроскопії – К.: Держспоживстандарт України. – 2009. – 117 с.
12. ДСТУ4287-2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. – К.: Держспоживстандарт України. 2005. 5 с.
13. Зудилов Н. И., Антонова О. И. Эффективность нетрадиционных жидких органических удобрений при возделывании томатов // Вестник Алтайского ГАУ. — 2006. № 3. -С. 19-23.
14. Концепція агрохімічного забезпечення землеробства України на період до 2015 року. – Х.: Міськдрук, 2009. – 37 с.
15. Крамарев С. М., Матросов А. С. Физико-механические свойства нового вида органоминерального удобрения пролонгированного действия // Агрохимия. -2003. № 2. С.37-44.
16. Кто есть кто на рынке гуматов // URL: <http://www.rodonit.ua/publikacii/kto-est-kto-na-rynke-gumatov>
17. Лекомцева Е. В. Эффективность использования продукта анаэробной переработки навоза в качестве удобрения овощных культур в условиях Среднего Предуралья URL: <http://www.dissercat.com/content/effektivnost-ispolzovaniya-produkta-anaerobnoi-pererabotki-navoza-v-kachestve-udobreniya-ovo#ixzz4OxU74hSx>
18. Ляковский М.И. Влияние сложного органоминерального удобрения на основе гидролизного лигнина на рост и продуктивность овощных культур // Агрохимия. - 2003. № 4. С. 29-38.
19. Медведєв В. В. Мониторинг почв Украины. Концепция. Итоги. Задачи. (2-е издание). – Харьков.: КП «Городская типография». 2012. – 536 с.
20. Новітні продукти в системі живлення рослин / URL: <http://www.m-dachnik.com/content/images/goods/Organicheskoe%20udobrenie%20Topers.pdf>
21. Скрильник Є. В., Бацула О. О., Розумна Р. А. [та ін.]Перспективи і напрями виробництва та застосування органіко-мінеральних добрив і біостимуляторів в землеробстві України // Вісник аграрної науки Півд. рег. 2000. Вип. 1. С. 223-228.
22. Прайс В. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 360 с.
23. Пронько В. В., Корсаков К. В. Эффективность солей гуминовых кислот при возделывании озимой пшеницы на южных черноземах Поволжья // Агрохимия № 8. 2011. С. 51-59.
24. Скрильник Є. В. Агрохімічні підходи до виробництва органіко-мінеральних добрив та ефективність їх застосування у короткоротаційних сівозмінах// Агрохімія і ґрунтознавство. Вип. 82. 2008 р. С 1-5.

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

UDC 630*114.2

A. LISNYAK, assist. prof., PhD.,
V. N. Karazin Kharkiv National University
6 Svobody Sq., 61077, Ukraine

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky
Pushkinska st. 86, Kharkiv, 61024, Ukraine
laa.79@mail.ru

S. TORMA, PhD.

National Agricultural and Food Centre, Soil Science and Conservation Research Institute Bratislav
regional work place Presov, Raymannova st. 1, 080 01 Prešov, Slovak Republic

AGROECOLOGICAL RESEARCH OF PH VALUE IN ACIDIC SOILS AT LIMING ABSENCE

Purpose. Agroecological research of soil pH value in acidic soils at liming absence on agricultural lands. **Methods.** To determine of soil pH value in acid soils used electrometer (potentiometric) method. **Results.** Soil investigation oriented to soil reaction study took place on Slovak farms Nemšová and Osikov in 2010 and repeated after four years again. In the agricultural enterprise Nemšová neutral and alkaline soil acreage (pH value above 6.6) decreased from 1008 ha to 190 ha in period 2010-2014 (decrease 82 per cent) and contrary soil acreage with pH value below 5.5 increased from 274 ha to 569 ha in the same period. In the agricultural enterprise Osikov acreage with pH value above 6.6 was reduced in period 2010-2014 from 1548 ha to 178 ha (decrease 90 per cent), while acid and strong acid soils (pH lower than 5.5) increased from 138 ha to 838 ha in the same period. **Conclusions.** It confirmed that liming absence resulted in soil reaction rapid decrease in natural way - by calcium and magnesium resorption with crops, their leaching into deeper soil horizons, their outflow with erosion but also with acid rains impact or physiologically acid fertilization.

Keywords: soil reaction, pH, agroecological research, liming absence

Лісняк А.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації
імені Г. М. Висоцького

Торма С.

Братиславський науково-дослідний інститут ґрунтознавства та охорони ґрунтів

АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ pH СЕРЕДОВИЩА В КИСЛИХ ҐРУНТАХ ЗА ВІДСУТНОСТІ ВАПНУВАННЯ

Мета. Агроекологічне дослідження на сільськогосподарських землях значення рН середовища в кислих ґрунтах при відсутності вапнування. **Методи.** Для визначення рН середовища в кислих ґрунтах використовувався електрометричний (потенціометричний) метод визначення. **Результати.** Вивчення реакції середовища в ґрунтах проведено на словацьких фермах Немшова і Осіков в 2010 році та повторно проведено через чотири роки. В сільськогосподарському підприємстві Немшова площі нейтральних і лужних ґрунтів (рН вище 6,6) в період 2010-2014 рр. скоротилися з 1008 га до 190 га (82% зниження) і навпаки посівних площ з рН ґрунтів нижче 5,5 збільшилися з 274 га до 569 га за цей же період. В сільськогосподарському підприємстві Осіков площі зі значенням рН вище 6,6 скоротилися в період 2010-2014 рр. з 1548 га до 178 га (зниження на 90%), в той час як сильно кислі і кислі ґрунти (нижче рН 5,5) збільшилися з 138 га до 838 га за цей же період. **Висновки.** Підтверджено, що відсутність вапнування призвело до швидкого зниження реакції ґрунтового середовища природним чином – за рахунок виносу кальцію і магнію культурами, їх вилуговуванням в більш глибокі горизонти ґрунту, їх змив з ерозією, а також з кислотним впливом дощів або фізіологічно кислих добрив.

Ключові слова: ґрунтової реакції, рН, агроекологічне дослідження, відсутність вапнування

Лисняк А.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

Харьковский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени Г. Н. Высоцкого

Торма С.

Научно-исследовательский институт почвоведения и охраны почв в Братиславе

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ pH СРЕДЫ В КИСЛЫХ ПОЧВАХ ПРИ ОТСУТСТВИИ ИЗВЕСТКОВАНИЯ

Цель. Агроэкологическое исследование на сельскохозяйственных землях значения pH среды в кислых почвах при отсутствии известкования. **Методы.** Для определения pH среды в кислых почвах использовался электрометрический (потенциометрический) метод определения. **Результаты.** Изучение реакции среды в почвах было проведено на словацких фермах Немшова и Осиков в 2010 году и повторно проведено через четыре года. В сельскохозяйственном предприятии Немшова площади нейтральных и щелочных почв (pH выше 6,6) в период 2010-2014 годов сократились с 1008 га до 190 га (снижение 82 %) и наоборот посевных площадей с pH почв ниже 5,5 увеличилось с 274 га до 569 га за этот же период. В сельскохозяйственном предприятии Осиков площади со значением pH выше 6,6 сократились в период 2010-2014 годов с 1548 га до 178 га (снижение на 90 %), в то время как сильно кислые и кислые почвы (pH ниже 5,5) увеличились с 138 га до 838 га за этот же период. **Выводы.** Подтверждено, что отсутствие известкования привело к быстрому снижению реакции почвенной среды естественным образом – за счёт выноса кальция и магния культурами, их выщелачиванием в более глубокие горизонты почвы, их смыв с эрозией, а также с кислотным воздействием дождей или физиологически кислых удобрений.

Ключевые слова: почвенная реакция, pH, агроэкологическое исследование, отсутствие известкования

Introduction

Soil reaction, as one of basic agrochemical soil properties, reflects the properties of most active gently dispersed soil fractions, particularly their ratio of basic cations saturation to hydrogen. Formation of qualitative and quantitative ratios of soil saturation is result of interactive action of all factors in soil development process.

Acid soil reaction has many negative phenomena with impact both on soil itself and crop grown. Some of them are mentioned below:

- very acid soil reaction brings about phosphorus chemical fixation and phosphorus is not available for plants;
- potassium is less fixed with soil at low soil pH value and it is easier washed out of soil horizons. These two phenomena are resulting into mentioned nutrients lower uptake by plants that is not beneficial, particularly at parallel limited fertilization with these nutrients;

- the microelement uptake with plants is various in dependence on soil pH value, e.g. iron, manganese and copper mobility increases in acid environment, but molybdenum, that positively influences on rhizobial bacteria development, is almost infunctional in environment with pH under 5.0;

- lower soil pH value supports heavy metals mobility that easier enter crops as well as food chain [1, 3];

- humus quality decreased at acid soil reaction due to low ratio of humic acids to fulvic acids [4, 6];

- acid soils have not stable structure and easily undergo erosion [5, 6];

- biological activity of acid soils is low, because all useful microflora and microfauna perishes. Therefore nitrification ability is low, cellulose decomposition is of small intensity and extent of breathing in soil is decreased.

Material and methods

As marked example of soil acidification at zero liming, two agricultural enterprises were chosen. They are Agricultural Co-operative (PD) Osikov (north-east of Slovakia) and Agricultural Co-operative (PD) Nemšová (west of Slovakia).

Soil forming substratum in PD Osikov territory is Carpathian Flysch in typical development that is composed of sandstones alter-

nated with slate and sandy mudstones. Quaternary is represented with deluviums and solifluction looms with majority of deluviums. All the groups of deluvial sediments have, as a rule, acid character and are mixed with the skeleton of flysch rocks. Holocene is located in drainage area of the Sekčov brook and in drainage area of other brooks. It is built of non calcareous to weak calcareous alluvial sedi-

ments of variable depth and texture. Main soil types are Dystric Planosols, Cambisols and Rankers.

In the PD Nemšová territory soil forming substrata in alluviums of the rivers Váh and Vlára are Holocene sediments most carbonate. There are loam of loess, Mesozoic slates and dolomitic limestone in hilly land part of the territory. Main soil representatives are here dystric Planosols, Luvisols and Cambisols.

Results and discussion

Factors affecting soil reaction. Soil reaction is under influence of inner and outer factors. *Inner (endogenous) factors* are including particularly rock chemism and texture (parental material).

Outer factors include:

atmospherical factors - precipitation that penetrate into soil and leach substances effecting soil puffering capacity, as well as soil reaction stability;

biological factors - plant remainders and root secrets that are source of hydrogen ions. Here can be also included calcium and magnesium uptake by plants. Every crop needs these nutrients for its growth in smaller or larger extent as important constituent of its nutrition. Plants resorb mentioned nutrients in

This paper was elaborated based on the newest analytic data of soil solution pH (sampled in 2014), the values were compared with former pH value (2010). Noticeable is that in period of four years there was no application liming materials. Soil reaction change runs in normal way, under influence of paternal rocks, acid precipitation and calcium ions resorption with biomass.

period of their active growth, whereby individual species have different demands (see Table 1) [2];

anthropic factors - soil acidification processes are considerably supported by acid atmospheric deposits with main compound sulphuric oxide. This is main contribution to calcium leaching after its natural dynamics in soil.

Fertilization belongs to other unnegligible factor of soil reaction decrease. Although recently was fertilizer use substantially reduced, particularly phosphorus and potassium ones, it is necessary to realize that most nitrogen fertilizers are physiologically acid (Table 2 – according to Sluismans), therefore their acidification impact should be neutralised.

Table 1

Calcium and magnesium output by some plants

Crop	Ca and Mg output with 1 ton of main product with by-product (kg)			
	CaO	Ca	MgO	Mg
Winter wheat	4 - 6	2.8 - 4.3	4 - 6	2.4 - 3.6
Spring barley	8 - 10	5.7 - 7.1	4 - 6	2.4 - 3.6
Oats	9 - 11	6.4 - 7.9	6 - 8	3.6 - 4.8
Triticale	6 - 9	4.3 - 6.4	5 - 7	3.0 - 4.2
Winter rape	50 - 70	35.7 - 50.0	8 - 11	4.8 - 6.6
Legumes	25 - 40	18 - 28.5	5 - 10	3.0 - 6.0
Sugar beet	3 - 5	2.1 - 3.6	2 - 3.5	1.2 - 2.1
Potatoes	1.1 - 1.5	0.8 - 1.1	0.4 - 1	0.25 - 0.6
Silage maize	4 - 6	2.8 - 4.3	0.3 - 0.6	0.2 - 0.6
Corn maize	7 - 9	5.0 - 6.4	8 - 10	4.8 - 6.0
Alfalfa	4 - 6	2.8 - 4.3	0.5 - 1	0.3 - 0.6
Red clover	4 - 6	2.8 - 4.3	0.5 - 1	0.3 - 0.6

Farmyard manure reduced application contributes to soil acidification, too. As it is well known organic biomass has buffering effect on the processes of acidification by its increase soil buffering capacity.

Soil reaction is linked with Ca^{2+} and Mg^{2+} compounds presence in soil forming substrata (particularly carbonates). In conditions of their surplus soils have alkaline reaction and contrary soil acidity is linked with mentioned compounds absence.

Primary acid soil originated of acid rocks that are minerally poor (no or less

basic compounds), are not able to neutralise quickly enough hydrogen ions of organic, mineral, biotic or abiotic origin.

Acidification could be happen also in secondary way, including substrata containing basic compounds, particularly when located in climatic regions with higher precipitation and soluble acid compounds (CO_2 , fertilizers, acid pollutants etc.) Under these influences calcium and magnesium compounds are released and are leached into lower soil horizons.

Table 2

Calcium equivalent at some fertilizer application

Fertilizers	CaO loss or gain	
	per 100 kg of fertilizer	per 100 kg N
Ammonium sulphate	- 63	- 299
Ammonium nitrate with limestone	- 16	- 58
Urea	- 46	- 100
Kalkamid	+ 35	+ 81
Waterless ammonium	- 82	- 100
Superphosphate (18 %)	0	0
Potassium salts and kieserit	0	0

Soil reaction status in observed farms. At generally well known soil categorisation by soil reaction in 2010 PD Osikov registered only 6.8 per cent soil with pH value under 5.5, almost one half of arable land was neutral and more than one fourth was alkaline (pH 6.6 - 7.2). After the

four years, when liming materials were markedly limited, pH value shift toward acid reaction takes place. Liming materials application was totally absented at PD Osikov. This was reflected in new distribution of arable land according to pH values (Table 3, Figure 1).

Table 3

The soil pH value in farm Osikov

Soil sampling	Share of soils	Soil pH value pH/KCl in arable land					
		< 4.5	4.6 - 5.0	5.1 - 5.5	5.6 - 6.5	6.6 - 7.2	> 7.2
2010	ha	27	34	77	408	963	585
	per cent	1.4	1.7	3.7	19.5	46.0	27.9
2014	ha	60	150	628	532	178	0
	per cent	3.9	9.7	40.8	34.0	11.6	0

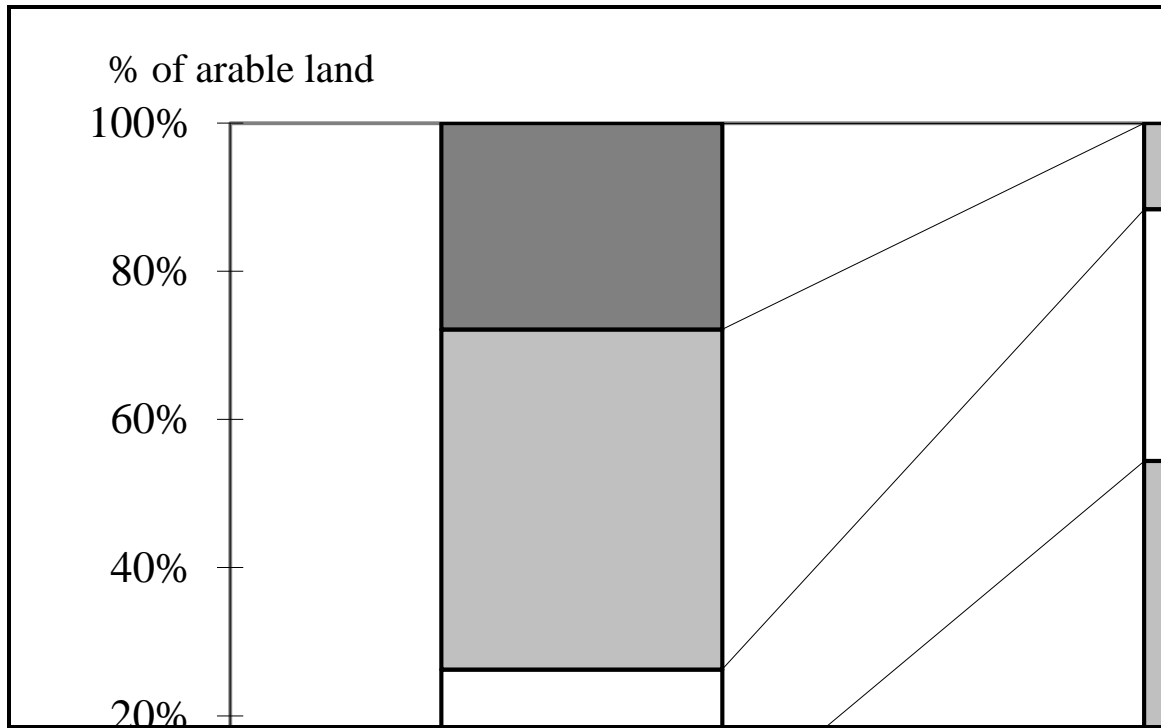


Figure 1 – The change of soil pH value during four years in farm Osikov

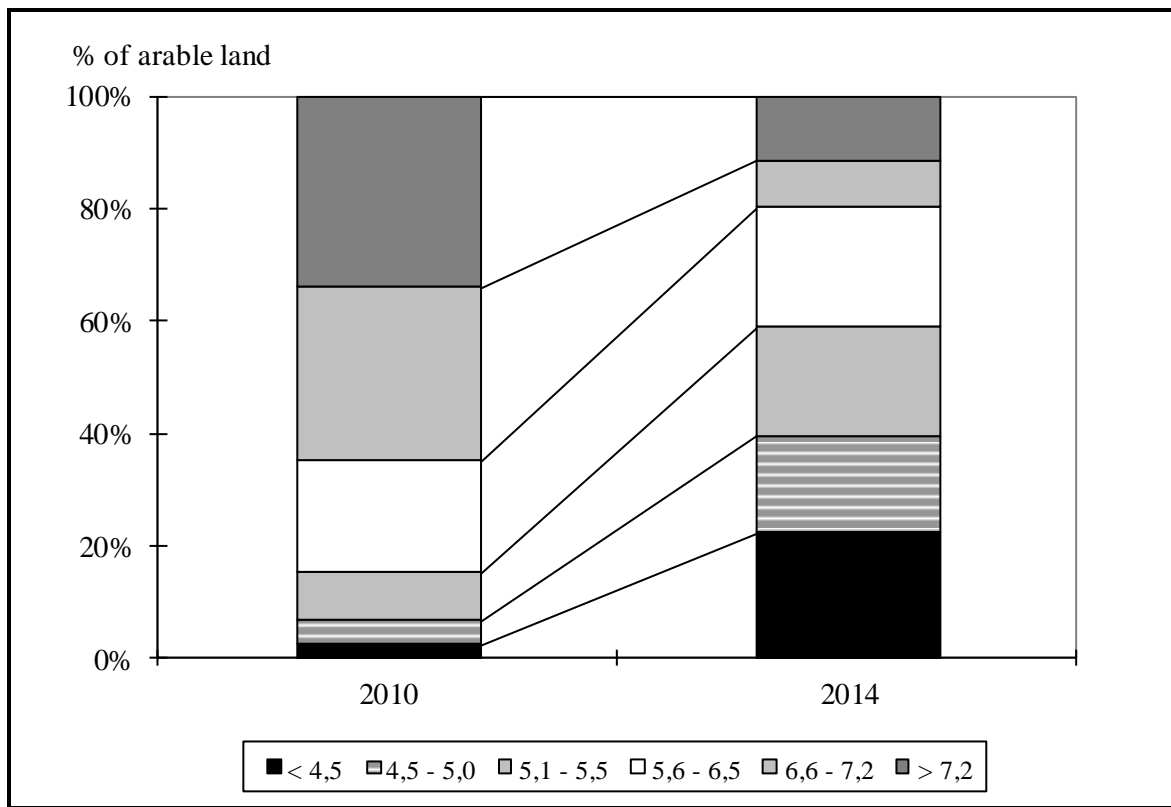


Figure 2 – The change of soil pH value during three years in farm Nemšová

Table 4

The soil pH value in farm Nemšová

Soil sampling Year	Share of soils	Soil pH value pH/KCl in arable land					
		< 4.5	4.6 - 5.0	5.1 - 5.5	5.6 - 6.5	6.6 - 7.2	> 7.2
2010	ha	43	76	155	365	557	451
	%	2.6	4.6	9.4	22.1	33.8	37.5
2014	ha	217	165	187	208	80	110
	%	22.4	17.1	19.3	21.5	8.3	11.4

There was almost 55 per cent of arable land in the category extreme acid, strong acid and acid with pH value lower than 5.5 in 2014. Minimum pH value within the entire farm is 3.6. From Figure 1 is visible that soils with pH above 5.6 (in 2010 belonged here almost all arable land) cover only 45.6 per cent.

The co-operative farm Nemšová showed similar trend in soil reaction evolution in recent four years - non beneficial. Liming materials limited application in recent years resulted in substantial decrease of soil area with alkaline and neutral reaction and vice versa increases of acid soil area, strong acid and

extreme acid soils. From table 4 and Figure 2 is visible that soil share with pH under 4.5 (extreme acid) increased from 2.6 per cent even to 22.4 per cent.

Similarly was increased also share of soils with strong acid and acid reaction so within last Agrochemical Soil Testing we have registered in PD Nemšová almost 60 per cent soil with pH value lower than 5.5. Share of neutral soils decreased from 33.8 per cent to present 8.3 per cent of total area. From this trend is possible to form a picture, what could happen when liming material application remains neglected.

Conclusion

There is a shocking situation from the point of view of soil reaction on both mentioned farms. Areas of soil categories with alkaline and neutral soil reaction were reduced markedly and proportion of acid, strong acid and extreme acid soil reaction (soils with pH value lower than 5.5) increased. This process runs in natural way - leaching and washing out calcium cations, acid character of plant remainders, and calcium natural resorption by crops.

The share of alkaline and neutral soils (pH above 6.6) was reduced in the agricultural

enterprise Nemšová from 1008 ha in 2010 to 190 ha in 2014 and contrary the acidity category with pH value lower than 5.5 increased from 274 ha in 2010 to 596 ha in 2014.

Similar situation is also in agricultural enterprise Osikov. Soil acreage with pH value above 6.6 decreased in period three years from 1548 ha to 178 ha, vice versa acid and strong acid soils acreage (pH value lower than 5.5) increased from 138 ha in 2010 to 838 ha in 2014.

Summary

Soil investigation oriented to soil reaction study took place in two agricultural enterprises in 2010 and it was repeated after four years again. The pH value change at total absence of liming was balanced. It was confirmed that liming absence resulted in soil reaction rapid decrease in natural way - by calcium and magnesium resorption with crops, their leaching into deeper soil horizons, their

outflow with erosion but also with acid rains impact or physiologically acid fertilization.

In the agricultural enterprise Nemšová neutral and alkaline soil acreage (pH value above 6.6) decreased from 1008 ha to 190 ha in period 2010-2014 (decrease 82 per cent) and contrary soil acreage with pH value below 5.5 increased from 274 ha to 569 ha in the same period.

There is even more unbeneficial situation in the agricultural enterprise Osikov. Acreage with pH value above 6.6 was reduced in period 2010-2014 from 1548 ha to 178 ha (decrease 90 per cent), while acid and strong

acid soils (pH lower than 5.5) increased from 138 ha to 838 ha in the same period.

Acknowledgements. This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under contract No. APVV-15-0406 and APVV-0131-11.

Literature

1. Bruess A., Turian G., Noltner D., Schweikle H. Hintergrundwerte substrate-, gesamthalte- und mobile Anteile // Mitteilungen der Bodenkundlichen Gesellschaft, vol. 76, 1995. – pp. 1461-1464.

2. Czuba R., Fotyma M., Glas K., Andres E. Potas - składnik decydujący o wielkości i jakości plonów // IPI - Research Topics No. 16, International Potash Institute, Basel, 1994. – 56 pp.

3. Kollektiv: Die Düngung von Acker- und Grünland nach Ergebnissen der Bodenuntersuchung. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, München, Bayerische Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft und Institut für

flanzenernährung der TU München, Freising-Weihenstephan, 1985. – 36 pp.

4. Masaryk Š., Hraško J., Bábek R. Vápnenie pôd. Príroda – Bratislava, 1980, 185 s.

5. Neuberger, J., Jedlička J., Červená H. Výživa a hnojení plodin. Metodika ÚZPI Praha / J. Neuberger, – Bratislava, 1995. – 64 s.

6. Torma S., Lisnyak A. Comparison of variability of soil acidity of agricultural farms in Slovakia// Людина і довкілля. Проблеми неоекології. 2011. №1-2. С. 113-118. – ISBN 1992-4224.

Надійшла до редколегії 03.10.2016

УДК: 502 (477.82) : 551.510.7

М. В. БОЯРИН, канд. геогр. наук, доц., **І. М. НЕТРОБЧУК**, канд. геогр. наук, доц.,
В. У. ВОЛОШИН, канд. техн. наук, доц.

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки

м. Луцьк, пр. Волі 13

e-mail: maria-sun@ukr.net

ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ЛАНДШАФТІВ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Мета. Аналіз метеорологічних умов для оцінки метеорологічного потенціалу та його взаємозв'язок з рівнями забруднення атмосферного повітря у Волинській області станом на 2015 р. **Методи.** Порівняльно-географічний, аналітичний, узагальнення, систематизації, а також картографічний з використанням комп'ютерних програм MapInfo Professional 8,0. **Результати.** На основі аналізу метеорологічних величин у 2015 р. розраховано показники метеорологічного потенціалу атмосфери за кожен місяць на шести метеостанціях Волинської області. Визначено, що показники метеорологічного потенціалу атмосфери сприятливими для процесів розсіювання забруднюючих речовин у січні, квітні, травні, липні на всіх метеостанціях області, а в лютому, серпні, жовтні та грудні переважали процеси накопичення, що зумовлені наявністю здебільшого днів з туманами та вітрами зі швидкістю 0-1 м/с в осінню-зимовий період. Найбільш рівномірно на метеостанціях області спостерігалися процеси як розсіювання, так і накопичення забруднюючих речовин у повітрі в березні, червні, вересні та листопаді. Найактивніше процеси розсіювання забруднюючих речовин у повітрі спостерігалися на метеостанціях Луцьк, Любешів, Маневичі та Ковель, а процеси накопичення – на метеостанціях Світязь і Володимир-Волинський у серпні та лютому. **Висновки.** Аналіз метеорологічних умов Волинської області підтверджує, що у центральних та південних районах, переважають процеси розсіювання забруднюючих речовин у повітрі упродовж року, які дозволили розмістити промислові об'єкти. У Володимир-Волинському та прилеглих до нього районів не рекомендовано будувати нові підприємства у зв'язку з переважанням процесів накопичення. У північних районах області сформувалися сприятливі природні та метеорологічні умови для рекреації, самоочищення атмосфери.

Ключові слова: метеорологічний потенціал, атмосфера, розсіювання, накопичення, забруднення, забруднююча речовина, ландшафт

Boiaryn M. V., Netrobchuk I. M., Voloshin V. U.

Lesya Ukrainka Eastern European National University

INFLUENCE OF METEOROLOGICAL TERMS ON CONTAMINATION LEVEL ATMOSPHERE OF LANDSCAPES VOLYN REGION

Purpose. Analysis of meteorological terms for the estimation of meteorological potential and his intercommunication with the levels of contamination of atmospheric air in the Volyn region by the state on 2015. **Methods.** Comparatively geographical, analytical, generalization, systematizations, and also cartographic with the use of the computer programs of Mapinfo Professional 8,0. **Results.** On the basis of analysis of meteorological quantities in 2015 the indexes of meteorological potential of atmosphere are expected for every month on six weather-stations of the Volyn region. Determined, that quantities of meteorological potential of atmosphere were favorable to the processes of dispersion of contaminants in January, April, May, July, on all weather-stations of region, and the processes of accumulation, which are predefined a presence mostly days with fogs and, prevailed in February, August, October and December the processes of accumulation, which are predefined a presence mostly days with fogs and winds with speed of 0-1 m/s in an autumn-winter period, prevailed. Most evenly on the weather-stations of region there were processes of both dispersion and accumulation of contaminants, midair in March, June, September and November. More active were the processes of dispersion of contaminants observed on weather-stations Lutsk, Lyubeshiv, Manevichi and Kovel, and processes of accumulation on weather-stations Svityaz' and Volodymyr-Volynsky is in August and February. **Conclusions.** The analysis of meteorological terms of the Volyn region confirms, that in central and South districts, the processes of dispersion of contaminants prevail midair during a year, which allowed to place industrial objects. At Volodymyr-Volynsky and adjoining to him districts it is not recommended to build new enterprises in connection with predominance of processes of accumulation. In northlands an area favourable natural and meteorological terms were formed for recreation, self-wiping of atmosphere.

Keywords: meteorological potential, atmosphere, dispersion, accumulation, contamination, contaminant, landscape

Боярин М. В., Нетробчук И. М., Волошин В. У.

Восточноевропейський національний університет імені Леси Українки

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ЛАНШАФТОВ ВОЛЫНСКОЙ ОБЛАСТИ

Мета. Аналіз метеорологічних умов для оцінки метеорологічного потенціалу і його взаємозв'язку з рівнями забруднення атмосферного повітря в Волинській області станом на 2015 г.

Методи. Сравнительно-географический, аналитический, обобщение, систематизация, картографический с использованием компьютерных программ MapInfo Professional 8,0. **Результати.** На основанні аналізу метеорологічних показателів в 2015 році розраховано значення щомісячного метеорологічного потенціалу атмосфери на шести метеорологічних станціях Волинської області. Визначено, що показники метеорологічного потенціалу атмосфери були сприятливими для процесів розсіювання забруднюючих речовин в січні, квітні, травні, липні на всіх метеорологічних станціях області, а в лютому, серпні, жовтні та грудні домінували процеси накоплення, що обумовлено наявністю днів з туманами та вітром зі швидкістю 0-1 м/с в осінньо-зимній період. Найбільш рівномірно на метеорологічних станціях області процеси розсіювання і накоплення забруднюючих речовин в повітрі спостерігалися в березні, вересні та листопаді. Висока активність процесів розсіювання забруднюючих речовин в повітрі спостерігалася на метеорологічних станціях Луцьк, Любешів, Маневичі, Ковель, а процеси накоплення – на метеорологічних станціях Свитязь Владимир-Волинський в серпні та лютому. **Висновки.** Аналіз метеорологічних умов Волинської області підтверджує, що в центральних та південних районах домінують процеси розсіювання забруднюючих речовин, в повітрі протягом року, які дозволяють розміщення промислових об'єктів на їх території. В Владимир-Волинській та сусідніх районах не рекомендується будівництво нових промислових об'єктів в зв'язку з домінуванням процесів накоплення забруднюючих речовин в атмосфері. В північних районах області сформувалися природні та метеорологічні умови для самоочищення атмосфери, які сприяють розвитку рекреації.

Ключевые слова: метеорологічний потенціал, атмосфера, розсіювання, накоплення, забруднення, забруднюючі речовини, ландшафт

Вступ

Постановка проблеми. Сьогодні надзвичайно актуальною є проблема забруднення атмосферного повітря в містах України зокрема, та в усьому світі загалом. Так, Луцьк серед 53 міст України в 2013 р., займав 20-е місце за кількістю викидів забруднення в атмосферне повітря. За інформацією Головного управління статистики у Волинській області в 2015 р. від стаціонарних і пересувних джерел надійшло 42,9 тис. т забруднюючих речовин, серед них із стаціонарних джерел – 4,7 тис. т і пересувних – 38,2 тис. т. Основним забруднювачем атмосфери є пересувні джерела, від яких у повітря надійшло 89 % від загальної кількості викидів. На думку О. Г. Шевченко [7], рівень забруднення нижнього шару атмосферного повітря в містах, крім викидів від стаціонарних і пересувних джерел, значною мірою залежить від метеорологічних умов. Однак їхній вплив не завжди є однозначним, що ускладнює встановлення зв'язків між ними та концентраціями забруднюючих речовин. Так, в окремі періоди року бувають випадки, коли метеорологічні умови сприяють накопиченню шкідливих речовин в атмосферному повітрі, що призводять до його забруднення. Серед метеорологічних величин найбільший вплив на рівень забруднення атмосферного повітря мають швидкість і напрям вітру, тумани,

опаді, інверсії температури, температура повітря, стратифікація атмосфери. Отже, сьогодні розгляд питань впливу метеорологічних умов на рівень забруднення атмосфери, є актуальним і не викликає сумніву.

Останнім часом з'явилась ціла низка наукових праць, де розглядається вплив окремих метеорологічних величин на стан забруднення атмосферного повітря. Так, зокрема інформацію про температурний режим, тумани, напрям та швидкість вітру, опаді та температурні інверсії подають Е. Ю. Безуглая, М. Є. Берлянд, Л. Р. Сонькін, І. Н. Пономаренко, А. Н. Маренко, А. М. Царьов [6, 7]. Вплив атмосферних опадів, а також роль зелених насаджень як своєрідного фільтру на процеси самоочищення в атмосферному повітрі вивчали І. О. Дуда, А. К. Школьнік [3]. Режим забруднення приземного шару повітря значною мірою визначається погоднокліматичними умовами повітря розглядається у науковій праці П. Колядинського [5]. Метод розрахунку потенціалу забруднення атмосферного повітря, як показника здатності атмосфери розсіювати чи накопичувати шкідливі домішки розроблений Н. М. Гончаренко [2].

Крім того, варто відзначити наукові доробки, в яких подається інформація, про вплив особливостей рельєфу на площу та конфігурацію полів атмосферного забруд-

нення. Так, зокрема, вивчення орокліматичних чинників на забруднення атмосфери міських ландшафтів знаходимо у науковій роботі О. В. Киналь [4]. Заслуговує також уваги наукова публікація Н. В. Максименко та Н. В. Хоружи [6], в якій подається просторова оцінка метеорологічного потенціалу території Полтавської області. На сьогодні виникла необхідність проведення оцінки метеорологічного потенціалу атмосфери в розрізі адміністративних областей, зокрема Волинської.

Методи дослідження

Загалом певні метеорологічні умови, що спостерігаються в окремі періоди року, окремі місяці, дають можливість атмосферному повітрю самоочищатися. Самоочисна здатність атмосфери – це здатність виводити (розсіювати) за власні межі забруднюючі речовини, зменшуючи рівні її забруднення. Вона визначається метеорологічним потенціалом забруднення атмосфери (ПЗА) та метеорологічним потенціалом атмосфери (МПА). ПЗА подається на основі аналізу інформації повторюваності метеорологічних величин таких як, приземних інверсій, штилів, туманів, опадів, швидкості вітру тощо. МПА відображає переважання в атмосферному повітрі тих чи інших процесів – накопичення або розсіювання забруднюючих речовин упродовж року на певній території. Він визначається за формулою [1]:

$$K_M = \frac{P_{Ш} + P_T}{P_O + P_B},$$

Результати дослідження

У Волинській області існує 6 метеорологічних станцій, що розміщені в північно-західній (с. Світязь), північно-східній (сmt. Любешів), східній (сmt. Маневичі), центральній (м. Ковель), південно-західній (м. Володимир-Волинський) та південній (м. Луцьк) частинах області. Перші чотири метеостанції відповідають природним умовам ландшафтам Волинського Полісся, а решта – Волинської височини.

Метеорологічні умови Волинської області у 2015 р. вирізняються досить теплою зимою та жарким, посушливим літом. Найнижча середня місячна температура повітря (0,1° С) в області фіксується в лютому на метеостанції Маневичі. Найбільш спекотним місяцем у 2015 р. був серпень, середня мі-

сечна температура повітря сягала 22° С. Середня річна температура становила 9,8° С, що 2,5° С вище середньої багаторічної величини (7,3° С). В області за рік випало опадів від 690 (метеостанція Світязь) до 843 мм (метеостанція Маневичі), що відповідно на 40 і 193 мм більше багаторічної норми (650 мм). Упродовж року опади розподілялися нерівномірно. У теплий період року (IV-X місяці) випало 66 % річної кількості опадів. Найбільша кількість опадів на всіх метеостанціях області була зафіксована у травні (176-200 мм) і вересні (122-218 мм), що відповідно перевищило в 3-4 та 2,5-5 рази місячну норму. Найменша кількість опадів спостерігалась у серпні. Опадів випало на 75 і 98 % менше від місячної норми.

Вона здійснюється з метою мінімізації негативного впливу метеорологічних умов на рівень забруднення атмосфери при проектуванні міської забудови, будівництві нових промислових об'єктів і транспортних систем.

Метою статті є аналіз метеорологічних умов для оцінки метеорологічного потенціалу та його взаємозв'язок з рівнями забруднення атмосферного повітря у Волинській області станом на 2015 р.

де: K_M – коефіцієнт метеорологічного потенціалу атмосфери (МПА); повторюваність днів (%): $P_{Ш}$ – зі швидкістю вітру 0-1 м/с; P_T – з туманами; P_O – з опадами 0,5 мм і більше; P_B – зі швидкістю вітру понад 6 м/с. Якщо значення $K_M > 1$, то переважають процеси, що сприяють накопиченню забруднюючих речовин в атмосферному повітрі; при умові $K_M < 1$, навпаки, відбуваються процеси розсіювання, самоочищення повітря.

З цього випливає, що переважання туманів і штилів сприяє процесам накопичення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. В той час, як інтенсивні вітри (швидкістю понад 6 м/с) та часті опади, грози впливають на розкладання, розсіювання та очищення шкідливих домішок в повітряному басейні. Тому аналіз метеорологічних умов певної території за періодами року, окремими місяцями дає змогу визначити високий чи низький метеорологічний потенціал атмосфери.

Взимку переважають вітри південно-західного та південно-східного напрямку. Весною відбувається зміна напрямку вітру на південно-східний та північно-західний. Улітку вітри змінюються на західні, північно-західні та південно-східні, північно-східні (серпень). Цей напрямок зберігається і на початку осені (вересень, жовтень). У листопаді та на початку зими переважають південно-західні вітри.

Крім того, варто зауважити, що у 2015 р. в області часто спостерігалось таке метеорологічне явище, як серпанок. Причиною цього явища є температурна інверсія, дні без вітру, відсутність вертикального перемішування повітря, що обумовлює його малорухомість, висока відносна вологість повітря (до 90 %) та скупчення в приземному шарі атмосферного повітря забруднюючих речовин у місцях їх викидів.

Згідно аналізу метеорологічних умов Волинської області у 2015 р. розраховано показники метеорологічного потенціалу атмосфери за кожен місяць на шести метеостанціях області. Результати подано у таблиці 1. На основі виконаних розрахунків складена серія картосхем, на яких відображається зміна метеорологічного потенціалу атмосфери у Волинській області упродовж року.

Варто зауважити, що метеорологічний потенціал атмосфери також залежить передусім від природних умов місцевості, зокрема рельєфу, різноманітності ландшафтів, щільності та висоти забудови міст, співвідношення твердого покриття та озеленення території, наявності водойм.

Крім того, варто відзначити, що особливі метеорологічні умови формуються навколо водних районів, наприклад, це озера, долини річок, знижені та заболочені ділянки місцевості. Тут спостерігається часте поєднання тихих вітрів (0-1 м/с) з температурними інверсіями, утворення туманів, що, в свою чергу, призводить до процесів накопичення, застою забруднюючих речовин в повітрі. Це зумовлено тим, що атмосферна дифузія над поверхнею водойми відбувається з меншою механічною турбулентністю, ніж над сушею. У зв'язку з цим уміст забруднюючих речовин у повітрі зменшується внаслідок ефекту поглинання їх водяною поверхнею.

Як уже зазначалось вище, рівень забруднення атмосферного повітря безпосередньо залежить від напрямку і швидкості вітру. Так, переважаючий напрям вітру в певній

місцевості переносить від джерел викидів забруднюючі речовини та сприяє утворенню полів найбільшої концентрації їх в атмосферному повітрі. Загальновідомо, що між швидкістю вітру і концентрацією забруднюючої речовини атмосфери існує обернена залежність: чим менша швидкість вітру, тим триваліше зберігається початкова концентрація забруднення. Однак зазначена закономірність однозначно справджується лише при викидах від джерел, що знаходяться на невеликій висоті, тобто автотранспорту, вентиляційних систем, низьких труб, тощо [4]. Разом з тим повітряні потоки, переносячи забруднення, очищаються, якщо на їхньому шляху трапляється ліс. На деревах осідають не тільки тверді частки, але й леткі речовини, які у вигляді різних молекулярних сполук змішані з атмосферним повітрям.

За інформацією І. О. Дуди [3] кількість опадів, грози прямо впливають на інтенсивність самоочищення повітря. Останнє пов'язане з фізичними та фізико-хімічними процесами (адгезія, адсорбція, абсорбція, тощо), що зумовлюють седиментацію, вимивання атмосферних домішок. Так, наприклад, якщо відсутні атмосферні опади, то випадання аерозолів відбувається в результаті зіткнення нижнього шару атмосферного повітря із землею поверхнею і предметами, які знаходяться на ній. Отже, одночасний вплив опадів і вітру силою понад 4 м/с сприяють процесам очищення атмосфери і зменшують концентрації забруднюючих речовин в повітрі, наприклад для СО в 5-6 разів [4].

Проаналізуємо показники метеорологічного потенціалу атмосфери Волинської області станом на 2015 р. З табл. 1. видно, що процеси самоочищення атмосфери за місяцями найбільше відбувалися на метеостанціях Луцьк (9 місяців), Любешів (7), Маневичі (7), Ковель (7). Найменша кількість цих ситуацій спостерігалась на метеостанціях Володимир-Волинський (3 місяці) і Світязь (4 місяці). Для решти місяців фіксувалися процеси накопичення.

З аналізу метеорологічного потенціалу атмосфери Волинської області за місяцями (рис. 1) визначено, що процеси розсіювання забруднюючих речовин у повітрі найактивніше відбуваються на всіх метеостанціях Волинської області у січні, квітні, травні та липні. Значну роль в цих процесах відіграла

Показники метеорологічного потенціалу атмосфери Волинської області

Місяць	Метеостанції області					
	Світязь	Любешів	Маневичі	Ковель	Володимир-Волинський	Луцьк
Січень	0,86	0,81	0,67	0,43	0,83	0,59
Лютий	6,56	3,38	2,72	2,76	4,23	2,04
Березень	1,60	0,69	0,31	1,00	1,37	0,64
Квітень	0,18	0,14	0,30	0,08	0,53	0,19
Травень	0,42	0,41	0,51	0,22	0,74	0,37
Червень	1,18	0,41	0,77	0,59	1,00	0,62
Липень	0,54	0,55	0,19	0,38	1,12	0,72
Серпень	12	2,67	2,17	2,2	9,67	3,0
Вересень	1,23	1,16	0,86	0,47	1,67	0,75
Жовтень	3,40	2,65	1,83	2,26	1,95	2,23
Листопад	1,40	0,95	1,23	0,83	1,09	0,67
Грудень	1,52	1,29	1,69	2,37	2,07	0,89

активна циклонічна діяльність, з похмурою, вітровою погодою, опадами й туманами у зимовий період. У квітні спостерігається значне підвищення вологовмісту повітряних мас, що супроводжується також збільшенням кількості опадів. Улітку переважають процеси трансформації і, як результат відбувається збільшення внутрішньо масових купчастодощових хмар, з яких випадають тільки зливові опади, що сприяють очищенню атмосфери. Улітку повторюваність купчастодощових хмар сягає 33 %. Отже, вплив опадів дощу або снігу полягає в захопленні домішок та їх перенесенні до підстильної поверхні. При цьому відбувається забруднення лісів, ґрунтів і водою.

Процеси накопичення забруднюючих речовин у повітрі найбільше спостерігаються у лютому, серпні, жовтні та грудні на всіх метеостанціях області (табл. 1, рис. 1). Значний вплив на формування цих процесів мало поєднання числа днів з туманами та вітрами зі швидкістю від 0-1 м/с в осінньо-зимовий період. Адже краплі туману поглинають забруднюючі речовини як поблизу землі, так і з верхніх шарів повітря, що веде до їх накопичення.

Серед літніх місяців варто виокремити серпень, де показник метеорологічного потенціалу показує занадто високу здатність до накопичення забруднюючих речовин на метеостанціях Світязь (12) і Володимир-Волинський (9,67). У цю пору значний розвиток отримує Азорський антициклон і пов'язана з ним широка смуга високого тиску, що поширюється над південними райо-

нами Західної Європи. За таких умов тривалий час утримується малохмарна, гаряча, суха погода із значним підвищенням температури повітря, яка в окремі дні сягає 35° С.

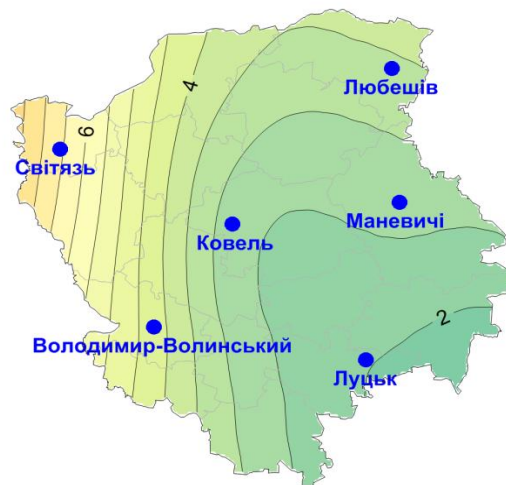
Крім того, варто звернути увагу на такі місяці як березень, червень, вересень і листопад, де відбуваються процеси як самоочищення, так і накопичення забруднюючих речовин в повітрі (рис. 1). Оскільки у березні була добре розвинута циклонічна діяльність, то на метеостанціях Любешів (0,69), Маневичі (0,31) і Луцьк (0,64) випала значна кількість опадів, а також вітровий режим сприяли процесам самоочищення повітря. Для решти метеостанцій спостерігались процеси накопичення, що пов'язані з наявністю днів з туманами і тихими вітрами (0-1 м/с).

У червні переважали процеси накопичення, зумовлені наявністю днів зі швидкістю вітру 0-1 м/с і опадами на метеостанціях Світязь (1,18), а на Володимир-Волинській (1,0) додається ще кількість днів з туманами. У вересні найяскравіше були виражені процеси розсіювання на метеостанціях Маневичі (0,86), Ковель (0,47) і Луцьк (0,75). Причиною цього було посилення циклонічної діяльності, що несла похмуру погоду із дощами, збільшення швидкості вітру. Для решти метеостанцій спостерігались процеси накопичення, що пов'язані здебільшого з туманами внаслідок вихолодження ґрунту і приземного шару повітряної маси.

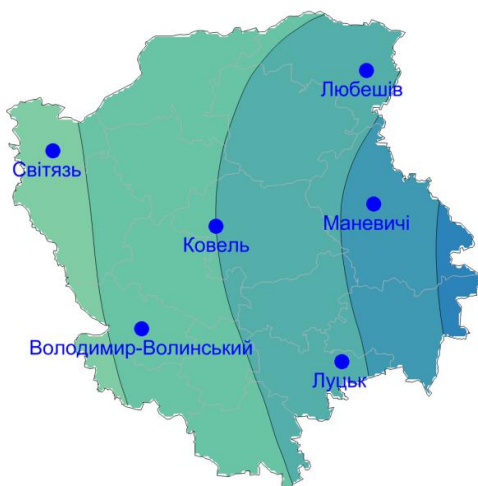
У листопаді на метеостанціях Світязь (1,40), Маневичі (1,23) і Володимир-Волинський (1,09) відбувалися процеси накопичення забруднюючих речовин у повітрі.



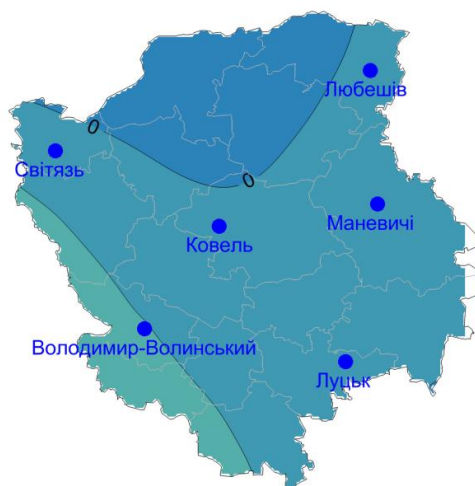
Січень



Лютий



Березень



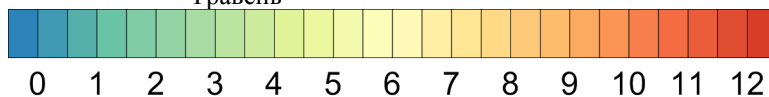
Квітень



Травень



Червень



значення метеопотенціалу

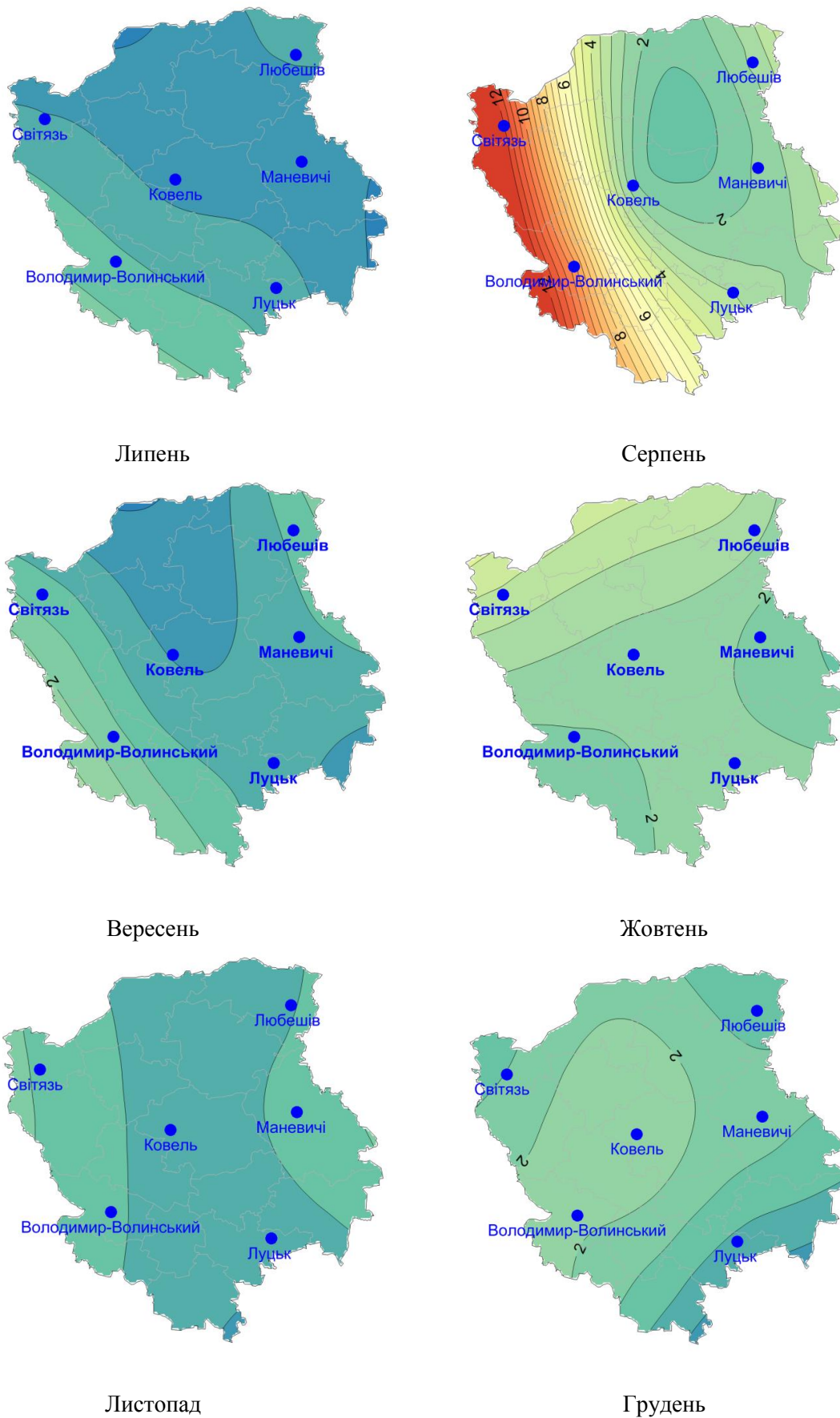


Рис. 1 – Картошхеми метеорологічного потенціалу атмосфери Волинської області за місяцями у 2015 р.

Останнє зумовлено, як було згадано вище, наявністю від 60 до 73 % повторюваності днів з туманами і тихими вітрами. Для решти метеостанцій області показники метеорологічного потенціалу атмосфери вказують на здатність процесів до розсіювання забруднюючих речовин. Це пов'язано з посиленням циклонічної діяльності, випаданням дощів і збільшення швидкості вітру понад 6 м/с.

Як уже зазначалось вище, на формування метеорологічних умов значну роль відіграють природні чинники, зокрема рельєф, водойма. Так, з аналізу показників метеорологічного потенціалу атмосфери Волинської області (табл.1, рис.1) видно, що на метеостанціях Світязь і Володимир-Волинський відбуваються процеси самоочищення у січні, квітні, травні, липні. До речі виняток має ситуація у липні на метеостанції Володимир-Волинський (1,12), де переважають зворотні процеси, тобто накопичення. Для решти місяців на цих метеостанціях спостерігаються процеси накопичення забруднюючих речовин у повітрі. Така ситуація пояснюється тим, що метеостанція Світязь розташована навколо групи Шацьких озер, а метеостанція Володимир-Волинський – в долині річки Луги басейну Західний Буг. Саме наявність водойм сприяють утворенню частих туманів. Варто також відзначити, що для рівнинної місцевості властиві процеси самоочищення атмосфери. Так, наприклад, на метеостанціях Любешів, Маневичі, Ковель, що розміщені на низинній поверхні, показник метеорологічного потенціалу коливається від 0,14 до 0,86, що віддзеркалює більш-менш рівномірні процеси самоочищення атмосфери у весняно-літній період, а також у січні й листопаді.

Отже, метеостанції Любешів, Ковель, Маневичі, що розміщені в поліській частині області, мають найкращу здатність до розсіювання забруднюючих речовин у повітрі, окрім метеостанції Світязь. Процеси накопичення шкідливих речовин у повітрі найбільш активно відбуваються на метеостанціях Світязь та Володимир-Волинський, що знаходиться на межі лісостепової природної зони, тобто південної частини області.

Простежимо взаємозв'язок показників метеорологічного потенціалу з рівнями забруднення атмосферного повітря у Волинській області. 152 підприємства та організацій здійснювали викиди забруднюючих речовин в атмосферу. Серед галузей промисловості найпотужнішими забруднювачами атмосфери є переробна промисловість (33,1 % від загальної кількості викидів), сільське, лісове та рибне господарство (22,7 %), добувна промисловість і постачання електроенергії (9 і 7,5 %).

Насамперед зауважимо, що найбільшими стаціонарними джерелами забруднення повітря області є промислові підприємства м. Луцька, Гнідавський цукровий завод, «Волиньторф», ТзОВ «Західна теплоенергетична група», «Кроноспан», птахокомплекс «Губин», Локачинський газопромисел, ПАТ «Володимир-Волинська птахофабрика».

Разом від стаціонарних і пересувних джерел в атмосферне повітря Волинської області у 2015 р. потрапило: оксиду вуглецю – 28 тис. т, діоксиду сірки – 1,1 тис. т, діоксиду азоту – 7,0 тис. т, оксиду азоту – 0,1 тис. т, метану – 1,0 тис. т, неметанових сполук – 4,5 тис. т, а серед твердих – сажі – 1,0 тис. т.

Як засвідчує аналіз, найбільше викидів забруднюючих речовин фіксується у Луцькому (2957,3 т) та Ківерцівському (2310,5 т) районах, а також у містах Луцьк (11194,2 т), Ковель (3835,7 т), Нововолинськ (2296,0 т) і Володимир-Волинський (1355,8 т). Високі рівні забруднення простежуються у Горохівському (2010,9 т), Володимир-Волинському (1613,3 т), Маневицькому (2085,9 т), Камінь-Каширському (1827,0 т), Ратнівському (1453,9 т) і Ковельському (1463,7 т) районах. Середнім рівнем забруднення відзначається Локачинський (1391,5 т) і Рожищенський (1230,2 т) райони. Варто відзначити, що саме в цих районах, окрім Володимир-Волинського, показники метеорологічного потенціалу забезпечують самоочисну здатність атмосфери. У зв'язку з цим тут сконцентрована переважна більшість підприємств з переробки деревини, агропідприємств, а також проходить низка важливих транспортних коридорів.

У Володимир-Волинському та прилеглих до нього районів, таких як Іваничівський (1154,2 т), показники метеорологічного потенціалу здебільшого відображають процеси накопичення забруднюючих речовин в повітрі. Так, у Володимир-Волинському районі працює дуже багато підприємств переробної промисловості, що дають 33,1 % від загального забруднення атмосфери області. В Іваничівському районі шкідливі речовини в атмосферне повітря потрапляють від добування кам'яного вугілля, переробки птиці та виробництва продукції з деревини тощо. Внаслідок цього тут не рекомендовано будувати нові підприємства.

Найнижчі рівні забруднення атмосфери мають Шацький (482,7 т), Старовижівський (833,7 т), Любешівський (1097,7 т), Любомльський (1121,8 т), Турійський (1168,6 т). Усі вони знаходяться у поліській природній зоні, із значним рекреаційним потенціалом, розвинутою мережею природоохоронних територій, низьким рівнем промисловості та незначною потужністю транспортних магістралей. Разом з тим в цих районах показники метеорологічного поте-

нціалу є сприятливими для процесів розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Хоча в прилеглих територіях Шацького і Любомльського районів можуть спостерігатися процеси накопичення забруднюючих речовин у повітрі внаслідок найближчого впливу на них

Висновки

На підставі проведення досліджень можна стверджувати. Метеорологічні умови Волинської області у 2015 р. засвідчують, що показники метеорологічного потенціалу атмосфери були сприятливими для процесів розсіювання забруднюючих речовин у січні, квітні, травні, липні на всіх метеостанціях області. Натомість у лютому, серпні, жовтні та грудні переважали процеси накопичення забруднюючих речовин у повітрі, що зумовлені наявністю здебільшого днів з туманами та вітрами зі швидкістю 0-1м/с в осінню-зимовий період.

Найбільш рівномірно на метеостанціях області спостерігалися процеси як розсіювання, так і накопичення забруднюючих речовин у повітрі в березні, червні, вересні та листопаді.

Найактивніше процеси розсіювання забруднюючих речовин у повітрі відбувалися на метеостанціях Луцьк, Любешів, Маневичі та Ковель, а процеси накопичення – на метеостанціях Світязь і Володимир-Волинський у серпні та лютому.

Найбільше забруднюючих викидів в атмосферу зафіксовано у Луцькому і Ківерцівському районах, а також у містах Луцьк, Ковель, Нововолинськ. Високі рівні забруднень простежуються у Горохівському, Володимир-Волинському, Маневицькому, Камінь-Каширському, Ратнівському і Ковельському районах. Середнім рівнем забруднення відзначається Локачинський і Рожищенський райони. Адже показники метеорологічного потенціалу в цих районах забезпечують самоочисну здатність

метеостанції Світязь. Попри це, у зв'язку із незначними обсягами виробництва та невеликою потужністю транспортних магістралей в цих районах простежується найкращий стан атмосферного повітря.

атмосфери, тому тут здебільшого сконцентрована промисловість області.

У Володимир-Волинському та прилеглих до нього районів показники метеорологічного потенціалу здебільшого відображають процеси накопичення забруднюючих речовин в повітрі. У зв'язку з цим не рекомендовано будувати нові промислові об'єкти.

Найнижчі рівні забруднення атмосфери мають Шацький, Старовижівський, Любешівський, Любомльський, Турійський та Іваничівський райони. Показники метеорологічного потенціалу є сприятливими для процесів розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Тому не доцільно розміщувати підприємства, оскільки у цих районах сформувалися сприятливі природні умови для рекреації, низький рівень промисловості та незначна потужність транспортних магістралей.

Оцінка метеорологічного потенціалу атмосфери є важлива для інформації про переважання в атмосфері тих, чи інших процесів (накопичення або розсіювання) з метою розробки науково обґрунтованих обласних та місцевих програм дій щодо поступового зниження рівня забруднення повітря для міст та районів з підвищеним рівнем забруднення атмосферного повітря при проектуванні міської забудови, будівництві нових промислових об'єктів і транспортних систем. Все це окреслює перспективу подальших досліджень впливу метеорологічних умов на рівень забруднення атмосфери ландшафтів Волинської області.

Література

1. Барановський В. А., Шищенко П. Г. Картографування стійкості геосистем – новий напрям тематичного картографування // Проблеми безперервної геогр. освіти і картографії : зб. наук. праць. К. : ЗАТ «Інститут передових технологій», 2005. Вип. 5. – С. 10-15.
2. Гончаренко Н.Н. Оценка потенциала загрязнения атмосферы для крупных центров Украины // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2004. Вип.48. – С. 159-164.
3. Дуда І. О., Школьнік А. К. Вплив атмосферних опадів на процеси самоочищення в повітрі Івано-Франківської області // Науковий вісник НЛТУ України. 2013. Вип. 23.12. – С. 121-126.
4. Киналь О. В. Орокліматогенні чинники забруднення атмосфери міських ландшафтів (на прикладі Чернівців) // Наукові записки Вінницько-

го педуніверситету. Сер. Географія.2013.Вип. 25. – С. 215-218.

5. Колядинський П. Мікрокліматичні та орографічні чинники функціонального зонування території великого міста (на прикладі міста Чернівці) // Науковий вісник Чернівецького університету. – Вип. 434. Географія. – С. 49-61.

6. Максименко Н. В., Хоружа Н.В. Просторова оцінка метеорологічного потенціалу території Полтавської області // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. № 1-2 (25). 2016. С. 37-46.

7. Шевченко О. Г. Аналіз ролі метеорологічного потенціалу у формуванні забруднення атмосфери // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Географія. – 2007. – № 54. – С. 44-46.

УДК 911.2 + 502.57(076)

О. С. МУЗИЧЕНКО, канд. біол. наук, доц., **З. В. ЛАВРИНЮК**, канд. хім. наук, доц.
Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки
пр. Волі 13, м. Луцьк, 43025, Україна
e-mail: oksmuz@meta.ua

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ТА ВИКОРИСТАННЯ РЕКРЕАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ОЗЕР ВЕЛИМЧЕ ТА СОМИНЕ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Мета. Оцінка екологічного стану та рекреаційної придатності акваторії озер Велимче та Сомине Турійського району Волинської області. **Методи.** Польові, аналітичні. **Результати.** Розглянуто сучасні аспекти оцінки рекреаційного потенціалу водойм. Проаналізовано чинники, які визначають умови рекреаційного використання озер. Екологічна оцінка якості поверхневих вод проведена як узагальнююча оцінка якості по двох блоках показників: блоку сольового складу та блоку трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників. Згідно нормативів якості поверхневих вод досліджено екологічний стан та якість води озер Велимче та Сомине Волинської області. На основі системи цільових критеріїв та показників проведена комплексна оцінка рекреаційної придатності акваторії озер. **Висновки.** За сукупністю цільових показників та критеріїв вода озер Велимче та Сомине має сприятливі умови для більшості контактних та безконтактних видів рекреаційної діяльності, що сприяє безпечному відпочинку на цих водоймах. З точки зору рекреаційного використання, характеризуються естетичною привабливістю аквальної ландшафтів у поєднанні з лісовими масивами, наявністю зручного доїзду до цих озер та швидким в останні роки розвитком інфраструктури навколо озерних комплексів.

Ключові слова: озеро, рекреаційний потенціал, рекреаційне водокористування, якість води, оцінка рекреаційної придатності

Muzychenko O. S., Lavrynyuk Z. V.

Lesya Ukrainka Eastern European National University

ENVIRONMENTAL STATUS AND USE OF RECREATIONAL RESOURCES LAKES VELYM-CHE AND SOMYNE VOLYN REGION

Purpose. The environmental state and recreational suitability lakes waters of Velymche and Somyne Turiysk district, Volyn region. **Methods.** Field, analytical. **Results.** The modern aspects of the assessment of recreational potential of reservoirs. Analyzed the factors that define the conditions of recreational use of lakes. Environmental assessment of surface water quality conducted as generalized quality assessment on two blocks of indicators: salt content block and block Trophy saprobiolohichnyh (environmental and health) indicators. According to the quality standards of surface waters studied, the ecological condition and water quality of lakes Velymche and Somyne Volyn region. Based on the system of target criteria and indicators for the complex assessment of recreational suitability of the waters of the lakes. **Conclusions.** On set targets and criteria Velymche water lakes and Somyne has favorable conditions for the majority of contact and contactless types of recreational activity that promotes a safe vacation in these waters. In terms of recreational use, characterized by aesthetic appeal aquatic landscapes combined with forests, easy to reach the presence of lakes and fast in recent years, the development of infrastructure around the lake systems.

Key words: lake, recreational potential, recreational water use, water quality, evaluation of recreational suitability

Музыченко О. С., Лавринюк З. В.

Восточноєвропейський національний університет імені Лесі Українки

ЕКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ОЗЕР ВЕЛИМЧЕ И СОМИНО ВОЛЫНСКОЙ ОБЛАСТИ

Цель. Оценка экологического состояния и рекреационной пригодности акватории озер Велимче и Сомино Турійського району Волинської області. **Методы.** Полевые, аналитические. **Результаты.** Рассмотрены современные аспекты оценки рекреационного потенциала водоемов. Проанализированы факторы, которые определяют условия рекреационного использования озер. Экологическая оценка качества поверхностных вод проведена как обобщающая оценка качества по двум блокам показателей: блока солевого состава и блока трофо-сапробіологическим (эколого-санитарных) показателей. Согласно нормативов качества поверхностных вод, исследовано экологическое состояние и качество воды озер Велимче и Сомино Волинської області. На основе системы целевых критериев и показателей проведена комплексная оценка рекреационной пригодности акватории озер. **Выводы.** По совокупности целевых показателей и критериев вода озер Велимче и Сомино имеет благоприятные условия для большинства контактных и бесконтактных видов рекреационной деятельности, способствует безопасному отдыху на этих

водоємах. С точки зору рекреаційного використання, характеризуються естетичною привабливістю аквальної ландшафтів в поєднанні з лісними масивами, наявністю зручного проїзду до цих озер і швидким в останні роки розвитком інфраструктури навколо озера.

Ключеві слова: озеро, рекреаційний потенціал, рекреаційне водопольовання, якість води, оцінка рекреаційної придатності

Вступ

В умовах сучасної екологічної ситуації одним з найбільш важливих народногосподарських і соціальних завдань є відпочинок і оздоровлення людей в природному середовищі, орієнтованому на внутрішні рекреаційні ресурси.

Під рекреацією розуміють вид діяльності, пов'язаний із тимчасовою міграцією і перебуванням в інших місцях відпочинку, лікуванням, фізичним та духовним розвитком, підвищенням культурно-пізнавального рівня та спортивної майстерності, що супроводжується споживанням природних, економічних і культурних цінностей та послуг [6]. Н. Ф. Реймерс розглядав рекреацію, як «відновлення здоров'я і працездатності через відпочинок поза межами місця проживання, на природі, чи під час туристичної поїздки, що пов'язана з відвідуванням цікавих для огляду місць (національних парків, природних, архітектурних, історичних пам'ятників, музеїв та ін.) [9, с. 449]. В сучасній науковій літературі сутність поняття рекреації визначається як система оздоровчих, пізнавальних, спортивних і культурно-розважальних заходів, спрямова-

них на відновлення фізичних і духовних сил людини [7].

Основою для розвитку рекреації слугують рекреаційні ресурси, що включають місцевість зі сприятливим кліматом, привабливими ландшафтами, лісом, узбережжями водойм. Місцеві рекреаційні системи повинні формуватися для задоволення потреб населення у відпочинку поблизу місць постійного проживання на базі водойм, сприятливих для організації відпочинку. В зв'язку з цим завдання вивчення рекреаційного потенціалу водних екосистем, зокрема, озер набуває особливої актуальності.

Для визначення рівня рекреаційної придатності водойм використовуються різні підходи, зокрема, з використанням загальних та окремих оцінок [1, 6]. Для оцінки рекреаційного потенціалу акваторії озер запропонована методика на основі системи цільових критеріїв та показників якості акваторії озера [10].

Метою роботи є оцінка екологічного стану та рекреаційної придатності акваторії озер Велимче та Сомине Турійського району Волинської області.

Методика дослідження

Відповідно до Водного кодексу України оцінка якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування та екологічних нормативів якості поверхневих вод [8].

Для оцінки якості води протягом 2015 р. відібрано зразки води з озер, для аналізу одержано середньозмішані проби, що відібрано одночасно з двох точок кожного озера. Екологічна оцінка якості поверхневих вод проведена як узагальнююча оцінка якості по двох блоках показників: блоку соляного складу та блоку трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників.

Серед показників соляного складу визначено мінералізацію води та сульфати.

Серед показників трофо-сапробіологічного блоку визначено: прозорість та кольоровість води, запах та його інтенсивність, активну кислотність (рН), нітроген амонійний.

Ступінь придатності водойм для певних видів рекреаційного використання оцінено на основі чотирьохбальної шкали, яка визначає різні рівні комфортності та безпеки відпочинку населення на водоймі.

Кожному ступеню шкали цінності відповідають певні значення та якісні характеристики цільових показників: 3 бали – «найбільш сприятливі умови», 2 бали – «сприятливі умови», 1 бал – «відносно сприятливі умови», 0 балів – «несприятливі умови» [10].

Результати дослідження

З другої половини ХХ століття питання рекреаційного використання і оцінки

природних ресурсів стали предметом наукових досліджень, що пов'язано з рядом при-

чин: високий рівень урбанізації, інтенсифікація промислового виробництва, стресовість умов проживання в сучасний період розвитку суспільства сприяли зростанню потреб населення у повноцінному відпочинку. При організації відпочинку населення особлива роль відводиться водоймам з якими пов'язана можливість займатися різними видами спорту та відпочинку. Рекреаційна цінність водних об'єктів визначається за географічним положенням, доступністю водойми, можливістю для купання, риболовлі, водного спорту, ступенем забруднення водойм і типом берегів, наявністю інфраструктури [1].

Різні види рекреаційної діяльності передбачають певні вимоги до параметрів водойм і берегової зони, а також до якості оточуючого середовища. Крім того, один і той же водний об'єкт може бути використаний для різних рекреаційних занять.

Так, при оцінці пляжно-купального відпочинку важливими є умови підходу до води, наявність природних пляжів, характер дна, швидкість течії, температурний режим. Для організації спортивних видів відпочинку (вітрильний спорт, віндсерфінг, сплав по річці на байдарці та ін.) важливе значення має глибина, швидкість течії, наявність заток. При організації рибалки враховується такий критерій як видове різноманіття водних об'єктів.

Озера і їх узбережжя є екологічною зоною, де концентруються різні види господарської, у тому числі рекреаційної діяльності. Поняття «озерний рекреаційний фонд» включає як водну систему озера з притаманними йому морфометричними і гідрохімічними характеристиками, так і загальний стан природних елементів прибережної зони і водозбірного басейну, що покращують або, навпаки, погіршують рекреаційне використання водойм.

Придатність водних ресурсів для різних видів відпочинку визначається рядом характеристик:

– рекреаційні характеристики водних об'єктів: температура води і її зміна протягом року, глибина водойми, забрудненість водойми;

– види берегів: пляжі, скелі, урвища, трав'янисті, заболочені;

– пляжі діляться по ширині і по складу гірської породи – піщані, галькові, валунні;

– безпеку водойми для купання: відсу-

тність ділянок швидкої течії, вирів, водоростей, різних небезпечних предметів на дні – колод, гострих стулок раковин молюсків і ін.;

– характер ландшафтів на берегах: найбільш придатні для відпочинку водойми з сухими берегами, покритими сосновими і хвойно-широколистяними лісами. Якщо будь-який ліс не сильно віддалений від озера, то організація відпочинку все одно можлива. Непридатними для відпочинку є озера з заболоченими берегами [2].

Всі компоненти природного середовища здійснюють прямий або опосередкований вплив на формування структури рекреаційного водокористування.

При формуванні ландшафтних особливостей та структури рекреаційного водокористування важливу роль відіграють кліматичні характеристики, а саме: середні та екстремальні температури зими і літа, сума і внутрішньорічний розподіл опадів, повторюваність і швидкість переважаючих вітрів, вологість, сонячна інсоляція та інші чинники, в значній мірі визначають масштаби, інтенсивність і поєднання видів водокористування. Крім того, клімат і погода істотно впливають на формування умов стоку і на стійкість системи «водойма-водозбір» до антропогенного впливу і на інтенсивність процесів самоочищення, а значить і на обсяг капіталовкладень на проведення природоохоронних заходів.

Літолого-геоморфологічна основа території визначає стійкість берегових комплексів, характер і обсяг інженерно-планувальних, інженерно-меліоративних, біотехнічних, природоохоронних та інших заходів, спрямованих на оптимізацію антропогенного використання території. Існує і зворотний зв'язок – літолого-геоморфологічна основа відчуває значний антропогенний прес і зазнає певних змін.

Характеристики літолого-геоморфологічних умов (геологічні структури та особливості залягання шарів, літологічний склад четвертинних порід, крутизна схилів, розчленованість рельєфу, висота берегів, механічний і хімічний склад зони аерації і т. д.) визначають інтенсивність поверхневого стоку, його хімічний склад, а також характеристики ґрунтової складової водного балансу водойм.

Велике значення для рекреаційного

освоєння озер відіграє гідрологічний режим, проточність озер, показник питомої площі водозбору, який не тільки характеризує акумулюючу здатність озера, характер річного коливання рівня води, але і є своєрідним показником «екологічного тиску» на екосистему озера. Наслідки негативних екологічних процесів на площі водозбірного басейну через поверхневий злив можуть негативно впливати на гідрохімічні характеристики водної маси і погіршити можливості рекреаційного використання озера [5].

Гідрогеологічні умови (річна і сезонна зміна залягання рівня ґрунтових вод, пов'язана з режимом регулювання річкового стоку, механічним складом і фільтраційними властивостями ґрунтів і т. д.) визначають характер зволоження території, наявність і поширення підтоплених або, навпаки, добре дренованих ділянок.

Від гідрогеологічних умов багато в чому залежить структура водокористування і, поряд з іншими природними факторами, в значній мірі інтенсивність енергомасообміну в системі «водойма-водозбір». Від складу і кількості ґрунтового стоку часто залежить і якість поверхневих вод. Під дією антропогенних навантажень гідрогеологічні характеристики можуть зазнавати кількісних та якісних змін локального характеру [2].

Типи ґрунтово-рослинних асоціацій формують різноманітність і атрактивність берегових комплексів і, в першу чергу, реагують на антропогенний вплив, будучи індикатором дигресії берегових екосистем. Ступінь дигресії природно-територіальних комплексів і характер енергомасообміну знаходяться в прямій залежності.

Ґрунтово-рослинний покрив є хорошим адсорбентом забруднюючих речовин, що надходять на територію водозбору. Від типу, характеру, поширення по території, мозаїчності і поєднання ґрунтово-рослинних асоціацій безпосередньо залежить якість поверхневого і ґрунтового стоку. Тому особливо важливим є збереження природних комплексів в водоохоронній зоні водних об'єктів, яка повинна виконувати бар'єрну роль по відношенню до забруднюючих речовин з усього водозбору [5]. Найбільшими захисними властивостями володіють суглинні ґрунту і лугові трав'яні асоціації.

Особливий вплив на характер організації купально-пляжних занять має поши-

рення надводної рослинності. Вищу водну рослинність і донні відкладення можна розглядати як своєрідну ґрунтово-рослинну асоціацію, яка теж бере участь в процесі енергомасообміну і в значній мірі визначає його інтенсивність, виступаючи природним фільтром і адсорбентом забруднюючих речовин. При цьому смуга її поширення здійснює двояку роль. З одного боку, надводна рослинність виконує своєрідну функцію екологічного бар'єру, перешкоджаючи поширенню можливих забруднень з прибережної зони, а також є місцем для рибного лову. З іншого боку, надводна рослинність формує зону обмеженого доступу до водного дзеркала. Від потужності, складу і поширення донних відкладень і макрофітів в значній мірі залежать процеси, самоочищення вод.

Для виділення найбільш придатних видів рекреації необхідно також детально дослідити водойму. Морфологія озерних улоговин дозволяє визначити точне розташування пляжів; вивчення літоральної зони і прибережної частини озера дає можливість більш правильного вибору місць для купання, опис заток має значення при плануванні причалів для човнів. Такі морфометричні характеристики озер, як довжина, ширина і площа водного дзеркала, дають інформацію для розвитку водних видів. Показники глибини дна в сукупності з вивченістю фауни та флори пелагіалі мають велике значення для підводного полювання та дайвінгу.

Комплексне вивчення водойми є одним з необхідних завдань при розробці рекомендацій щодо його рекреаційного використання. Проте для будь-якого виду відпочинку інформації тільки про водойму недостатньо, необхідні дані про кліматичні особливості як регіонального, так і локального характеру: температуру повітря, вологість, швидкість вітру, кількість опадів, кількість сонячних днів. Наявність великої водойми в природному територіальному комплексі формує власний мікроклімат, з'являються місцеві вітри, бризи, змінюється кількість річних опадів і т. д. Крім того, рекреаційний потенціал озера включає і прибережну територію озера, в яку входять навколишні ландшафти. Таким чином, акваторія озера та прибережна територія розглядаються як єдине ціле в природному і функціональному значенні.

При визначенні характеру та основних

напрямів рекреаційного використання озера, в першу чергу, враховується його величина. Основною характеристикою є площа озера, його довжина і ширина. За просторовими параметрами найбільш сприятливими для створення екологічно комфортного середовища відпочинку є озера з площею від 1 до 5 км² [5].

Важливою морфологічною характеристикою є довжина берегової лінії, як потенційна зона активного рекреаційного використання, що забезпечує доступність до акваторії озера. Цей показник може бути використаний для визначення екологічно допустимої ємності рекреаційної інфраструктури (в озерних рекреаційних системах норматив приймається в межах 20-30 м довжини берегової лінії на одне місце) [10].

Конфігурація берегової лінії впливає не тільки на естетичне сприйняття озера і прибережних ландшафтів, але й створює передумови для «мозаїчності» узбережжя озера, зі створенням ізольованих ділянок, які використовуються різними типами рекреантів і сприяють формуванню комфортної об-

становки для відпочинку.

Для рекреаційної оцінки озерних вододій важливі також показники площі мілководь як найбільш комфортної зони для купання та тип донних відкладень. Найбільш сприятливі умови є на ділянках узбережжя і мілководдя, де літологічний склад ґрунту формують піщані фракції.

Озеро Велимче (Велище) знаходиться поблизу с. Соловичі Турійського району, за 1 км від траси Ковель-Володимир-Волинський і належить Соловичівській сільській Раді, розташоване на висоті 181 м н. р. м. Належить до басейну річки Турії – правої притоки р. Прип'ять, карстового походження. Середня глибина його становить 4-5 м, максимальна довжина – 0,7 км, площа водного дзеркала – 16,21 га, об'єм озера – 34 тис. м³ (табл. 1). Довжина берегової лінії – 1525 м. Улоговина озера має округлу форму і являє собою лійкоподібну западину з максимальною глибиною 15 м. Площа водозбору озера – 0,91 км² [4].

Таблиця 1

Морфометрична та гідрологічна характеристика озер Велимче та Сомине [4]

№ з/п	Показники	Велимче	Сомине
1	Ширина максимальна, км	0,4	0,62
2	Середня ширина, км	0,32	0,41
3	Довжина, км	0,7	0,68
4	Глибина максимальна, м	15	53,5
5	Площа, га	16,21	28,13
6	Площа водозбору, км ²	0,91	3,87
7	Об'єм озера, тис. м ³	34	430

Живиться підземними та поверхневими водами, атмосферними опадами. Дно озера піщане, вкрите шаром мулу товщиною до 30 см. На мілководді дно вкрите водоростями, які місцями сягають висоти 0,4 м.

Тривалий притік в озеро слабомінералізованих вод з органічними сполуками сприяє розкладу рослинних залишків і утворенню на поверхні водного дзеркала сплавин, що призводить до заростання і заболочення. Ступінь заростання водного дзеркала вищою водною рослинністю становить 20%. Береги плеса неправильної еліпсоїдної форми, видовженої з північного сходу на південний захід. Береги пологі, з північно-східної сторони оточені лукою, зі східної та північно-західної сторони – лісовими насадженнями з переважанням сосни,

з південно-східної та південної – ліс з переважанням граба та вільхи.

Озеро Сомине знаходиться поблизу с. Сомин Турійського району, яке знаходиться в 2 км від міжнародної автомагістралі Варшава – Київ та за 40 км від м. Ковель, середня висота над рівнем моря – 188 м.

Озеро Сомине є другим за глибиною в області і третім за величиною серед озер України. Максимальна глибина озера – 53,5 м, максимальна ширина – 0,62 км. Знаходиться озеро в басейні річки Виживка і має карстове походження. Живиться підземними та поверхневими водами, а також опадами. Площа водозбору 3,87 км² (табл. 1). Дно озера піщане, вкрите шаром мулу товщиною, приблизно 50 см. До глибини 6 м дно вкрите водоростями, які місцями досягають висоти

0,5 м. Має постійно низьку температуру води і практично не заростає [4].

Береги плеса правильної еліпсоїдної форми, видовженої з північного заходу на південний схід. Площа водного дзеркала озера – 28,13 га. Східний та північно-західний береги пологі, а західний берег має незначне підвищення. З південно-східної сторони оточене низинною лукою, яка переходить у високотравні болота. Ступінь заростання водного дзеркала вищою водною рослинністю становить 5-10%.

Температура води озер Велимче та

Сомине є сприятливою для відкриття купального сезону з другої декади червня і триває в середньому 80 днів (до другої декади вересня).

Однією з головних умов для організації оздоровчого відпочинку й туризму на водоймах є належна якість води. В усіх відібраних пробах обох озер показники (мінералізація, сульфати) відповідали вимогам чинних стандартів до зон рекреації водних об'єктів і не перевищували ГДК для водойм рибогосподарського призначення (табл. 2) [3].

Таблиця 2

Середні значення якості води озер Велимче та Сомине за показниками сольового та трофо-сапробіологічного блоку за 2015 рік

Назва озера	Середні значення показників сольового блоку якості води, мг/дм ³		Середні значення трофо-сапробіологічних показників якості води, мг/дм ³						
	Мінералізація	Сульфати	pH (одиниць)	Нітроген амонійний (мг NH ₄ /дм ³)	Прозорість (см)	Колір води	Інтенсивність забарвлення води (бали)	Запах води	Інтенсивність запаху (бали)
Велимче	280	6,04	7,3	0,33	29	світло-жовтий	2	рибний	2
Сомине	308	13,02	7,1	0,25	35	світло-жовтий	2	рибний	2

Колір та запах води у водоймах може бути різним, що найчастіше зумовлено наявними в ній органічними домішками. За результатами власних досліджень вода озер світло-жовтого кольору. Запах води з інтенсивністю у 2 бали характеризується як рибний, що властиво для озер.

Активна кислотність (pH) середовища має велике значення для формування хімічного складу вод, процесів їх очищення, забезпечення умов існування для рослинного й тваринного світу водойми. Згідно виконаних досліджень водневий показник за 2015 р. в межах норми і становить для Велимче – 7,3; Сомине – 7,1, що відповідає вимогам стандартів до зон рекреації водних об'єктів та ГДК_{рибгосп.}

Вміст біогенних сполук, які найбільш активно беруть участь у життєдіяльності водних організмів у воді озер незначний, але саме ці елементи визначають рівень бі-

опродуктивності водних об'єктів і таким чином, обумовлюють якість їх води. Як свідчать результати досліджень, вміст нітрогену амонійного не перевищує ГДК_{рибгосп.} (табл. 2).

Таким чином, за результати досліджень вода озера Велимче згідно екологічних нормативів якості поверхневих вод за найгіршими показниками 2015 р. (прозорість) відноситься до IV класу якості – «брудні», за найкращими: (pH) – I клас якості води – «дуже чисті» та II клас якості води (сульфати, нітроген амонійний) – «чисті» (табл. 3).

Вода озера Сомине за найгіршими показниками 2015 р. (мінералізація, сульфати, прозорість) відноситься до III класу якості – «забруднені», за найкращими: (pH) – I клас якості води – «дуже чисті» та II клас якості води (нітроген амонійний) – «чисті» (табл. 3).

Таблиця 3

Екологічна оцінка якості поверхневих вод за класами озер Велимче та Сомине за 2015 рік

Показники	Сомине		Велимче	
	клас якості води	значення	клас якості води	значення
Мінералізація, мг/дм ³	III Забруднені	308	III Забруднені	280
Сульфати, мг/дм ³	III Забруднені	13,02	II Чисті	6,04
Прозорість, см	III Забруднені	35	IV Брудні	29
pH, одиниць	I Дуже чисті	7,1	I Дуже чисті	7,3
Нітроген амонійний, (мг NH ₄ /дм ³)	II Чисті	0,25	II Чисті	0,32

В умовах Волинського Полісся озера і їх узбережжя є основними об'єктами рекреаційної діяльності. Один з методів оцінки рекреаційного потенціалу озер ґрунтується на диференційованому підході, при якому якість водойми оцінюється для різних видів відпочинку на базі сукупності цільових критеріїв та показників, їх граничних значень, які гарантують безпеку відпочинку на воді [10].

На основі системи цільових критеріїв і показників проводиться комплексна оцінка рекреаційного природного потенціалу акваторії водойми. Вона поєднує медико-біологічний, екологічний (можливість збереження природного середовища водних екосистем), технологічний аспекти і дозволяє визначити рівень рекреаційної придатності водойми для конкретних видів відпо-

чинку шляхом порівняльного аналізу порогових значень показників з фактичними даними, отриманими в процесі дослідження.

За цільові показники взяті: загальні (прозорість, pH, вміст нітрогену амонійного сульфат-йонів, мінералізація); індивідуальні (величини площ мілководдя з надводною рослинністю, площа водойми, ширина та її довжина, водний режим та ін.).

За результатами досліджень встановлено, що для контактних видів відпочинку акваторія озера Велимче має «найбільш сприятливі умови» за вмістом сульфат-йонів, водневим показником, за нітрогеном амонійним та мінералізацією – «сприятливі умови», за прозорістю води – «відносно сприятливі умови», що створює безпечні умови використання акваторії озера для відпочинку (табл. 4).

Таблиця 4

Ступінь придатності акваторії озер Сомине та Велимче для цілей рекреації

№ з/п	Показник	Сомине	Велимче
1.	Площа озера, км ²	2	2
2.	Довжина озера, км	1	1
3.	Ширина озера, км	2	1
4.	Площа мілководдя до 2 м глибини (% площі водойми)	1	1
5.	Тип донних відкладів у прибережній зоні	3	3
6.	Генетичний тип	3	2
7.	Водний режим	2	2
8.	Активна реакція води, pH	3	3
9.	Прозорість, см	1	1
10.	Сульфати (SO ₄ ²⁻), мг/дм ³	2	3
11.	Нітроген амонійний (NH ₄ ⁺), мг/дм ³	3	2
12.	Мінералізація, мг/дм ³	1	2

Аналіз цільових показників, які регламентують можливість використання без-

контактних видів відпочинку на акваторії озера Велимче показав про можливість ка-

тання на водних лижах, веслування на човнах і байдарках (за довжиною та шириною водойми).

За показником площі заростання акваторії озера Велимче вищою водною рослинністю, значним розвитком підводних макрофітів та малою глибиною воно непридатне для підводного плавання, проте для любительського рибальства має сприятливі умови.

Озеро Сомино за загальними цільовими показниками – рН, нітрогеном амонійним відповідає «найбільш сприятливим умовам», за вмістом сульфат-йонів – «сприятливим умовам», за прозорістю та мінералізацією – «відносно сприятливим умовам» (табл. 4).

Аналіз індивідуальних морфометрич-

них показників засвідчив, що озеро Сомино для усіх контактних видів відпочинку (купання, стрибки у воду, водні лижі та ін.) має сприятливі умови. Оцінка акваторії озера Сомино, яка відображає можливість розвитку підводного плавання і промислових видів відпочинку, показує, що тут є сприятливі умови для підводного плавання (за глибиною озера та розвитком підводних макрофітів) та любительського рибальства.

Озера Велимче та Сомино, з точки зору рекреаційного використання, характеризуються естетичною привабливістю аквальних ландшафтів у поєднанні з лісовими масивами, наявністю зручного доїзду до цих озер та швидким в останні роки розвитком інфраструктури навколо озерних комплексів.

Висновки

Критерії оцінювання придатності озер для рекреації ґрунтуються на сукупності показників, що включають аналіз еколого-санітарного стану поверхневих вод. За результати досліджень вода озера Велимче за найгіршими показниками 2015 р. (прозорість) відноситься до IV класу якості – «брудні», за найкращими: (рН) – I клас якості води – «дуже чисті».

Вода озера Сомино за найгіршими показниками 2015 р. (мінералізація, сульфати, прозорість) відноситься до III класу якості – «забруднені», за найкращими: (рН)

– I клас якості води – «дуже чисті».

За сукупністю цільових показників та критеріїв вода озера Велимче та Сомино має сприятливі умови для більшості контактних та безконтактних видів рекреаційної діяльності, що сприяє безпечному відпочинку на цих водоймах. З точки зору рекреаційного використання, характеризуються естетичною привабливістю аквальних ландшафтів у поєднанні з лісовими масивами, наявністю зручного доїзду до цих озер та швидким в останні роки розвитком інфраструктури навколо озерних комплексів.

Література

1. Андрусак Н. С. Методика комплексної оцінки екологічного стану водних рекреаційних ресурсів// Ученые записки Таврического нац. ун-та имени В. И. Вернадского. Серия: География. – Том. 24 (63). – 2011. – № 2. – Ч. 2. – С. 3–7.

2. Ахматов С. В. Основные положения рекреационной лимнологии // Вестник Томского государственного университета. – 2010. – № 333. – С. 169–171.

3. Гранично допустимі значення показників якості води для господарських водойм. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм (№ 12-04-11 від 09.08.1990). – К. : Мінрибгосп СРСР, 1990. – 45 с.

4. Ільїн Л. В., Мольчак Я. О. Озера Волині. Лімно-географічна характеристика – Луцьк : Надстир'я, 2000. – 140 с.

5. Ільїн Л. В. Лімнокомплекси Українського Полісся: монографія. – Т. 2. Регіональні особливості та оптимізація / [за ред. В. М. Пашенка]. –

Луцьк : РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. – 400 с.

6. Климович С. В., Бортновский В. Н. Подходы к оценке рекреационной пригодности поверхностных водоемов// Проблемы здоровья и экологии. – № 2 (16). – 2008. – С. 131-135.

7. Краєвська А. С., Мороз О. О., Грабовецький Б. Є.. Рекреаційні ресурси санаторно-курортних підприємств: сутність та перспективи використання. Вінниця : ВНТУ, 2012. – 186 с.

8. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П., А. В. Яцик та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. – К. : Символ-Т, 1998. – 28 с.

9. Реймерс Н. Ф. Природопользование: словарь-справочник. – М. : Мысль, 1990. – 637 с.

10. Шевцова Н. С., Власов Б. П., Зайцев В. М. Рекреационная оценка акватории озер республики Беларусь на основе целевых показателей // Природные ресурсы. – 2001. – № 3. – С. 134–137.

Надійшла до редколегії 21.06.2016

УДК 911.1+504.054.36

Ю. В. БУЦ, канд. геогр. наук, доц.

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

просп. Науки, 9-А, Харків, 61166. Україна

butsyura@ukr.net

О. В. КРАЙНЮК, канд. техн. наук, доц.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

вул. Петровського, 25, Харків, 61002, Україна

vdalena@rambler.ru

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПОСТПІРОГЕННОЇ РЕЛАКСІЇ У РІЗНИХ ТИПАХ ПТК ПІСЛЯ ЛАНДШАФТНИХ ПОЖЕЖ

Мета. Дослідження процесів постпірогенної релаксії різних типів ПТК після ландшафтних пожеж та оптимізація їх відтворення. **Методи.** Теоретичний аналіз та синтез, системний аналіз. **Результати.** Представлено результати узагальнених досліджень щодо впливу надзвичайних ситуацій пірогенного походження на ПТК. Проведено аналіз процесів постпірогенної релаксії у різних типах ПТК. **Висновки.** Встановлено, що відновлення ПТК можливо суттєво оптимізувати при дотриманні фізико-географічних особливостей геосистем, стану їх функціонування та з урахуванням негативної дії пірогенного чинника на компоненти ПТК.

Ключові слова: ПТК, ландшафтна пожежа, постпірогенна релаксія

Buts Yu.V.

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

Krainiuk O.V.

Kharkiv National Automobile and Highway University

OPTIMIZATION OF PROCESSES AFTER FIRE RELAXATION IN VARIOUS TYPES OF NTC

AFTER LANDSCAPE FIRES

Purpose. Investigation of postpirohennoi relaksiyi various types of PTC after landscape fires and optimization of their play. **Methods.** Theoretical analysis and synthesis, system analysis. **Results.** This article presents the results of studies of the effect of generalized emergency pyrogenic origin to NTC. It also assessed of processes after fire relaxation in various types of NTC. **Conclusions.** It was found that the recovery of the NTC may significantly optimize the subject of physical and geographical features of geosystems, their state of operation, taking into account the negative impact of the pyrogenic factor in the NTC component.

Keywords: NTC, landscape fire, after fire relaxation

Буц Ю. В.

Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця

Крайнюк О. В.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПОСТПІРОГЕННОЇ РЕЛАКСІЇ В РАЗЛИЧНЫХ ТИ-

ПАХ ПТК ПОСЛЕ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ

Цель. Исследование процессов постпирогенной релаксии различных типов ПТК после ландшафтных пожаров и оптимизация их воспроизведения. **Методы.** Теоретический анализ и синтез, системный анализ. **Результаты.** Представлены результаты обобщенных исследований влияния чрезвычайных ситуаций пирогенного происхождения на ПТК. Проведен анализ процессов постпирогенной релаксии в различных типах ПТК. **Выводы.** Установлено, что восстановление ПТК возможно существенно оптимизировать при соблюдении физико-географических особенностей геосистем, состояния их функционирования и с учетом негативного воздействия пирогенного фактора на компоненты ПТК.

Ключевые слова: ПТК, ландшафтный пожар, постпирогенная релаксия

Вступ

Актуальність. На території України щорічно виникають сотні надзвичайних ситуацій (НС), викликаних пожежами у природно-територіальних комплексах (ПТК). Їх площа сягає тисяч гектарів. Цей вид небезпеки реалізується у лісових, степових і

польових пожежах та пожежах на торфовищах, які суттєво впливають на ПТК загалом, а також на його компоненти, гідрохімічний, геохімічний тепловий баланси тощо.

Кількість природних пожеж, за даними ДСНС, збільшилася у 2 рази (2015 рік – 25,1 тис. пожеж, 2014 рік – 12,8 тис. по-

жеж), а їх площа – на 13,8 % (2015 рік – 31 тис. га, 2014 рік – 26,7 тис. га) [4].

Серед пожеж у ПТК катастрофою можуть обернутися пожежі у лісових масивах, так звані лісові пожежі, які є одним із найбільш небезпечних явищ у довкіллі. Вони призводять до суттєвих економічних втрат і негативних екологічних наслідків. Загальна площа лісів, з високою та надзвичайно високою можливістю пожеж, становить в Україні близько 4 млн. га. Відтак, у природних зонах України виникає найбільше лісових пожеж. У середньому щороку фіксується 3500 лісових пожеж на площі понад 5000 га. Найбільше пожеж виникло у 2015 році у лісових масивах на території Київської (359), Луганської (353), Харківської (235), Дніпропетровської (227) та Житомирської (220) областей. Уперше за тридцять років у 2 рази зросла кількість лісових пожеж на території Чорнобильської зони відчуження і зони безумовного (обов'язкового) відселення (2015 рік – 59 пожеж, середній показник – 25 пожеж), а площа, пройдена вогнем, – у 32 рази (2015 рік – 657 га, середній показник – 20 га) [4].

Степові пожежі, пожежі на луках, полях та хлібних масивах можуть переходити у лісові, торф'яні пожежі і викликати пожежі у населених пунктах, сільськогосподарських і промислових підприємствах та на прилеглих територіях. Навесні значна кількість подібних пожеж виникає у результаті випалювання сухої рослинності та її залишків на сільгоспугіддях, поблизу автомобільних і залізничних шляхів, у парках і т.п.

Окремо варто виділити пожежі ПТК природних резерватів, де зберігаються унікальні ландшафтні комплекси, фітоценози, природні об'єкти, які можуть бути знищені вогнем назавжди.

Постановка проблеми. Для вирішення проблеми збереження та відтворення лісових ресурсів в Україні була прийнята Державна цільова програма «Ліси України» на 2010–2015 роки, згідно якої передбачено збільшення площі лісів майже на півмільйона гектарів. На цю добродійну справу планували витратити 8 млрд. грн. із державного бюджету. На всю програму – близько 22 млрд. гривень [6].

Раніше видано Указ Президента України «Про деякі заходи щодо збереження та відтворення лісів і зелених насаджень» (від 04.11.2008 № 995/2008), в якому йдеться про необхідність створення сприятливих умов для ефективної охорони, належного захисту, раціонального використання та відтворення лісів. Для цього потрібно забезпечити збереження та розширення площ зелених насаджень у містах та інших населених пунктах, виходячи з науково обґрунтованих показників лісистості та стану довкілля, географічних, демографічних особливостей території [7].

Проте, як свідчить реальність, із висаджених для відтворення 7000 га лісів саджанців вижило близько 20%. Створені людськими зусиллями ліси у степовій та лісостеповій зоні ефективно заміщуються трав'янистою рослинністю. У більшості випадків вони не здатні до самопідтримання і, полишені без уваги людини, гинуть і змінюються степовою рослинністю. Багаторічна статистика лісових пожеж свідчить, що соснові молодняки, створені у степовій та лісостеповій зонах, є найбільш пожежо-небезпечною категорією деревостанів у лісовому фонді України.

Причинами цього, серед інших, є недотримання конструктивно-географічних основ раціонального природокористування. Зокрема, при створенні насаджень знехтувано фізико-географічними особливостями геосистем, не досліджено їх стан і функціонування, не враховано негативної дії пірогенного чинника на компоненти ПТК. У зв'язку з цим постає проблема пізнання закономірностей релаксії ПТК після надзвичайних ситуацій пірогенного походження та оптимізація процесів їх відтворення.

Метою представленої публікації є дослідження процесів постпірогенної релаксії різних типів ПТК після ландшафтних пожеж та оптимізація їх відтворення. Комплекс заходів щодо відновлення ПТК різних типів після проходження пожеж спрямований на оптимізацію ефективності їх відтворення і повинен відбуватися з урахуванням постпірогенних процесів, що в різній мірі будуть проявлятися у компонентах ПТК по-різному [1].

Результати досліджень та їх обговорення

Значний вплив на становлення наукових позицій щодо конструктивно-географічних засад релаксії геосистем після надзвичайних ситуацій, викликаних пожежами, мали наукові праці географів, біологів, лісівників та фахівців протипожежного спрямування, у сфері наукових інтересів яких лежать теоретичні та методологічні положення про системність процесів, які розвиваються у геосистемах різноманітних географічних зон різного ієрархічного рівня: В. Ю. Некоса, Д. Л. Арманда, В. Б. Сочави, Ф. М. Мількова, А. В. Гриценка, М. Д. Гродзинського, Г. І. Рудька, Б. М. Данилишина, Г. І. Денисика, А. В. Мельника, Я. Б. Олійника, Л. Г. Руденка, О. Л. Дронової, В. О. Бокова та ін.

У лісових ПТК сукупність постпірогенних процесів у літогенній основі полягає в посиленні геохімічної міграції як у радіальному, так і в латеральному напрямках, зміні фізико-хімічних властивостей ґрунту, зниженні кислотності, зменшенні вмісту органічної речовини, перевідкладенні ґрунтових мас, надмірній зольності, підвищенні вмісту мінеральних компонентів (рис. 1). За таких умов змінюється гідрологічний режим за рахунок зміщення фільтраційної здатності. У ґрунті розвиваються патогенні грибові паразити. Внаслідок впливу пірогенного чинника відбуваються фенологічні зміни, тривалість вегетаційного періоду також зазнає змін (підвищується динамічність вітрового режиму, змінюється відбивна здатність денної поверхні). На згарищах масово розмножуються комахи, збільшується чисельність гризунів. На розвиток насінного відновлення рослинного покриву суттєвий вплив мають товщина і структура лісової підстилки та мохового покриву. Груба підстилка та щільний моховий покрив перешкоджають проростанню насіння навіть при регулярному і рясному плодоношенні. За одних і тих же умов, зростання сходів різних порід не однакові. Залежно від величини сходів найважливіші лісоутворюючі породи розташовуються у зростаючому порядку таким чином: осика (*P. tremula* L.), береза (*B. verrucosa* Ehrh.), сосна (*P. sylvestris* L.), ялина (*Picea abies*), ялиця (*Abies alba*), бук (*Fagus sylvatica* L.), дуб (*Q. robur* L.).

Для забезпечення ефективного відновлення ПТК з урахуванням постпірогенної релаксії визначено та проаналізовано чинники, що перешкоджають відтворенню фітоценозів та запропоновано ряд заходів. Основною причиною пірогенної деградації соснових лісів вважають кореневу губку (*Fomitopsis annosa*). Другою важливою причиною, що заважає лісовідновленню, є рицина здута чи рицина хвиляста (*Rhizina undulata*), що призводить до виникнення грибових захворювань, які викликають гнилість коренів сосни [3].

Ослаблення дерев на межі зі зрубамі значною мірою пов'язане з раптовим збільшенням освітлення стовбурів, надмірним нагріванням їх літом і ушкодженням морозом узимку. Крони розростаються у напрямку більшого освітлення, а коріння запізнюється з ростом і постачанням вологи, оскільки вологість ґрунту з боку зрубу або ділянки незімкнених культур доволі низька. Ослаблені дією сукупності чинників дерева втрачають опір до заселення стовбуровими комахами, а розвиток цих комах відбувається швидше у нагрітіших ділянках стовбурів Там, де лісостеп замінюється степом, умови для вирощування лісових культур стають менш сприятливими. В подібних умовах саджанці піддаються атакам личинок хрущів (*Melolontha hippocastani*). Жоден існуючий інсектицид не може захистити сосну від пошкодження хрущами в цих умовах. Зважаючи на те, що будь-який інсектицид розкладається у ґрунті протягом 2 – 4 місяців, захист культур від хрущів протягом декількох років навряд чи є рентабельним [3].

У південних районах лісостепової зони одним із шляхів залісення ділянок, на яких погано приживається сосна, вважається використання інших порід, які здатні утримувати рухомі піски. Серед таких порід є робінія або акація біла (*Robinia pseudoacacia*), яка до того ж є медоносом. Саджанці цієї породи також пошкоджуються личинками хрущів, проте завдяки здатності до вегетативного розмноження ця порода може поступово поширюватися від найбільш сприятливих для свого росту ділянок на сусідні ділянки, де під тінню материнських рослин витримує конкуренцію із трав'янистою рослинністю.

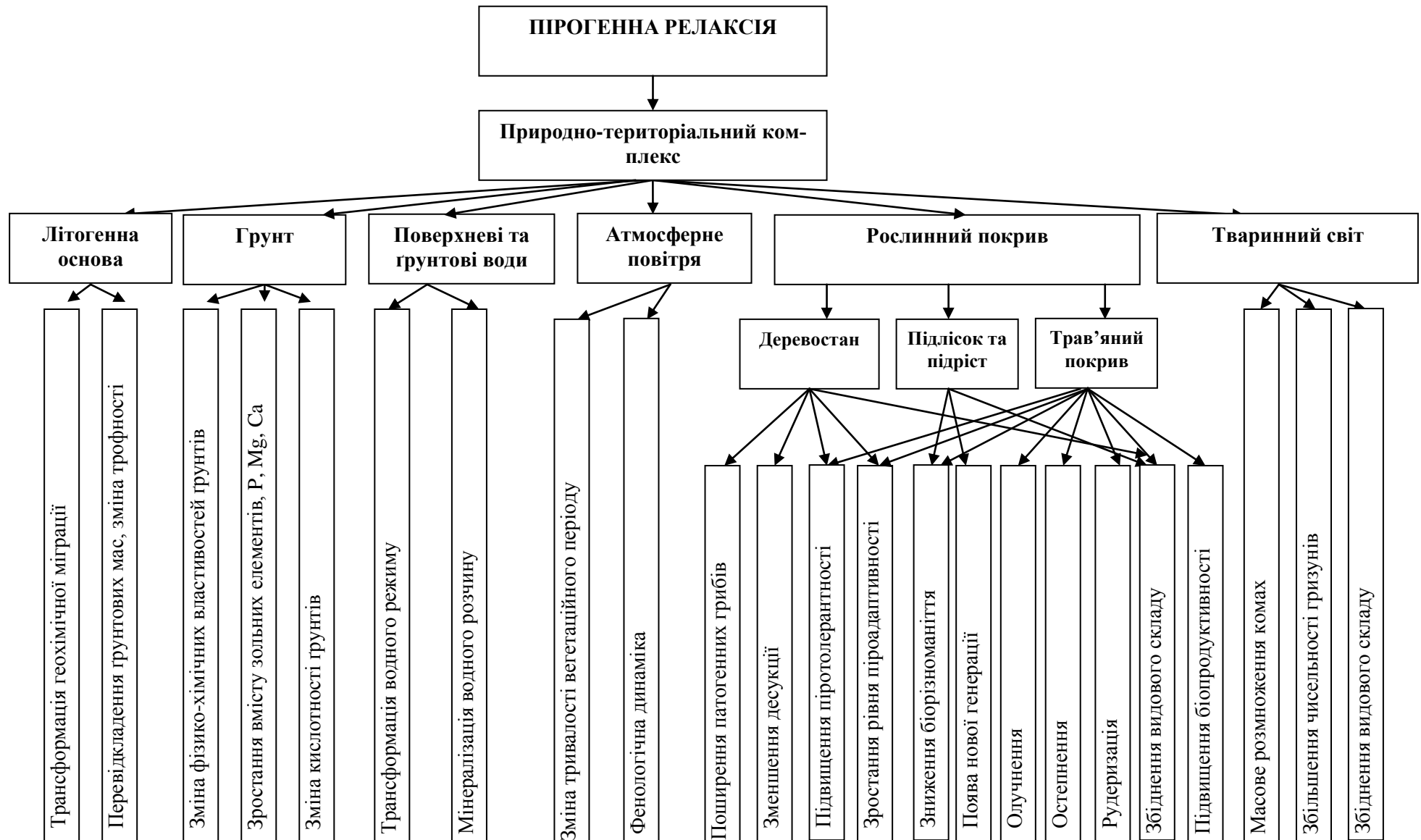


Рис. 1 – Постпірогенні процеси пірогенної релаксії

У понижених ділянках лісових ПТК природно відновлюються береза (*B. verrucosa Ehrh.*) й осика (*P. tremula L.*). Це свідчить про недоцільність вирубування при розробці згарищ навіть пошкоджених вогнем листяних порід, здатних відновлюватися паростю.

Важливим є з'ясування можливості ефективного лісовідновлення згарищ у перший рік після пожежі. На його користь свідчать:

– необхідність якнайшвидшого створення лісу там, де він ріс раніше;

– впевненість, що садивний матеріал встигне добре укорінитися до того, як на ділянках збільшиться чисельність хрущів, а 2-річні саджанці виявляться стійкішими до пошкоджень цими комахами.

На користь відмовлення від заліснення згарищ у перший рік після пожежі свідчать:

– висока температура чорного від золи піску на згарищах (понад 50°C), що є згубним для сіянців;

– збільшення лужності ґрунту внаслідок накопичення великої кількості золи, що є несприятливим для росту сосни;

– пошкодження личинками хрущів саджанців сосни у культурах на згарищах не тільки в перший рік після садіння;

– ушкодження саджанців сосни в культурах на згарищах (як і на зрубках) жуками великого соснового довгоносика (*Hylobius abietisma*) та коренежилів (*Hylastes sp.*), які розмножуються у підземних частинах вигорілих дерев – зазвичай щільність цих комах зменшується на 2 – 3-річних зрубках, оскільки на той час розкладається або висохне субстрат для їхнього розмноження;

– підземні частини пеньків і лісосічні залишки (при вологості деревини менше 60 % зазначені комахи не можуть у ньому розвиватися);

– ураження саджанців грибом рициною здутою (*R. undulata*) (негативний вплив цього гриба на соснові культури може тривати до 5 років [3].

У степових ПТК через сукупність постпірогенних процесів у ґрунтах геохімічна міграція посилюється на схилах, фізико-хімічні властивості ґрунту не зазнають суттєвих змін, дещо знижується вміст гумусу, проте підвищується концентрація мінеральних компонентів та зростає вміст фосфору,

калію, кальцію. Фенологічних змін степові ПТК зазнають у випадку весняних пожеж (перед початком вегетації), внаслідок чого зміщується вегетаційний період. Деревний та чагарниковий склад степів вражається більше. Накопичена потужна повста, пригноблюючи степові дерновинні злаки, сприяє розростанню кореневищних; у травостої степів з'являються чагарники, а потім і деревні породи – глід (*Crataegus L.*), жимолость (*Lonicera tatarica L.*), груша (*P. communis L.*) і т. і. Виникла реальна загроза повного заліснення некошених угідь.

Основними постпірогенними явищами релаксії степових ПТК є процеси, пов'язані з трансформацією фітоценозів, до яких відноситься олущення остепніння, рудеризація. Не менш важливим є висушування (ксерофітизація) біотопу [1].

Постпірогенні процеси релаксії у відновленні ПТК водно-болотних угідь, порівняно з лісовими та степовими ПТК, на наш погляд, не відіграють суттєвої ролі. Пов'язано це, насамперед, з тим, що вплив вогню спрямований на рослинність водно-болотних геокомплексів. Ґрунтовий покрив суттєвих змін не зазнає у зв'язку з насиченістю його вологою. Незмінним залишається гідрологічний режим. Отже, основні постпірогенні процеси проходять у фітоценозі та зооценозі.

Після пожеж у фітоценозах водно-болотних угідь відбувається приріст надземної фітомаси на 25%, збільшується висота пагонів очерету на 5%, але на 14% зменшується діаметр пагонів, на 10% – проективне покриття. Рясність залишається сталою. Коефіцієнт спільності видового складу для даних ділянок складає 33%. Спостерігається повне домінування очерету звичайного (*Phragmites communis Trin.*)[4].

Експериментальні дослідження доводять, що після пожежі зменшується видове багатство, пригнічується домінування основної рослинності, зменшується вирівненість рослинності за рахунок розвитку інших видів рослин [2].

Отже, в такому випадку вогонь виступає основним трансформуючим фактором водно-болотних фітоценозів. Після дії пірогенного фактору створюються сприятливі умови для розвитку інших видів рослин. Але це відбувається за рахунок пригнічення домінуючих видів, зокрема очерету звичайного

(*P. communis Trin.*). За рахунок щорічного випалювання стимулюється цілеспрямована деградація очеретяних заростей.

Застосування заходів із штучного відновлення фітоценотичного різноманіття з урахуванням ефективності процесів постпірогенної релаксії для водно-болотних ком-

плексів, на наш погляд, є недоцільним. Більш ефективним є удосконалення процесів постпірогенної релаксії у даних ПТК при переслідуванні мети трансформації водно-болотних природних комплексів у пасовища при використанні меліоративних заходів.

Висновок

Представлені особливості відтворення різних ПТК (насамперед їхнього видового різноманіття) необхідно впроваджувати з урахуванням пірогенних процесів шляхом

оптимізації ефективності постпірогенної релаксії з дотриманням основних принципів раціонального природокористування.

Література

1. Буц Ю.В. Пірогенна релаксія геосистем / Ю.В. Буц // «Людина та довкілля. Проблеми неоекології». – Харків: Вид-во ХНУ, 2012, № 1–2. – Х. – Вид-во ХНУ, 2012. – С. 71–76.

2. Буц Ю.В. Динаміка видового різноманіття водно-болотних природних комплексів як прояв пірогенної релаксії геосистем / Ю.В. Буц, Г.В. Тітенко // Вісник Одеського державного екологічного університету, 2013. – № 15. – С. 17–22.

3. Мешкова В.Л. Лісовідновлення на згаріщах - важлива проблема на півночі й на півдні / В.Л. Мешкова // Український лісовод, 2009. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lesovod.org.ua/node/4584>

4. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні / Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/national_lecture.html.

5. Некос В.Ю. Вплив пірогенного фактору на видове різноманіття фітоценозів (на прикладі Харківського району Харківської області) / В.Ю. Некос, Ю.О. Пічугіна // Людина і довкілля. Проблеми неоекології. – Х: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010. – № 1(14). – С. 21–25.

6. Постанова Кабінету Міністрів України від 16 вересня 2009 р. N 977 «Про затвердження Державної цільової програми «Ліси України» на 2010-2015 роки» [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/977-2009-%D0%BF>

7. Указ Президента України від 04.11.2008 № 995/2008 «Про деякі заходи щодо збереження та відтворення лісів і зелених насаджень» [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995/2008>

Надійшла до редколегії 21.09.2016

УДК 502.52

І. М. КОВАЛЬ, канд. с.- г. наук, с. н. с., **Н. А. ТОКАРЕВА**, **М. О. НЕВМИВАКА**,
В. О. ВОРОНІН

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна
e-mail: Koval_Iryna@ukr.net

ДИНАМІКА РАДІАЛЬНОГО ПРИРОСТУ ДЕРЕВ, ПОШКОДЖЕНИХ ПОЖЕЖЕЮ, В СОСНОВИХ НАСАДЖЕННЯХ ЛІСОСТЕПОВОЇ ЗОНИ ХАРКІВЩИНИ

Мета. Вивчення до- та післяпожежного розвитку соснових деревостанів Лісостепу Харківщини. **Методи.** Дендрохронологічні. **Результати.** Представлено результати дендрокліматичних та дендроіндикаційних досліджень соснових насаджень на трьох постійних пробних площах, пошкоджених пожежею в 2011 році. Менш пошкоджені пожежею дерева, які мають кращий санітарний стан та панівні дерева відновлюють радіальний приріст протягом 2 - 3 років, водночас дерева в найбільш пошкодженому пожежею насадженні, де висота нагару на стовбурах дерев склала 3,87 м, не відновили радіальний приріст до цього часу. Виявлена значуща залежність між дефоліацією та радіальним приростом для 2013 року, коли радіальний приріст почав суттєве відновлення. Ця регресійна модель описана кривою третього порядку. **Висновки.** Встановлено, що менш пошкоджені пожежею дерева, які мають кращий санітарний стан та є панівними відновлюють радіальний приріст протягом 2 - 3 років.

Ключові слова: дендроіндикація; соснові насадження; пожежі; санітарний стан дерев, радіальний приріст, панівні дерева, нагар на стовбурі

Koval I. M., Tokareva N. A., Nevmyvaka M. O., Voronin V. O.

V. N. Karazin Kharkiv National University

DYNAMIC OF RADIALY GROWTH TREES DAMAGED BY FIRE IN PINE STANDS STEPPE ZONE OF KHARKIV REGION

Purpose. The study of pre- and after the fire of pine forest stands forest steppe Harkivschyny. **Methods.** Dendrochronological. **Results.** Dynamics of results of dendroclimatic and dendroindication researches of pine stands on three permanent research plots damaged by fires in 2011. Trees that have good sanitary state and dominant trees restore the tree radial growth in 2 -3 years, at the same time trees in most damaged stand where height of deposit on tree stems are 3.87, didn't revive the radial growth still. Significant relationships between defoliation and the radial growth for 2013 for second research plot (height of deposit on tree stem is 1,87 m) When the radial growth start to revive. This regression model was described by curves of third degree. **Conclusions.** It was found that less fire damaged trees that have the best sanitary conditions and are predominant, restored radial growth for 2 - 3 years.

Keys words: dendroindication, pine stands, fires, sanitary state of trees, radial growth, deposit on tree stem

Коваль І. М., Токарева Н. А., Невмывака М. А., Воронин В. А.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

ДИНАМИКА РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ, ПОВРЕЖДЕННЫХ ПОЖАРОМ, СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ХАРЬКОВЩИНЫ

Цель. Изучение до- и после пожарного развития сосновых древостоев Лесостепи Харьковщины. **Методы.** Дендрохронологические. **Результаты.** Представлены результаты дендроклиматических и дендроиндикационных исследований сосновых насаждений на трех постоянных пробных площадях, поврежденных пожаром а 2011 году. Установлено, что менее поврежденные насаждения, которые имеют лучшее санитарное состояние и господствующие деревья восстанавливают радиальный прирост на протяжении 2-3 лет, в то же время деревья в наиболее поврежденном насаждении, где высота нагара на стволах была 3,87 м, не восстановили радиальный прирост до этого времени. Вывявлены значущие связи между дефолиацией и радиальным приростом для 2013 года для второй пробной площади (висота нагара на стволі складає 1,87 м), корда радіальний прирост начал восстанавливаться. Эта регрессионная модель описана кривой третьего порядка. **Выводы.** Установлено, что менее поврежденные пожаром деревья, которые имеют лучшее санитарное состояние и являются господствующими, восстанавливают радиальный прирост в течение 2 - 3 лет.

Ключевые слова: дендроиндикация, сосновые насаждения, пожары, санитарное состояние деревьев, радиальный прирост, господствующие деревья, нагар на стволе

Вступ

Питання встановлення ступеню та характеру впливу природних процесів та антропогенних факторів на ліс успішно вирішуються із застосуванням дендрохронологічного методу аналізу, що є одним із найбільш перспективних екологічних напрямків, які швидко розвиваються. Дендрохронологія базується на гарній «пам'яті» дерев, які в структурі, хімічному складі та розмірах річних кілець приросту чітко фіксують всі зміни, які відбуваються як у середині екосистеми, так і в зовнішніх умовах, що визначають їх розвиток [1].

У різний час у ряді районів України дендрохронологічні дослідження розвивали: Ф. Н. Шведов, В. Е. Рудаков, В. Г. Коліщук, А. Д. Шовган, П. В. Ковальов, А. І. Попов, В. І. Важов, М. В. Ловелиус, Ю. І. Грицан [3].

Лісові пожежі є екологічним фактором, який комплексно впливає на лісові екосистеми. В залежності від потужності та локалізації пожежі викликають різні наслідки. Відомий ряд досліджень щодо впливу низових пожеж на динаміку радіального приросту сосни. Ці пожежі пошкоджують нижні яруси лісу, в тому числі підстилку, що впливає на зміни режиму ґрунтової вологи, порушення структури і складу деревостанів [2, 7].

Методика дослідження

Об'єкти досліджень – середньовікові чисті соснові деревостани ДП «Жовтневе ЛГ», які пошкоджені весняною пожежею в 2011 році і ростуть на супіщаних дерново-

В результаті зниження життєздатності дерева знижується радіальний приріст деревини, при цьому його відновлення може тривати протягом декількох років. Реакція деревостанів на вплив пожеж визначається не тільки характером і інтенсивністю пожеж, але й особливостями ґрунтів, віком і еколого-біологічними характеристиками лісоутворюючих порід [4].

Головними причинами виникнення лісових пожеж у лісостеповій зоні України є посухи та антропогенний вплив. Кожна деревна порода має свій особливий режим, який характеризується специфічною пожежною поведінкою, пожежним інтервалом та післяпожежною динамікою відновлення [2]. Наслідкам впливу низових пожеж на деревостани приділено багато уваги, однак питання щодо післяпірогенного розвитку деревостанів у перші роки після пожеж залишається слабо вивченим. Отже дослідження впливу пожеж на стан та приріст дерев і післяпожежне відновлення насаджень є надзвичайно актуальними.

Метою дослідження є вивчення дота післяпожежного розвитку соснових деревостанів дендрохронологічними методами в Лісостепу Харківщини.

опідзолених ґрунтах. Тип лісорослинних умов – свіжа субір (В₂). Закладено три постійні пробні площі (ППП) із різним рівнем пошкодження (табл. 1).

Таблиця 1

Таксаційна характеристика насаджень на ППП з різним рівнем пошкодження пожежею 2011 року

ППП	Н _{ср} , м	Д _{ср} , см	Бонітет	М, м ³ /га	Н, шт./га
ПП 1	20,5	19,2	I	344	1260
ПП 2	18,4	18,9	I	336	1430
ПП 3	18,8	17,5	I	342	1620

Використано стандартні дендрохронологічні методики [4, 6]. Керни відібрано по 20-25 штук буравом Преслера зі стовбура дерева на висоті 1,3 м. Величини шарів річної деревини виміряні цифровим приладом для вимірювання шарів деревини HENSON з точністю до 0,01 мм. Потім аб-

солютні значення для кожної пробної площі осереднено. Проведено якісний аналіз (співставлення графіків динаміки приросту та клімату), а також застосовано кореляційний та регресійний аналіз для вивчення взаємозв'язків між радіальним приростом сосни з одного боку та санітарним станом дерев,

що характеризує дефоліацію крон класами Крафта та висотою нагара на стовбурі – з іншого.

Використано метеорологічні дані Зміївської метеостанції.

Результати та обговорення

Формування шарів річної деревини сосни в насадженнях з різним рівнем пошкодження пожежами. Проаналізовано динаміку радіального приросту сосни в насадженнях з різним рівнем пошкодження після низової пожежі (рис.1).

В липні 2014 року зафіксовано, що на ППП 1 всохло 11% дерев (14 дерева.), на ППП 2 – 21% (30 дерев), на ППП3 – 48% (32 дерева всохло, а 65 дерев було зрубано

до 2013 року), бо індекс санітарного стану в цьому насадженні складав 4,03 на відміну від ППП 1 та ПП 2, де відповідні величини склали 3,05 та 3,17, тобто стан насаджень на цих ППП був кращим. Зафіксовано найвищі прирости в найбільш пошкодженому насадженні на ППП 3, де збільшилася площа живлень дерев за рахунок відпаду та санітарних рубок, що вплинуло на підвищення радіального приросту сосни (рис. 1).

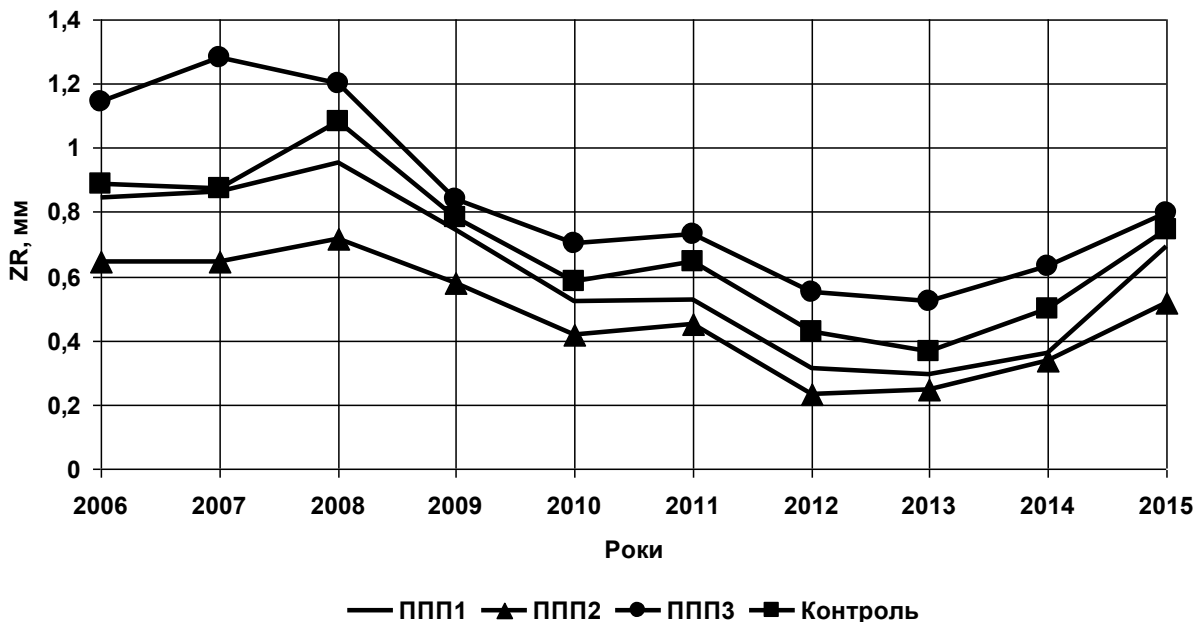


Рис. 1 – Динаміка радіального приросту сосни звичайної на ППП в Бабаївському лісництві ДП «Жовтневе ЛГ» з різним рівнем пошкодження пожежею, яка сталася навесні 2011 року

На ППП 1 зафіксовано зменшення радіального приросту за 2011-2015 рр. в порівнянні з попереднім періодом на 43%, на ППП 2 – 40%, на ППП 3 – на 37%, на контролі – на 35% , що свідчить про антропогенну страту приросту на пошкоджених ППП (табл. 2).

Дисперсія, що характеризує відхилення значень від середнього значення, найбільше знизилася в найбільш пошкодженому насадженні (ППП 3) – від 0,07 до 0,01, що свідчить про втрату швидкої реакції насаджень на зміни умов довкілля, отже також

про втрату стійкості дерев після пожежі (табл. 2).

Відомо, що опади, в основному, лімітують приріст дерев в лісостеповій зоні. В рік пожежі (2011 рік) спостерігалися сприятливі погодні умови (значна кількість опадів протягом квітня-серпня (330 мм), середні температури за квітень-серпень склали 18°C), що сприяло формуванню широких шарів річної деревини сосни. В наступному році в цей період випало всього 200 мм опадів, що негативно вплинуло на радіальний приріст сосни в ослаблених пожежею насадженнях (рис. 1, 2, 3).

Таблиця 2

Статистична характеристика шарів річної деревини сосни звичайної на ППП в Бабаївському лісництві ДП «Жовтневе» з різним рівнем пошкодження пожежею, яка сталася навесні 2011 року

ППП	Висота нагару, м	Радіальний приріст до пожежі (2006-2010 рр.)		Радіальний приріст після пожежі (2011-2015 рр.)	
		Середнє радіального приросту, мм/похибка	Дисперсія	Середнє радіального приросту, мм/похибка	Дисперсія
1	0,61	0,78/0,07	0,03	0,44/0,07	0,03
2	1,76	0,60/0,05	0,01	0,36/0,06	0,02
3	3,76	1,10/0,12	0,07	0,70/0,04	0,01
Контроль	0	0,84/0,08	0,03	0,54/0,07	0,02

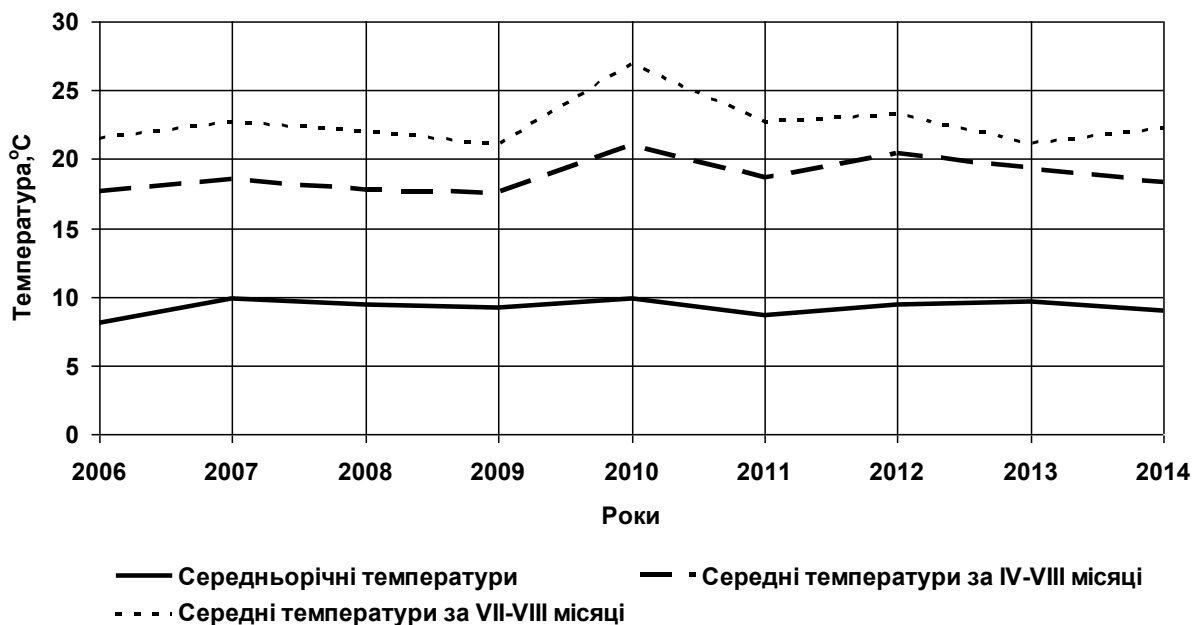


Рис. 2 – Динаміка температур за даними Харківської та Зміївської метеостанцій

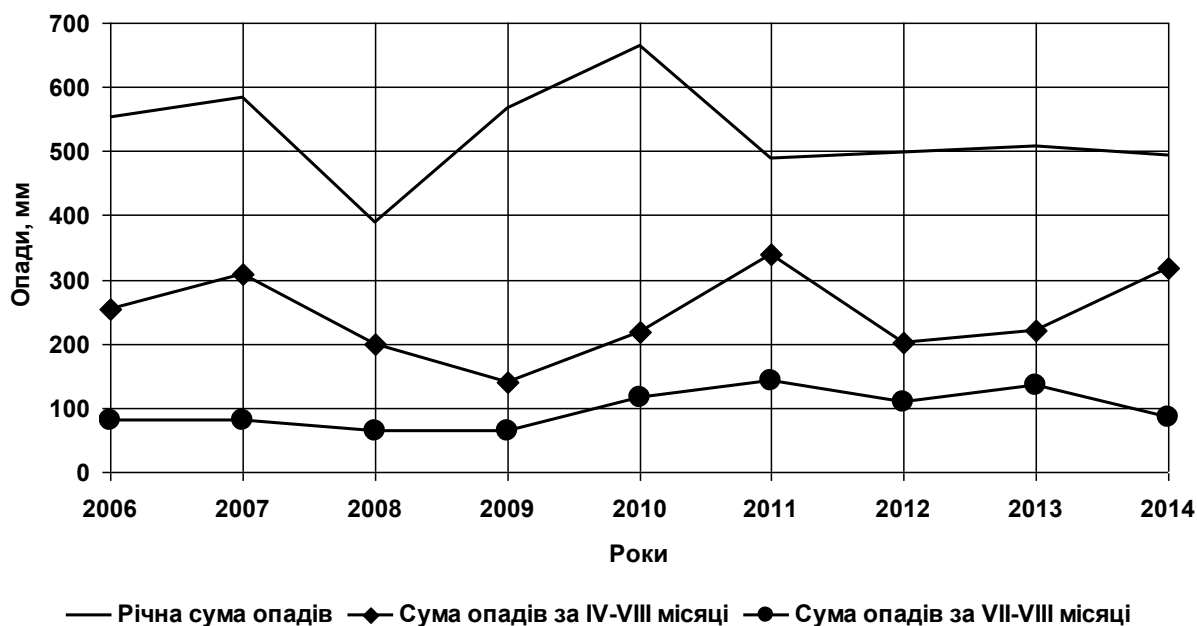


Рис. 3 – Динаміка опадів за даними Харківської та Зміївської метеостанцій

Взаємозв'язки між нагаром на стовбурах та радіальним приростом сосни. Проведено кореляційний аналіз між величинами річних кілець та різними рівнями нагарів на стовбурах (мінімальний, максимальний, середній) (табл. 3). Між індексами радіального приросту та висотою нагару

достовірних зв'язків не виявлено, але між абсолютними величинами радіального приросту 2014 року і максимальною та середньою висотою нагару на стовбурі для ППП 3 обчислено регресійні зв'язки, описані кривими третього порядку (рис. 4, 5).

Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції між абсолютними величинами радіального приросту та висотою нагару на стовбурі

Роки	Максимальна висота нагару на стовбурі, м	Мінімальна висота нагару на стовбурі, м	Середня висота нагару на стовбурі, м
ППП 1			
2011	-0,07	0,05	-0,03
2012	0,16	0,30	0,22
2013	0,11	0,30	0,19
2014	-0,03	0,04	-0,01
2015	-0,08	0,00	-0,05
ППП 2			
2011	0,00	-0,01	-0,01
2012	-0,02	-0,33	-0,17
2013	-0,48	-0,45	-0,49
2014	-0,28	-0,40	-0,35
2015	-0,11	-0,14	-0,13
ППП 3			
2011	0,23	-0,02	0,14
2012	0,39	-0,04	0,23
2013	0,38	-0,12	0,18
2014	0,46*	0,28	0,42*
2015	0,07	0,24	0,16

Примітки: * – достовірність на 0,05 рівні значущості

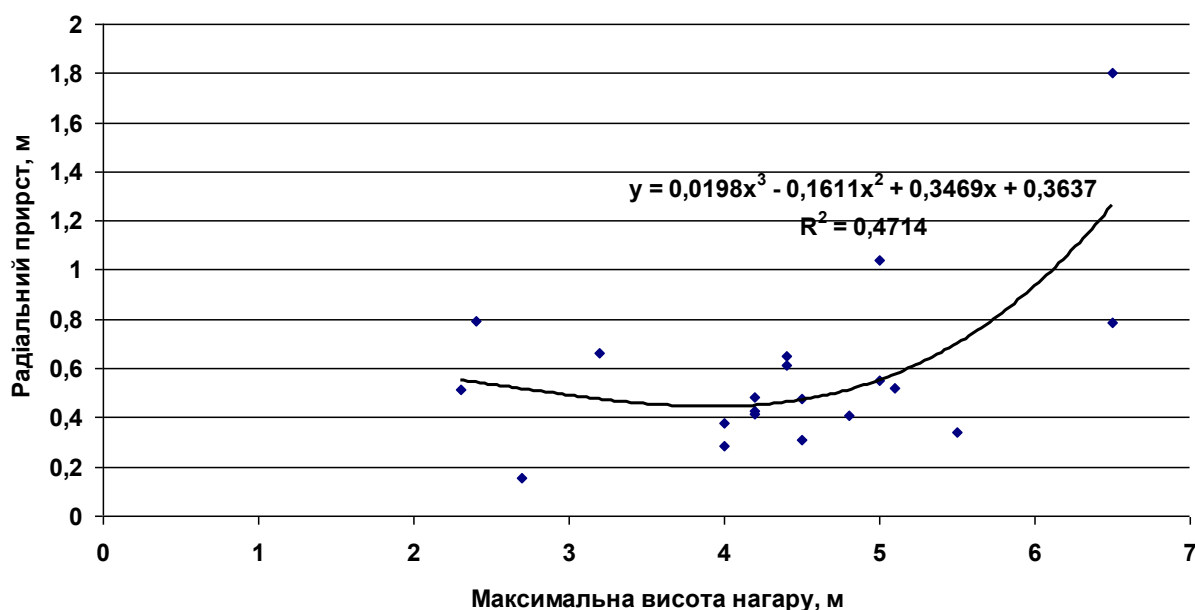


Рис. 4 – Залежність між радіальним приростом та максимальною висотою нагару в 2014 році

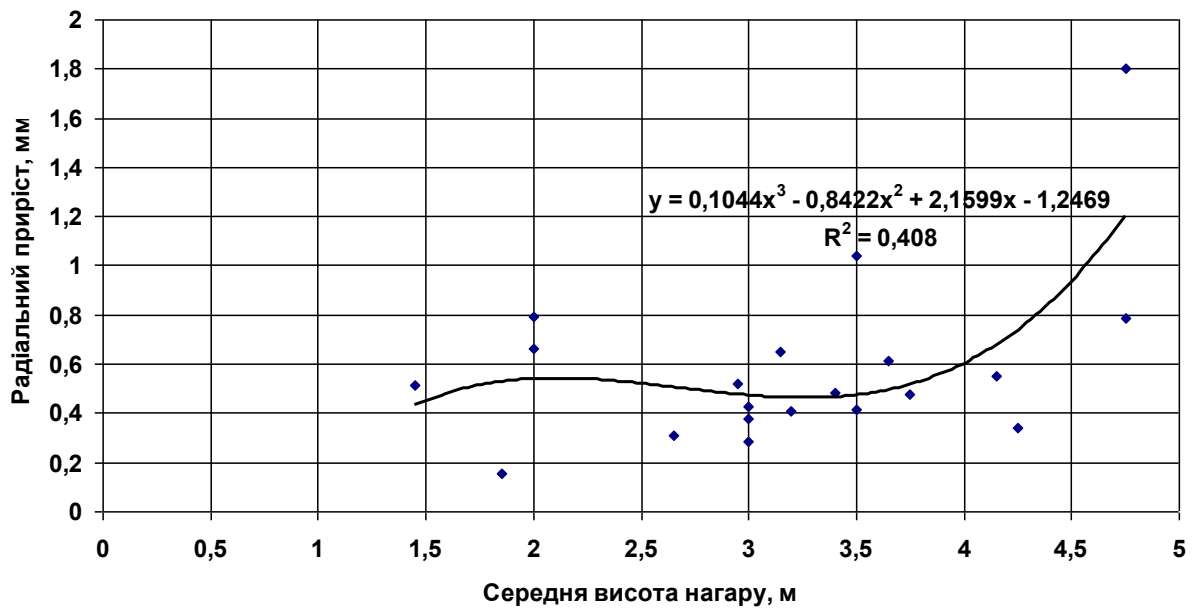


Рис. 5 – Залежність між радіальним приростом та середньою висотою нагару в 2014 році

Коефіцієнти детермінації 0,47 (для максимальної висоти нагару на стовбурі) та 0,41 (для середньої висоти нагару на стовбурі) свідчать про те, що вплив висоти нагару на формування шарів річної деревини складає 47 та відповідно 41% в сукупності всіх факторів впливу на радіальний приріст в цих насадженнях. Кореляційні відношення цих зв'язків достовірні на 0,05 рівні значущості.

В наших попередніх дослідженнях після пірогенного розвитку насаджень виявля-

но достовірні зв'язки між радіальним приростом та висотою підняття нагару по стовбуру на четвертий та роки після пожежі [2].

Взаємозв'язок між санітарним станом дерев та радіальним приростом. Динаміку радіального приросту сосни в насадженнях з різним рівнем пошкодження пожежею, представлено на рис. 6-8.

В найменш пошкодженому насадженні дерева 2 категорії санітарного стану та 3 категорії відновили приріст до пожежного рівня за 4 роки. При цьому дерева 2

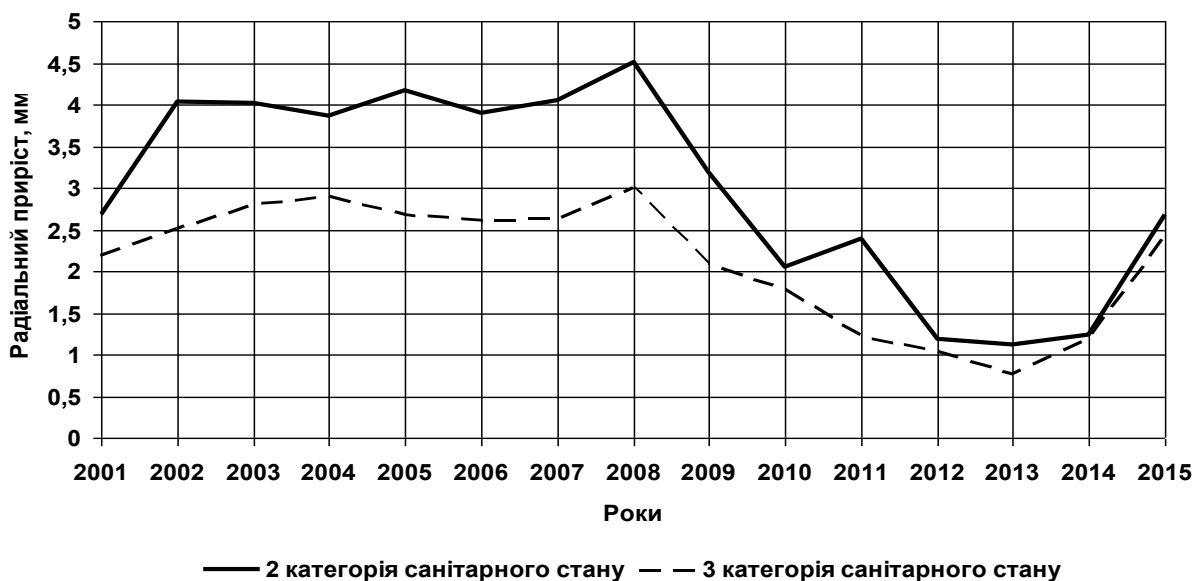


Рис. 6 – Динаміка радіального приросту дерев за категоріями санітарного стану в насадженні (ППП 1), пошкодженому пожежею навесні 2011 року

категорії санітарного мали менш глибоку депресію, ніж дерева 3 класу категорії санітарного стану. В насадженні ППП 2 дерева 2 та 3 категорії санітарного стану відновили приріст за три роки, в той час як дерева 3 категорії санітарного стану мали більш глибокі депресії і повільніше відновлення приросту. Водночас в деревостані ППП 3 (найбільш пошкодженому деревостані), радіа-

льний приріст дерева 2 та 3 категорій санітарного стану відновили до цього часу, незважаючи на те, що світловий приріст на цій ППП був найвищим за рахунок дерев, які всохли і які зрубали.

Отже дерева 2-го та 3-го санітарного стану на ППП з середньою висотою нагару дерев 0,87 та 1,76 відновили свій приріст за три роки, водночас всі дерева на найбільш

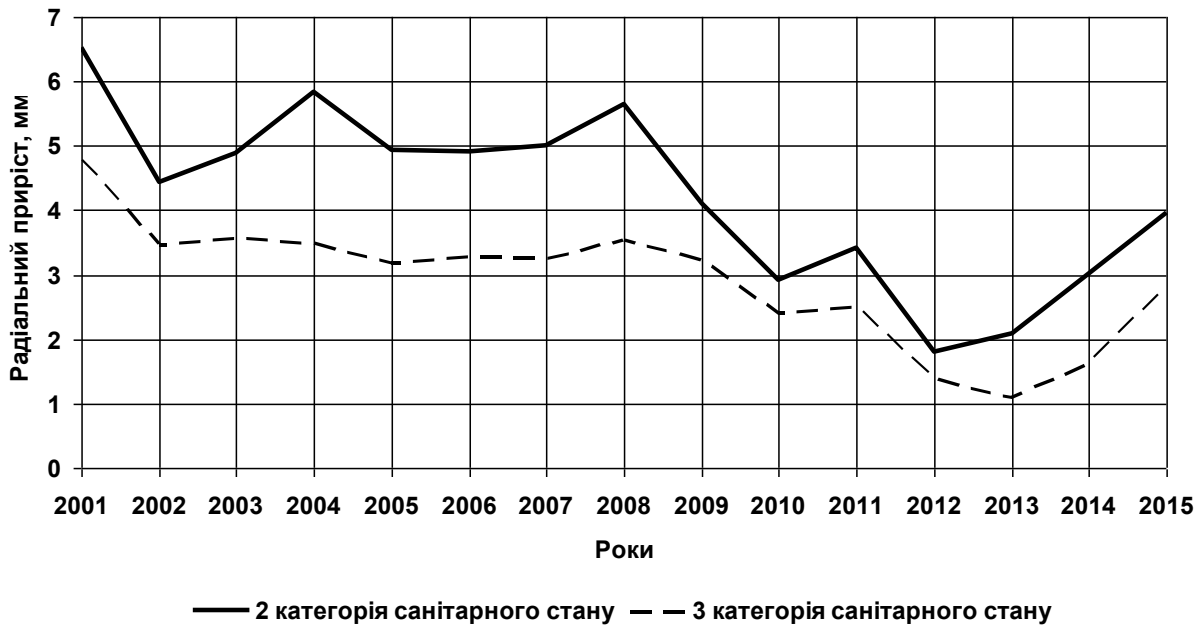


Рис. 7 – Динаміка радіального приросту дерев за категоріями санітарного стану в насадженні (ППП 2), пошкодженому пожежею навесні 2011 року

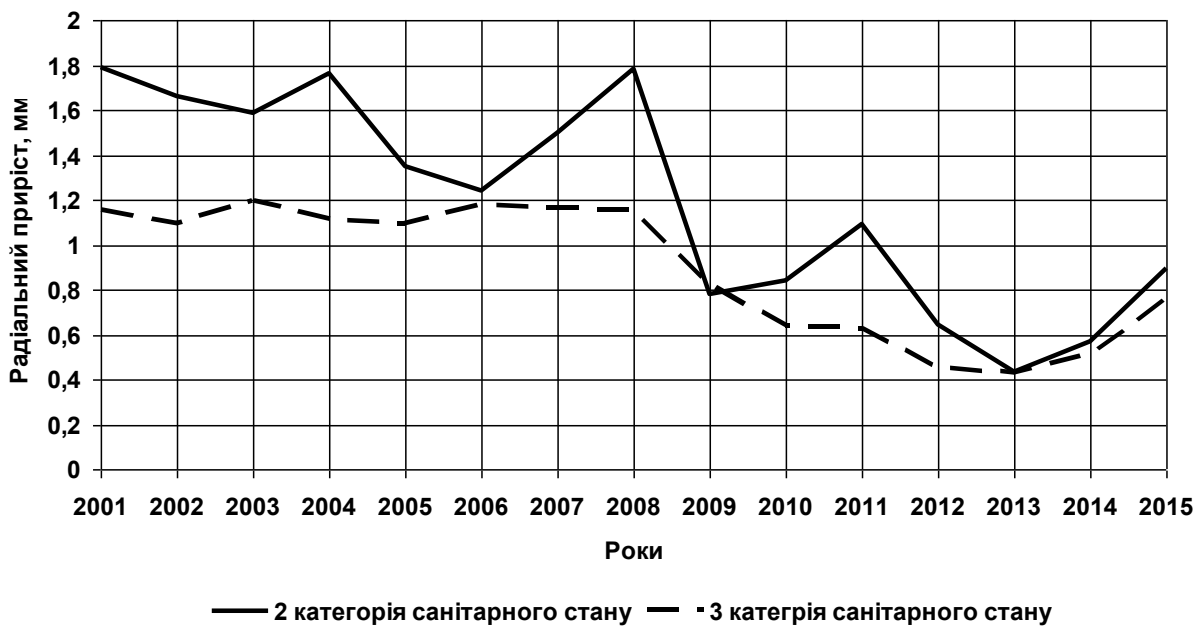


Рис. 8 – Динаміка радіального приросту дерев за категоріями санітарного стану в насадженні (ППП 3), пошкодженому пожежею навесні 2011 року

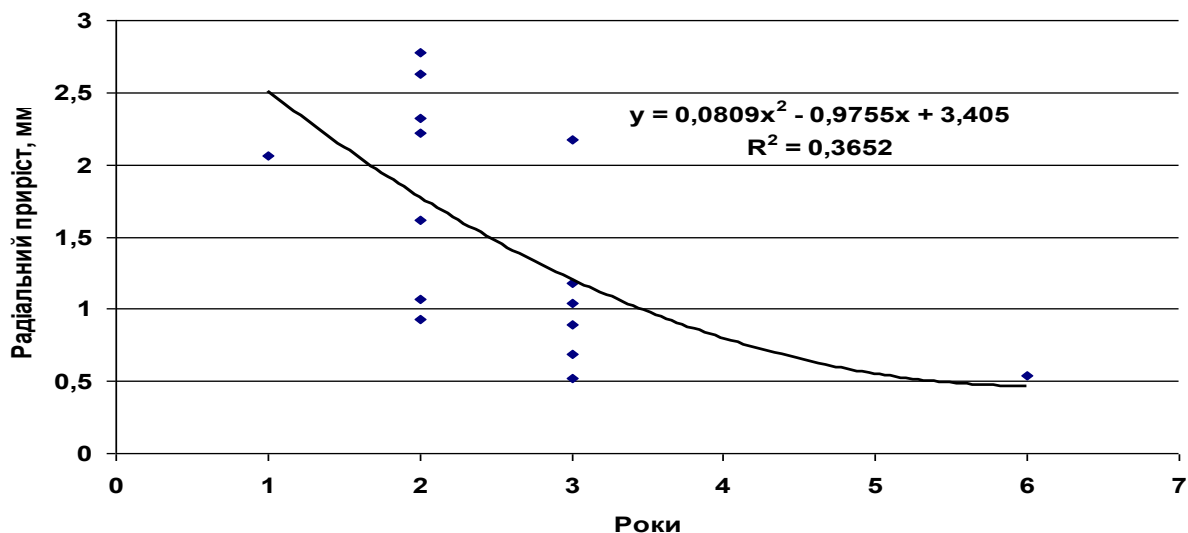


Рис. 9 – Залежність між радіальним приростом та санітарним станом дерев для 2013 року

пошкодженій ППП із середньою висотою нагару 3,76 м на стовбурі не відновили приріст до цього часу.

Залежність між радіальним приростом та санітарним станом дерев для ППП 2 для 2013 року описано кривою третього порядку (рис. 9).

Втрати радіального приросту визначено більшими на пошкоджених пожежами постійних пробних площах (ППП), ніж на контролі.

Дерева 2-го та 3-го санітарного стану на ППП з середньою висотою нагару на стовбурі дерев 0,87 та 1,76 відновили свій приріст за три роки, водночас всі дерева на найбільш пошкодженій ППП із середньою висотою нагару 3,76 м на стовбурі не відновили приріст до цього часу.

Показник категорії санітарного стану базується на показнику дефоліації, тобто виявлена достовірна залежність між дефоліацією та радіальним приростом для 2013 року для ППП 2, коли радіальний приріст почав суттєве відновлення.

Висновки

Обчислено регресійні моделі між дефоліацією та радіальним приростом для 2013 року для ППП 2, коли радіальний приріст почав суттєве відновлення, а також між радіальним приростом та максимальною висотою і середньою висотою нагару на стовбурі для 2014 року для ППП 3.

Посухи протягом вегетаційного періоду негативно впливають на відновлення радіального приросту сосни після пожежі.

Література

1. Битвинскас Т. Т. Дендроклиматические исследования. Л.: Гидрометеоздат, 1974. 170 с.
2. Ворон В. П., Коваль І. М. Вплив низових пожеж на динаміку радіального приросту сосни в лісостеповій зоні України // Науковий вісник НЛТУ України. 2011. Вип. 21.7. С. 45-50
3. Коваль І. М. Дендрохронологія в Україні: ретроспектива і перспективи розвитку // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Львів: РВВ НЛТУ України, 2006. Вип. 31. С. 221-227.
4. Озолинчюс Р. Хвойные: морфогенез и мониторинг. Каунас: Изд-во АЭСТИ, 1996. 340 с.
5. Methods of Dendrochronology – Applications in the Environmental Sciences / Edward R. Cook and

- Leonardas A. Kairiukstis (editors). – Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers and International Institute for Applied Systems Analysis, 1990. 394 p
6. Holmes, R.J. Dendrochronology Program Library-Users Manual; University of Arizona: Tucson, AZ, USA. 1994.
7. Holz A., Veblen T. Pilgerodendronuviferum: The southernmost tree-ring fire recorder species// Eco-science. 2009. 16(3). P. 322-329.

Надійшла до редколегії 08.10.2016

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 504.4.062.2

Т. А. САФРАНОВ, д-р г.-м. наук, проф.
Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016, e-mail: safranov@ukr.net

А. А. ПОЛЩУК, канд. хім. наук
ТОВ «Інфокс» філія «Інфоксводоканал»
вул. Басейна, 5, м. Одеса, 65039, e-mail: lab@infoxvod.com.ua

В. О. ЮРЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.
Харківський національний університет будівництва та архітектури
вул. Сумська, 40, Харків, 61000, e-mail: Yurchenko.valentina@gmail.com

Л. О. ЯРИШКІНА, канд. хім. наук, доц.
*Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна*
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49000, e-mail: ecodiit@gmail.com

ОЦІНКА ОПТИМАЛЬНОСТІ МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ ПИТНИХ ВОД СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ОКРЕМИХ МІСЬКИХ АГЛОМЕРАЦІЙ УКРАЇНИ

Мета. Оцінка рівня збалансованості (оптимальності) мінерального складу питних вод системи централізованого водопостачання, як можливого фактору впливу на здоров'я населення окремих міських агломерацій України. **Методи.** Порівняльний аналіз результатів хімічних аналізів води із річок (свердловин) з оптимальними значеннями показників фізіологічної повноцінності мінерального складу (ФПМС), з санітарно-хімічними показниками безпечності та якості питної води. **Результати.** Гігієнічну оцінку безпечності та якості питної води проводять за показниками епідемічної безпеки, санітарно-хімічними та радіаційними показниками, а також за оптимальним вмістом мінеральних компонентів. Надана оцінка мінерального складу питних вод в деяких міських агломераціях України. Нормативні значення дев'яти показників ФПМС, рекомендованих ДСанПіН 2.2.4-171-10, є важливими критеріями оцінки якості питної води, але вони не відображають всю різноманітність хімічних елементів і мінеральних сполук у питних водах. Якщо окремі хімічні елементи розглядати як санітарно-токсикологічні показники безпечності та якості питної води, то діапазон їх оптимальних значень не завжди відповідає нормативним значенням. **Висновки.** Тривале вживання питної води, що має дисбаланс основних мінеральних компонентів, може бути одним із негативних факторів впливу на здоров'я населення.

Ключові слова: мінеральний склад, оптимальний вміст, баланс компонентів питної води, здоров'я населення

Safranov T. A.
Odessa State Environmental University

Polishchuk A. A.
SLL «Infox» branch «Infoxvodokanal»

Yurchenko V. A.
Kharkiv National University of Construction and Architecture

Yaryshkina L. A.
Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan

ASSESSMENT OF OPTIMAL MINERAL COMPOSITION OF DRINKING WATER SYSTEMS CENTRALIZED WATER SUPPLY OF SOME URBAN AGGLOMERATIONS UKRAINE

Purpose. Evaluation of balance (optimal) mineral composition of drinking water systems, centralized water as possible factors influencing the health of certain urban agglomerations Ukraine. **Methods.** Comparative analysis of the chemical analysis of river water (wells) with optimum values of physiological parameters usefulness mineral composition (PUMC), of the sanitary-chemical indicators of safety and quality of drinking water.

Results. The hygienic aspect of drinking water safety and quality can be defined by the indices of epidemic safety, sanitary- chemical and radiation indices, as well as the optimal content of mineral substance. There are provides assessment of mineral composition in certain urban agglomerations in the Ukraine Regions. Normative values of nine indicators PUMS recommended STATE STANDARDS 2.2.4-171-10 are important criteria for assessing the quality of drinking water, but they do not reflect the diversity of chemical elements and inorganic compounds in drinking water. If individual chemical elements considered as sanitary and toxicological indicators of safety and quality of drinking water, the range of optimal values do not always meet regulatory value. **Conclusions.** Long-term consumption of drinking water with an imbalance of essential mineral components can be one of the negative impact factors for the on public health.

Keywords: mineral substances, optimal content, balance of drinking water composition, public health

Сафранов Т. А.

Одесский государственный экологический институт

Полищук А. А.

ООО «Инфокс» филиал «Инфоксводоканал»

Юрченко В. А.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

Ярышкина Л. А.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

ОЦЕНКА ОПТИМАЛЬНОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПИТЬЕВЫХ ВОД СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ УКРАИНЫ

Цель. Оценка уровня сбалансированности (оптимальности) минерального состава питьевых вод системы централизованного водоснабжения, как возможного фактора влияния на здоровье населения отдельных городских агломераций Украины. **Методы.** Сравнительный анализ результатов химических анализов воды из рек (скважин) с оптимальными значениями показателей физиологической полноценности минерального состава (ФПМС), с санитарно-химическим показателям безопасности и качества питьевой воды. **Результаты.** Гигиеническую оценку безопасности и качества питьевой воды проводят по показателям эпидемиологической безопасности, санитарно-химическим и радиационным показателям, а также по оптимальному содержанию минеральных компонентов. Дана оценка минерального состава питьевых вод в некоторых городских агломерациях Украины. Нормативные значения девяти показателей ФПМС, рекомендованных ГСанПиН 2.2.4-171-10, являются важными критериями оценки качества питьевой воды, но они не отражают все разнообразие химических элементов и минеральных соединений в питьевых водах. Если отдельные химические элементы рассматривать как санитарно-токсикологические показатели безопасности и качества питьевой воды, то диапазон их оптимальных значений не всегда соответствует нормативным значениям. **Выводы.** Длительное употребление питьевой воды с дисбалансом основных минеральных компонентов может быть одним из негативных факторов влияния на здоровье населения.

Ключевые слова: минеральный состав, оптимальное содержание, баланс компонентов питьевой воды, здоровье населения

Вступ

Мінеральний склад питних вод є не тільки показником їх якості, але й важливим чинником формування здоров'я населення, оскільки, як надлишок, так і дефіцит біологічно (фізіологічно) значущих хімічних елементів провокує специфічні захворювання людини – мікроелементози, тобто захворювання (симптоми), що зумовлені недостатністю, надлишком або дисбалансом мікроелементів в організмі [1]. У даний час особливої уваги набуває вивчення ендемічних захворювань, які викликані мікроелементами, пов'язаними з природними та техногенними геохімічними факторами, а також визначення їх ролі у патології людини: зоб (дефіцит

I); флюороз (надлишок F); карієс (недостача F); уривська хвороба (надлишок Sr); ендемічна подагра (надлишок Mo); ектопія кристалика (нестача Mo); гіпогонадизм (дефіцит Zn); хронічна гіперглікемія (низький вміст Cr); хвороба Вільсона-Коновалова (надлишок Cu) тощо [2, 3]. Біологічно (фізіологічно) значущі хімічні елементи поділяються на: «структурні» (C, O, H, N, Ca, Mg, Na, K, S, P, F, Cl), які на 99% формують елементний склад організму; есенціальні (Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Ni, V, Se, Mn, As, F, Si, Li); умовно есенціальні; елементи, роль яких мало вивчена або невідома [1]. Згідно сучасних уявлень, низка мікроелементів (Fe,

Cu, Zn, Mn, Cr, Se, Mo, Co, I.) є абсолютно необхідною (есенціальною) для організму людини, оптимального стану її здоров'я; вони входять до складу загальної регуляторної системи організму та підтримують його гомеостаз. Есенціальні хімічні елементи потрапляють в організм людини в складі продуктів харчування і питної води. В деяких країнах, наприклад, Росії, запропоновані норми фізіологічних потреб в енергії і харчових речовинах для різних груп населення [4], які можна використати для оцінки якості питної води з певними припущеннями. До них належать визначені макроелементи (*Ca, P, Mg, K, Na*) та мікроелементи (*Fe, Zn, I, Cu, Mn, Se, Cr, Mo, F*). Встановлені також і рівні фізіологічної потреби цих есенціальних хімічних елементів для дорослих (чоловіків, жінок) та дітей у мг/добу, але немає відомостей щодо тієї частки, яка потрапляє в організм людини з питною водою. За літературними даними внесок мікроелементів в організм людини за рахунок питної води складає від 2-4 до 20-25 % (за даними ВООЗ – 6-8%). Відомо, що з питною водою людина може отримати до 20 % добової дози кальцію, до 25 % – магнію, до 50-80 % – фтору, до 50 % – йоду тощо [5].

Оскільки, як зазначено вище, збалансованість мінерального складу питних вод є

не тільки показником якості питних вод, але й важливим фактором формування здоров'я населення, тому дослідження регіональних особливостей питного водопостачання та з'ясування ролі водного чинника при формуванні захворюваності населення є актуальною задачею.

Метою дослідження є оцінка рівня збалансованості (оптимальності) мінерального складу питних вод системи централізованого водопостачання, як можливого фактору впливу на здоров'я населення окремих міських агломерацій України.

Оцінка рівня збалансованості мінерального складу води із джерел централізованого водопостачання та водопровідної води базується на дослідженнях в окремих урбанізованих територіях України. Результати хімічних аналізів води із річок (свердловин) порівнювалися з оптимальними значеннями показників фізіологічної повноцінності мінерального складу (ФПМС), з санітарно-хімічними показниками безпечності та якості питної води [6, 7], а також з іншими показниками збалансованості мінерального складу питних вод [8, 9]. Таким чином, визначались значення відповідних показників, які вище (↑) або нижче (↓) за нормативні значення.

Результати дослідження

В Україні гігієнічну оцінку безпечності та якості питної води проводять за показниками епідемічної безпеки (мікробіологічні, паразитологічні), санітарно-хімічними (органолептичні, фізико-хімічні, санітарно-токсикологічні) та радіаційними показниками. Під час вибору водного джерела та технології водопідготовки у разі будівництва чи реконструкції підприємства питного водопостачання населення, перевага надається джерелам та технологіям, що забезпечать виробництво питної води з оптимальним вмістом мінеральних речовин за показниками ФПМС. Показники ФПМС питної води визначають адекватність її мінерального складу біологічним (фізіологічним) потребам організму. Засновані вони на доцільності цілого ряду біогенних елементів бути наявними не тільки в максимально допустимих концентраціях, а й мати мінімально необхідні рівні їх вмісту у воді. Нормативні значення визначені лише для таких 9 показників ФПМС питної води: за-

гальна жорсткість, загальна лужність, йод, калій, кальцій, магній, натрій, сухий залишок, фториди [6]. У новому ДСТУ 7525:2014 [7], який набув чинності з 01.02.2015 р., визначення показників ФПМС у воді централізованого водопостачання не передбачено, а рекомендовано контролювати ці показники лише для води нецентралізованого водопостачання (нефасованої, фасованої). Замість показників ФПМС у [6] використовується поняття «хімічні показники якості, що впливають на органолептичні властивості» [7].

Централізоване водопостачання Одеської міської агломерації базується на поверхневих водах р. Дністер. На водоочисній станції «Дністер» діє традиційна класична схема очищення, що заснована на відстійниках і швидких фільтрах. Після фільтрів вода надходить у резервуари чистої води, там вона піддається знезараженню рідким хлором, який, перед контактом з водою, перетворюють на газоподібний стан у спе-

ціальних випарниках, у дозах, що забезпечують її бактеріальну чистоту і концентрацію залишкового хлору на виході з резервуара чистої води. Уже потім, по п'яти водоводах, вода подається до міста, де розподіляється між споживачами.

Значення деяких показників ФПМС води із річки Дністер і водопровідної води Одеської агломерації (за даними хіміко-бактеріологічної лабораторії філії «Інфоксводоканалу» у 2014-2015 рр., в основному,

відповідають нормативним вимогам. Лише середньорічний вміст натрію вище (↑) за максимальну норму (*maxN*), а фторидів – нижче (↓) за мінімальну норму (*minN*). Якщо натрій і фториди розглядати як санітарно-токсикологічні показники безпечності та якості питної води [6], то діапазон встановлених концентрацій натрію знаходиться в межах нормативних вимог, а ось фторидів – не відповідає нормативним вимогам (табл. 1).

Таблиця 1

Деякі показники фізіологічної повноцінності мінерального складу води системи централізованого водопостачання Одеської міської агломерації

Показник	р. Дністер Водопровідна вода (2014-2015 рр.)	Діапазон нормативних значень [6]
Загальна жорсткість, ммоль/дм ³	<u>4,34 ± 0,43</u> 3,76 ± 0,46	1,5 - 7,0
Загальна лужність, ммоль/дм ³	<u>3,80 ± 0,46</u> 3,97 ± 0,52	0,5 - 6,5
Кальцій, мг/дм ³	<u>59,95 ± 6,69</u> 59,79 ± 9,38	25 – 75
Магній, мг/дм ³	<u>22,42 ± 6,40</u> 17,23 ± 3,91	10 – 50
Натрій, мг/дм ³	<u>29,13↑ ± 4,53</u> <u>30,15↑ ± 5,20</u>	2 – 20
Калій, мг/дм ³	— — — 7,55 ± 1,2	2 – 20
Сухий залишок, мг/дм ³	<u>371,53 ± 43,4</u> 376,05 ± 36,5	200 - 500
Фториди, мг/дм ³	<u>0,249↓ ± 0,031</u> <u>0,157↓ ± 0,012</u>	0,7 – 1,2

Основним джерелом централізованого водопостачання Миколаївської міської агломерації є поверхневі води р. Дніпро, які подаються водоводом потужністю 80 тис. м³/д. Протяжність водопровідних мереж міста становить понад 1050 км, з яких близько 10% перебуває в аварійному стані. Технологічна схема очищення води складається з таких стадій: коагулювання, відстоювання, фільтрування, знезараження. Значення вивчених показників ФПМС води із річки Дніпро (загальна жорсткість, загальна лужність, сухий залишок) і водопровідної води м. Миколаїв (загальна жорсткість, загальна лужність, кальцій, магній, сухий залишок) відповідають нормативним вимогам, за винятком дефіциту фторидів (табл. 2).

Херсонська міська агломерація розташована на правому високому березі Дніпра, але, незважаючи на наявність та

доступність до поверхневих джерел водопостачання система централізованого водопостачання базується на підземних водах (ПВ). Основна частина прісних підземних вод зосереджена, в основному, в неогеновому водоносному комплексі. Цей комплекс широко розгалужений по території Херсонської області і забезпечує майже стовідсотковий видобуток ПВ. Загальна кількість водозабірних свердловин глибиною 80-100 м – понад 150, але лише приблизно 50% від цієї кількості є діючими. ПВ надходять в водопровідну мережу, протяжність якої понад 820 км. Слід зазначити, що понтичний водоносний горизонт (ВГ), який до кінця 1960-років використовувався для скидання господарсько-побутових стоків, є джерелом забруднення, оскільки забруднені води по затрубному простору свердловин, непридатних для експлуатації, перетікають у

Таблиця 2

Деякі показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод системи централізованого водопостачання Миколаївської міської агломерації

Показники	Діапазон фактичних значень		Діапазон нормативних значень [6]
	Вода із річки Дніпро (2005-2014 рр.)	Водопровідна вода (2005-2014 рр.)	
Загальна жорсткість, ммоль/дм ³	3,90	<u>3,2 - 3,99*</u> 3,51**	1,5 - 7,0
Загальна лужність, ммоль/дм ³	2,49	<u>1,93 - 2,50</u> 2,3	0,5 - 6,5
Кальцій, мг/дм ³	-	<u>43,09 - 57,31</u> 47,7	25 - 75
Магній, мг/дм ³	-	<u>12,7 - 17,15</u> 14,65	10 - 50
Сухий залишок, мг/дм ³	384,0	<u>260,08 - 367,25</u> 300,17	200 - 500
Фториди, мг/дм ³	0,35↓	<u>0,19↓ - 0,29↓</u> 0,23↓	0,7 - 1,2

Примітка: *діапазон середньорічних значень показників; ** середнє значення показників

верхньосарматський ВГ. Підземні води верхньосарматського ВГ забруднені нітрами (до 250 мг/дм³, за норми – 45 мг/дм³). За даними МКП «ВУВКГ м. Херсон» за 2015 р. по окремим свердловинам значення загальної жорсткості коливається від 7,1 ммоль/дм³ (ПО «Холодильник») до 38,8 ммоль/дм³ (вул. Червоноармійська, 2-а), середнє значення ($n = 25$) – 11,2 ммоль/дм³, тобто набагато перевищує максимальну фізіологічну норму – 7,0 ммоль/дм³. Однак, в окремих свердловинах значення загальної жорсткості у межах 7,1-9,8 ммоль/дм³, що декілька нижче за норматив для питної води з колодязів та каптажів ($\leq 10,0$ ммоль/дм³). Значення сухого залишку коливається від 1026,6 мг/дм³ (вул. Комсомольська, 66-а) до 4815,5 мг/дм³ (вул. Червоноармійська, 2-а), середнє значення ($n = 15$) – 2260,0 мг/дм³, тобто, набагато вище за максимальну фізіологічну норму (500,0 мг/дм³). Але в окремих свердловинах значення сухого залишку у межах 1026,6-1246,8 мг/дм³, що декілька нижче нормативу для питної води з колодязів та каптажів ($\leq 1500,0$ мг/дм³).

Централізоване водопостачання Дніпровської міської агломерації забезпечується водами Дніпра. На основних водозаборах (Кайдацький, Аульський, Ломовський) використовується традиційна схема очищення, що заснована на відстійниках та швидких фільтрах. Знезараження викону-

ється із застосуванням рідкого (газоподібного) хлору, або гіпохлориду натрію. Значення жорсткості, лужності, сухого залишку, а також вмісту кальцію і магнію у вихідній воді з річки Дніпро та з резервуару чистої води (РЧВ) всіх діючих водозаборів відповідали нормативним вимогам. Виключенням є вміст фторидів, концентрація яких набагато нижча за мінімальну норму (табл. 3).

Для централізованого водопостачання Харківської міської агломерації використовують води з Печенізького водосховища, об'ємом 382 млн. м³, що заповнюється поверхневими водами річки Сіверський Донець (74,1% загальної подачі), води з Червононапівського водосховища, об'ємом 410 млн. м³, що заповнюється з каналу Дніпро-Донбас (23,5%) та артезіанські води (2,4%).

Надходжень води з цих джерел достатньо, проте, існує проблема витратності перекачування води з поверхневих джерел на відстань близько 40 км з Сіверського Дінця і приблизно на 320 км з Дніпра та технологічної складності усунення завислих речовин й цвітіння річкових вод [10]. Якісний та кількісний склад води обох поверхневих джерел дещо відрізняються (табл. 4): в Сіверському Дінці води гідрокарбонатні кальцієві (жорсткість тимчасова), а в Дніпрі – сульфатні кальцієві (жорсткість постійна).

Таблиця 3

Середні значення показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод системи централізованого водопостачання Дніпровської міської агломерації

Показники	Діапазон фактичних значень			Діапазон нормативних значень [6]
	Кайдацький водозабір (2015 р.)	Ломовський водозабір (2011-2015 рр.)	Аульський водозабір (2010 р.)	
Загальна жорсткість, ммоль/дм ³	<u>3,8</u> 3,7	<u>3,7</u> 3,8	3,34	1,5 - 7,0
Загальна лужність, ммоль/дм ³	<u>2,9</u> 2,7	<u>3,2</u> 3,1	2,37	0,5 - 6,5
Кальцій, мг/дм ³	-	<u>41,7</u> -	48,0	25 - 75
Магній, мг/дм ³	<u>14,1</u> -	<u>13,3</u>	11,5	10 - 50
Сухий залишок, мг/дм ³	<u>241,5</u> <u>267,4</u>	<u>267,8</u> <u>282,3</u>	250,6	200 - 500
Фториди, мг/дм ³	<u>0,10</u> ↓ <u>0,08</u> ↓	<u>0,21</u> ↓ <u>0,12</u> ↓	-	0,7 - 1,2

Примітка: чисельник - р. Дніпро, знаменник – резервуар чистої води

Таблиця 4

Середні значення деяких показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод системи централізованого водопостачання Харківської міської агломерації

Показники	Діапазон фактичних значень			Діапазон нормативних значень [6]
	р. Сіверський Донець (2006-2010 рр.)	Червонопавлівське водосховище (2006-2010 рр.)	Водопровідна вода (2008 р.) [11]	
Загальна жорсткість, ммоль/дм ³	6,48	8,2 ↑	3,45	1,5 - 7,0
Загальна лужність, ммоль/дм ³	5,28	3,4	3,0	0,5 - 6,5
Кальцій, мг/дм ³	82,28↑	78,1↑	84,0↑	25 - 75
Магній, мг/дм ³	21,1	4,94 ↓	34	10 - 50
Сухий залишок, мг/дм ³	532,6 ↑	902,0 ↑	633↑	200 – 500
Фториди, мг/дм ³	0,34↓	0,27↓	-	0,7 - 1,2

Значення деяких показників ФПМС води цих джерел водопостачання не вписувались в діапазон нормативних значень за сухим залишком (532,6-902,0 мг/дм³↑), вмістом Ca²⁺ (78,1-82,3 мг/дм³↑) та фторидів (0,27-0,34 мг/дм³↓), а також Mg²⁺ (↓ лише для вод Червонопавлівського водосхови-

ща). Невідповідність питним нормативам спостерігається і по ряду мікроелементів (органічної і неорганічної природи), що обумовлено неминучим техногенним забрудненням води на великих водозбірних територіях зазначених річок. Відмінною рисою якості води з Сіверського Дінця є

систематично вищі показники каламутності та вмісту завислих речовин, що пов'язано з перенесенням цих речовин в потоці річки (особливо в період танення снігу й випадання зливових опадів), на відміну від умов в Червонопавлівському водосховищі, де дніпровська вода відстоюється перед водозабором.

Водопостачання м. Львів здійснюється з підземних джерел – 17 водозаборів, розміщених на відстані 20-110 км по території Львівської області. Одним із основних є ВГ верхньокрейдяних відкладів. За результатами аналізу води, що подається в централізовану систему водопостачання м. Львів (за 2011-2012 рр., за даними ЛМКП «Львівводоканал»), в деяких водозаборах значення загальної жорсткості досягає 7,3-8,5 ммоль/дм³, лужності – до 6,7-6,9 ммоль/дм³, сухого залишку – до 515,49-649,42 мг/дм³, що є вище за нормативні значення цих показників ФПМС. Воду з підвищеною загальною жорсткістю подає східна група водозаборів (Вільшаниця, Ремезівці, Плугів). У пробах води, відібраних на насосних станціях («межа міста»), також зафіксовано перевищення нормативних значень загальної жорсткості (7,55-8,4 ммоль/дм³) та сухого залишку (591,07-632,13 мг/дм³). У пробах, відібраних у декількох навчальних закладах Львова якість води за загальною жорсткістю (7,2-8,2 ммоль/дм³) та вмістом фтору (0,15-0,40 мг/дм³) не відповідає вимогам ФПМС до

питної води. Але вода, забрана в пунктах розливу, звичайно характеризується дуже низькими значеннями загальної жорсткості, Ca^{2+} та Mg^{2+} , що може призвести до кальцій-магній-залежних захворювань населення [12].

У разі порівняння встановлених середньорічних значень характеристик питної води в системах централізованого водопостачання міських агломерацій, що ґрунтуються на поверхневих (річкових) водах, з санітарно-хімічними показниками безпечності та якості [6], то значення більшості показників (pH , SO_4^{2-} , Cl , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+) будуть відповідати нормативним вимогам.

Якщо порівняти встановлені значення показників ФПМС вихідної води з річки Дністер та водопровідної води Одеської агломерації з так званими «рекомендованими межами» [8], то встановлені середньорічні концентрації кальцію і магнію вищі за «межі» (відповідно 15-30 та 3-12 мг/дм³), а середньорічний вміст калію і фторидів відповідає «рекомендованим межам» (відповідно 0,5-3 та 0,1-0,5 мг/дм³) (табл. 5).

При порівнянні встановлених значень показників ФПМС питної води системи централізованого водопостачання з «рекомендованими межами» [8], для середніх значень більшості показників характерно відхилення від цих «меж» (табл. 6).

Таблиця 5

Відповідність мінерального складу води із річки Дністер і водопровідної води Одеської агломерації «рекомендованим межам»

Показник	Рекомендовані межі [7]	Річка Дністер (2014 - 2015 рр.)	Водопровідна вода (2014 - 2015 рр.)
pH	6,8 – 7,2	8,05↑ ± 0,09	7,69↑ ± 0,08
HCO_3^- , мг/дм ³	50 - 160 мг/дм ³	196,79↑ ± 23,29	210,5↑ ± 21,0
SO_4^{2-} , мг/дм ³	3 - 12 мг/дм ³	65,48↑ ± 10,06	76,9↑ ± 13,7
Cl , мг/дм ³	2 - 10 мг/дм ³	31,84↑ ± 2,52	35,3↑ ± 3,0
NO_3^- , мг/дм ³	0,3 - 3,0 мг/дм ³	4,70↑ ± 1,95	4,45↑ ± 1,55
F^- , мг/дм ³	0,1 - 0,5 мг/дм ³	0,039 ± 0,036	0,159 ± 0,014
PO_4^{3-} , мг/дм ³	0,05 - 0,2 мг/дм ³	0,281↑ ± 0,09	0,254↑ ± 0,031
NO_2^- , мг/дм ³	0,01 - 0,1 мг/дм ³	0,029 ± 0,016	0,00
Na^+ , мг/дм ³	5 – 20 мг/дм ³	29,13↑ ± 4,53	30,0↑ ± 4,2
Ca^{2+} , мг/дм ³	15 - 30 мг/дм ³	57,20↑ ± 6,80	59,05↑ ± 7,47
Mg^{2+} , мг/дм ³	3 - 12 мг/дм ³	23,86↑ ± 7,03	16,80↑ ± 3,50
K^+ , мг/дм ³	0,5 – 3,0 мг/дм ³	-	7,5 ± 1,2
NH_4^+ , мг/дм ³	0,02 - 0,2 мг/дм ³	0,103 ± 0,003	0,05
Fe , мг/дм ³	0,05 - 0,5 мг/дм ³	0,362 ± 0,173	0,10
M , мг/дм ³	100 - 300 мг/дм ³	305,06↑ ± 33,81	331,3↑ ± 33,3

«Рекомендовані межі» розширюють перелік показників якості мінерального складу питних вод, але, в той же час, виникають питання щодо рівня обґрунтованості діапазону оптимальних концентрацій. Наприклад, оптимальні значення водневого показника (pH) пропонуються у межах 6,8-7,2, в той час, коли у [6, 7], – pH 6,5-8,5, що є більш обґрунтованим тому, що кислотно-лужна рівновага рідин організму звичайно має лужну реакцію. За даними японських дослідників, при споживанні

питної води з $pH > 6,5$ показник тривалості життя населення зростає на 20-30%; це зумовлено тим, що кисле середовище ($pH < 7$) сприяє розмноженню патогенних бактерій і провокує низку захворювань. «Рекомендовані межі» мінералізації (M) – 100-300 мг/дм³, що вважається показником задовільної мінералізації, в той же час, коли у [6, 7] діапазон оптимальних значень мінералізації (сухого залишку) складає 300-500 мг/дм³.

Таблиця 6

Відповідність мінерального складу питних вод окремих міських агломерацій «рекомендованим межам»

Показник	Рекомендовані межі [8]	Дніпровська агломерація		Харківська агломерація	
		Кайдацький водозабір (2015 р.)	Ломовський водозабір (2015 р.)	р. Сіверський Донець (2006-2010 рр.)	Червоно-павлівське водосховище (2004-2010 рр.)
pH	6,8 – 7,2	8,15↑ / 7,63↑	8,06↑ / 7,56↑	8,22↑	7,96↑
HCO_3^- , мг/дм ³	50 - 160 мг/дм ³	-	-	321,6↑	206,8↑
SO_4^{2-} , мг/дм ³	3 - 12 мг/дм ³	26,9↑ / 25,1↑	36,7↑ / 39,5↑	117,9↑	415,1↑
Cl^- , мг/дм ³	2 - 10 мг/дм ³	24,1↑ / 31,4↑	23,4↑ / 33,5↑	37,6↑	66,6↑
NO_3^- , мг/дм ³	0,3 - 3,0 мг/дм ³	< 0,5 / < 2,2	- / < 2,2	1,49	0,36
F^- , мг/дм ³	0,1 - 0,5 мг/дм ³	0,10 / < 0,08	0,25↑ / 0,16↑	0,34↑	0,27↑
PO_4^{3-} , мг/дм ³	0,05 - 0,2 мг/дм ³	0,40↑ / < 0,01	0,36↑ / < 0,11	0,89↑	0,22↑
NO_2^- , мг/дм ³	0,01 - 0,1 мг/дм ³	0,008 / 0,003	- / 0,003	0,04	0,44↑
Na^+ , мг/дм ³	5 - 20 мг/дм ³	-	-	-	-
Ca^{2+} , мг/дм ³	15 - 30 мг/дм ³	-	54,5↑ / -	82,3↑	78,1↑
Mg^{2+} , мг/дм ³	3 - 12 мг/дм ³	14,1↑ / -	19,3↑ / -	21,9↑	49,4↑
K^+ , мг/дм ³	0,5 - 3,0 мг/дм ³	-	-	-	-
NH_4^+ , мг/дм ³	0,02 - 0,2 мг/дм ³	0,17 / < 0,1	- / < 0,1	0,25↑	0,22↑
Fe , мг/дм ³	0,05 - 0,5 мг/дм ³	< 0,05 / < 0,05	< 0,05 / < 0,05	0,25	0,17
M , мг/дм ³	100 - 300 мг/дм ³	241,5 / 267,4	280,5 / 289,47	530,2↑	902,2↑

Критерієм придатності води є значення гранично допустимих концентрацій (ГДК) для окремих мікроелементів. Надходження мікроелементів у питні води залежить від регіональних геохімічних особливостей та техногенних факторів (наприклад, концентрації окремих мікроелементів, у т. ч. токсичних, з-за незадовільного стану водопровідної мережі можуть істотно зростати). У питних водах системи централізованого водопостачання Одеської і Дніпровської агломерацій вміст визначених мікроелементів не перевищує ГДК (табл. 7).

В поверхневих джерелах водопостачання і водопровідній воді інших міських агломерацій визначені лише окремі мікроелементи (наприклад, Fe , Mn , Cu), вміст яких також був нижче за ГДК.

Для орієнтованої оцінки мінерального складу питних вод пропонується використовувати значення біологічно значимих концентрацій [9], що дозволяє відокремити компоненти, вміст яких може впливати на мікроелементний баланс людини.

Середньорічні показники окремих хімічних елементів (Al , Co , Cu , Zn , Mn , Cr , Mo , As , Pb , Cd , Be , Se , Sr , Hg), визначених в річкових і водопровідних водах, як правило, менші за значення нижньої межі біологічно значимої концентрації (НМБЗК) [9]. Окремі біологічно (фізіологічно) значущі хімічні елементи мають недостатні концентрації для повноцінного функціонування організму людини. Виняток складають мідь і стронцій, середньорічні концентрації яких в питних водах Одеської

Таблиця 7

Вміст окремих мікроелементів у питних водах систем централізованого водопостачання Одеської і Дніпровської агломерацій

Мікро-елемент	ГДК [6, 7]	НМБЗК [8]	р. Дністер / водопровідна вода (2014 - 2015 рр.)	Ломовський водозабір (2015 р.): р. Дніпро / РЧВ	Кайдацький водозабір (2015 р.): р. Дніпро / РЧВ
Al, мг/дм ³	≤ 0,20	0,375	0,05 / < 0,04	-	
Co, мг/дм ³	≤ 0,1	0,0075	< 0,005 / < 0,005	-	< 0,01 / < 0,01
Cu, мг/дм ³	≤ 1,0	0,0875	0,259 / < 0,005	0,078 / 0,031	0,11/0,054
Zn, мг/дм ³	≤ 1,0	0,325	< 0,005 / 0,0067	< 0,005 / 0,005	< 0,005 / < 0,005
Mn, мг/дм ³	≤ 0,05	0,0925	0,018 / 0,0068	0,057 / 0,01	0,055/0,013
Cr, мг/дм ³	≤ 0,05	0,00375	- / < 0,005	< 0,02 / -	< 0,0025 / < 0,0025
Mo, мг/дм ³	≤ 0,07	0,00625	0,0031 / < 0,01	< 0,01 / < 0,01	-
As, мг/дм ³	≤ 0,01	0,00125	< 0,005 / < 0,005	-	-
Pb, мг/дм ³	≤ 0,010	0,01	< 0,005 / < 0,005	-	< 0,005 / < 0,005
Cd, мг/дм ³	≤ 0,001	0,0025	< 0,00025 / < 0,00025	-	< 0,001 / < 0,001
Be, мг/дм ³	≤ 0,0002	0,00025	< 0,00005 / < 0,00005	-	-
Se, мг/дм ³	≤ 0,01	0,00375	< 0,001 / < 0,001	-	-
Sr, мг/дм ³	≤ 7,0	0,05	1,012 / 0,095	-	-
Hg, мг/дм ³	≤ 0,0005	0,00037	< 0,0005 / < 0,0005	-	-

декілька вищі НМБЗК, але нижчі відповідних ГДК (див. табл. 7), а також нижчі за норми санітарно-токсикологічних показників безпеки та якості питної води (мідь ≤ 1,0 мг/дм³, стронцій ≤ 7,0 мг/дм³ – ДСанПіН 2.2.4-171-10). Можливо, що значення

біологічно значимої концентрації мінеральних компонентів питної води та їх нижньої межі недостатньо обґрунтовані, однак вони розширюють перелік критеріїв оцінки рівня збалансованості мінерального складу питних вод.

Висновки

В результаті проведених досліджень можна дійти до таких висновків:

- нормативні значення дев'яти показників ФПМС, рекомендованих ДСанПіН 2.2.4-171-10, є важливими критеріями оцінки якості питної води, але вони не відображають всю різноманітність хімічних елементів і мінеральних сполук у питних водах;
- якщо ж окремі хімічні елементи розглядати як санітарно-токсикологічні показники безпеки та якості питної води, то діапазон їх оптимальних значень не завжди відповідає нормативним значенням показників ФПМС;
- величини біологічно значимих концентрацій мінеральних компонентів

питної води та їх нижній межі, можливо, недостатньо обґрунтовані, але дають можливість розширити перелік критеріїв оцінки рівня збалансованості мінерального складу питних вод;

– у питних водах систем централізованого водопостачання вміст звичайно зазначених мікроелементів не перевищує значень відповідних ГДК;

– довготривале споживання питних вод, які характеризуються дисбалансом їх мінерального складу, може бути одним із негативних чинників впливу на здоров'я населення, а тому існує потреба проведення подальших спеціальних досліджень.

Література

1. Авицын А. П. Микроэлементозы человека: мифология / А. П. Авицын, А. А. Жаворонков. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.

2. Жовинский Э. Я. Экологическая геохимия и медицина / Э. Я. Жовинский, И. В. Кураева, Н. О. Крюченко // Мінералогічний журнал. – 2004. – 26.

- №2. – С. 17-24.

3. Жовинський Е. Я. Біогеохімічне районування та питання медичної геології / Е. Я. Жовинський, І. В. Кураєва, Н. О. Крюченко та ін. // Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування. Мат. III науково-практичного конф. (4-7 листопада 2016 р., м. Трускавець). – К.: ДКЗ, 2016. – С. 381-385.

4. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации. МР 2.3.1.2432-08. – М.: 2008.

5. Иванов А.В. Современные представления о влиянии питьевой воды на состояние здоровья населения / А. В. Иванов, Е. А. Тафеева, Н. Х. Давлетова, К. В. Вавашкин. // Вода: химия и экология. – 2012. - №3. – С. 48-53.

6. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДсанПіН 2.2.4-171-10). – К., 2010.

7. ДСТУ 7525:2014. «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості». – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 25 с.

8. Шварцев С. Л. Оценка качества питьевой воды скважины «ТВК» в процессе её водоподготовки, поиск новых источников высококачественной

воды в районе г. Томска / С. Л. Шварцев, Ю. Г. Копылова. – Томск: ТПУ, 2001. – 31 с.

9. Барвиш М. В. Новый подход к оценке микрокомпонентного состава подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения / М.В. Барвиш, А.А. Шварц // Геоэкология, 2000. – №5. – С.467–473.

10. Яковлев В. В. Источники водоснабжения Харькова и перспективы использования лучевых водозаборов / В. В. Яковлев, В. Д. Лищина, М. В. Бабаев, А. Г. Васенко// [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis_64.exe?

11. Ковалева Е.А. Качество питьевой воды города Харькова и пути его улучшения/ Е. А. Ковалева, В. А. Ткачев // Коммунальное хозяйство городов. – 2008. – Т.4. – С. 110-113.

12. Мацієвська О.О. Оцінювання якості питної води м. Львів та дослідження впливу води різної якості на показники крові людини / О.О. Мацієвська // Медико-гідрогеохімічні чинники геологічного середовища України / за ред. проф. Г. І. Рудька. Київ – Чернівці: Букрек, 2015. – С. 495-535.

Надійшла до редколегії 14.10.2016

УДК 502/504:661.185

А. Г. ГАРБУЗ

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна 61022
e-mail: eko-life@inbox.ru

ВОДОПОСТАЧАННЯ У МІСТІ ХАРКІВ

Мета. На підставі анкетування населення визначити пріоритетні джерела водопостачання для великого міста, провести моніторинг якості питної води центрального водогону і природних джерел міста Харків. **Методи.** Анкетування, фізико-хімічні методи. **Результати.** За результатами анкетування населення встановлено, що 53 % опитаних, для питних потреб, використовують джерельну воду що реалізується з автоцистерн, 30 % опитаних віддають перевагу воді джерел, які знаходяться неподалік від їх місця проживання. Воду з водогону міста для питних потреб використовують тільки 15% анкетованих і 2% воду з інших систем водопостачання. Проведено моніторинг якості питної води центрального водогону та джерельної води великого міста. Для води з водогону встановлено відхилення від існуючих нормативів по п'яти із двадцяти досліджених показників, що свідчить про низьку якість води. Дослідження проб джерельної води визначило її як «чиста». **Висновки.** Джерельна вода у м. Харків рекомендована населенню у якості альтернативного джерела питної води.

Ключові слова: моніторинг, анкетування, вода центрального водогону, джерельна вода, якість води

Garbuz A. G.

V. N. Karazin Kharkiv National University

WATER SUPPLY IN KHARKIV

Purpose. On the basis of the survey population to determine the priority of water supply sources for the big city. To monitor the quality of drinking water of the central water supply and natural sources of the city of Kharkiv. **Methods.** Questionnaires, physical and chemical methods. **Results.** According to the results of the population survey found that 53% of respondents used for drinking spring water from tanker trucks, 30% of respondents prefer water sources that are close to their place of residence. The water from the city water supply system for drinking purposes only use 15% of the respondents, and 2% from other water supply systems. Monitoring of the quality of drinking water of the central water and spring water. For tap water set the deviation from existing standards for five of the twenty examined indicators, indicating the poor quality of water. The study of spring water samples has identified it as a "clean". **Conclusions.** Spring water in Kharkov advised the public as an alternative source of drinking water.

Keywords: monitoring, survey, water from the centralised water supply system, spring water, water quality

Гарбуз А. Г.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

ВОДОСНАБЖЕНИЕ В ГОРОДЕ ХАРЬКОВ

Цель. На основании анкетирования населения определить приоритетные источники водоснабжения для большого города, провести мониторинг качества питьевой воды центрального водопровода и природных источников города Харькова. **Методы.** Анкетирование, физико-химические методы. **Результаты.** По результатам анкетирования населения установлено, что 53% опрошенных для питьевых нужд используют родниковую воду с автоцистерн, 30% опрошенных предпочитают воду источников, которые находятся недалеко от их места жительства. Воду из водопровода города для питьевых целей используют только 15% анкетуемых и 2% воды из других систем водоснабжения. Проведен мониторинг качества питьевой воды центрального водопровода и родниковой воды. Для водопроводной воды установлено отклонение от существующих нормативов по пяти из двадцати исследованных показателей, что свидетельствует о низком качестве воды. Исследование проб родниковой воды определило ее как «чистая». **Выводы.** Родниковая вода в г. Харькове рекомендована населению в качестве альтернативного источника питьевой воды.

Ключевые слова: мониторинг, анкетирование, вода центрального водопровода, родниковая вода, качество воды

© Гарбуз А. Г., 2016

Вступ

В нашій країні поширена думка, що запаси питної води безмежні. Загальні прогнози експлуатаційних ресурсів прісних питних вод в Україні за статистичними підрахунками на 2015 рік становлять 55 млн. м³/добу. Такі запаси більше, ніж у двічі перевищують потребу населення. Можливо саме такі підрахунки і зменшили увагу фахівців до проблеми саме якості води. На даний час у мегаполісах прісні води річок є основним постачальником питної води населенню. І так як їх хімічні показники стрімко погіршуються, то безмежні запаси питної води також виявились обмеженими. В результаті Україна увійшла у трійку найменше забезпечених питною водою країн Європи – після Португалії і Греції. Тому проблема якості та забезпечення населення України питною водою стала вкрай актуальною і надзвичайно гострою.

Великі міста України мають центральні водогони. Понад 70% цих водогонів постачають воду з річок та водосховищ, що знаходяться під постійним антропогенним впливом. Справжнім бичем сучасних міст,

де використовують водогони з відкритих водойм, стала боротьба з бактеріальним зараженням річкової води і вторинним забрудненням води у трубопроводах. Виправлення такого становища призводить до надмірного хлорування і появи у водопровідній воді токсичних хлорорганічних речовин.

Для аналізу екологічної ситуації, що склалася у м. Харків відносно стану питної води, яку потребляє населення міста, проаналізовано значний масив статистичних даних [1-8]. Аналіз проводився за такими напрямками:

- Оцінка пріоритетності джерел водопостачання у м. Харків;

- Оцінка часової динаміки складу джерельної води за останні 3 роки;

Мета дослідження – за результатами анкетування населення визначити пріоритетні джерела водопостачання для великого міста, провести моніторинг якості питної води центрального водогону і природних джерел міста Харків, зробити відповідні рекомендації.

Методи дослідження

Основними методами досліджень у роботі є соціально-екологічні методи (анкетування), фізико-хімічні методи дослідження якості води, методи системного аналізу, а також метод порівняльного аналізу поверхневих та підземних джерел питного водопостачання великого міста.

В анкеті опитування поставлені питання: для яких потреб використовують (для пиття, або для пиття та готування їжі), кількість води витрачається за добу, ціна для якісної питної води, необхідність у постачанні чистої джерельної води прямо до житла споживача. Опитано 1000 чоловік

різних соціальних груп та різних вікових категорій населення м. Харкова – десять точок опитування: центральні станції метро, великі ринки та міста відпочинку городян.

Аналіз водопровідної води виконано за мікробіологічними, токсикологічними, органолептичними показниками якості питної води, за показниками фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води. Визначено вміст хлоридів, нітратів, нітритів. Проведено спектральний аналіз на вміст 10 металів: мідь, цинк, марганець, свинець, хром, кобальт, кадмій, нікель, миш'як та ртуть.

Результати дослідження

Для водопостачання м. Харкова та населених пунктів області зараз використовуються три незалежних джерела водопостачання, два з яких знаходяться на значній відстані від самого міста [8]:

- р. Сіверський Донець з Печенізьким водосховищем (383 млн м³);

- канал Дніпро-Донбас з Краснопавлівським водосховищем (близько 410 млн м³);

- підземні води з артезіанських свердловин глибиною 80-800 м, розташованими в самому місті та області.

За рахунок цих трьох джерел у місті вирішується питання цілодобового й безперебійного водопостачання. Загальна середньодобова подача питної води за 2015 рік склала 558,8 тис. м³, з них на м. Харків надійшло 526,6 тис. м³ (94,2%) води.

Головним серед вищевказаних джерел водопостачання є Печенізьке водосховище, вода якого є найкращою в регіоні по гідробіологічному сольовому складу. Вона очищується на Комплексі водопідготовки «Донець» і подається по п'яти магістральних водогонів діаметром 900-1600 мм загальною довжиною

161,2 км. Частка в загальній подачі питної води становить 440,7 тис. м³ / добу, або 75,4%.

Другим незалежним джерелом водопостачання для м. Харків є Краснопавлівське водосховище, в яке з каналу «Дніпро-Донбас» надходить сульфатна вода з Дніпродзержинського водосховища. Очищення води відбувається також на Комплексі водопідготовки «Дніпро», вода подається в місто за двома нитками магістральних водогонів діаметром 1200-1400 мм загальною довжиною 261,1 км. Їх частка в загальній подачі питної води становить 134,09 тис. м³ / добу, або 22,9%.

У якісному відношенні води обох джерел кілька різняться: Сіверський Донець несе гідрокарбонатні кальцієві води, а Дніпро – сульфатні кальцієві. Ці води – прісні, з мінералізацією до 1 г / дм³, мають прийнятну загальну жорсткість – 5 ... 7 ммоль / дм³.

Однак у обох джерел спостерігається невідповідність питним нормативам по ряду мікроелементів (органічний і неорганічної природи) що обумовлено неминучим техногенним забрудненням на великих водозбірних територіях указаних річок.

Відмінною рисою якості води з Сіверського Дінця являється систематично вищі показники мутності та вміст зважених речовин, що пов'язано з перенесенням цих речовин до річки (особливо в періоди танення снігу і злив). В Краснопавлівському водосховищі такого не спостерігається, бо дніпровська вода відстоюється перед відбором. Ще важливими недоліками цих джерел поверхневих вод є коливання температури води і її цвітіння в весняно-літній період.

Харківський водогін введений в експлуатацію в 1881 році. Незважаючи на постійну його реконструкцію, його значна частка ремонтується тільки під час пориву системи. Такий стан труб не може не спричинити негативний вплив на якість постачаємої води [1].

Третім незалежним джерелом водозабезпечення м. Харкова є артезіанські свердловини. На сьогодні їх внесок в систему міського водопостачання становить лише 9,7 тис. м³ або 1,7% [10].

Для встановлення пріоритетності води, що споживається мешканцями міста, проведено анкетування. З'ясовано за якими саме критеріями споживачі вибирають воду, для яких потреб використовують (для пиття, або для пиття та готування їжі), кількість витрачаємої води за добу, цінова політика для якісної питної води та необхідність у

постачанні чистої джерельної води прямо до житла споживача. Для цього по місту в десяти точках: центральні станції метро, великі ринки та міста відпочинку горожан опитано 1000 чоловік з різних соціальних груп та різних вікових категорій.

Виходячи з отриманих даних, встановлено, що 53 % опитаних, для питних потреб, використовують джерельну воду що реалізується з автоцистерн, 30 % опитаних віддають перевагу воді джерел, які знаходяться неподалік від їх місця проживання. Воду з водогону міста для питних потреб використовують тільки 15% анкетованих і 2% воду з інших систем водопостачання (рис. 1).

Також опитування показало, що населення міста Харків віддає перевагу чотирьом маркам джерельної води, що реалізується з автоцистерн: «Роганська», «Харківська-1», «Рошинська» та «Шестаковська». Найпопулярнішою маркою води є «Роганська», майже половина опитаних споживають воду саме цієї марки. Вода марки «Рошинська» не набрала навіть 10% відгуків споживачів (рис. 2).

На території міста знаходяться двадцять обладнаних для споживачів джерел. Анкетування встановило, що найпопулярнішим серед населення є джерело Саржин яр – гідрологічна пам'ятка природи.

Опитування міського населення дало змогу встановити, що на вибір системи водопостачання, впливає не тільки якість води. Для визначення пріоритетності споживання води з автоцистерн на вибір споживача впливає час привозу автоцистерн, розташування точки продажу води та ціна за літр води.

Пріоритетність вибору джерел, що розташовані у різних куточках мегаполісу, визначає місце розташування джерела та улаштування прилеглої території.

Отже, завдяки анкетуванню встановлено, що мешканці великого міста бажають використовувати питну воду з природних джерел, та все більша кількість населення відмовляється пити воду центрального водогону.

Проведено аналіз водопровідної води, що пропонується мешканцям міста [4]. Дослідження проводили протягом трьох років. За їх результатами встановили, що вода водогонів міста не відповідає вимогам ДержСанПіН «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» за багатьма показниками:

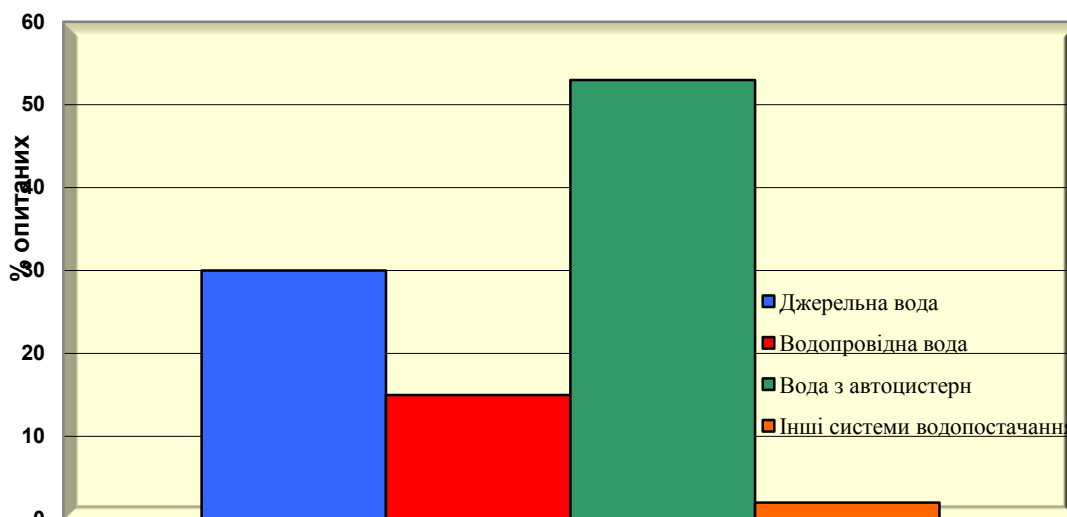


Рис. 1 – Рейтинг систем водопостачання серед споживачів

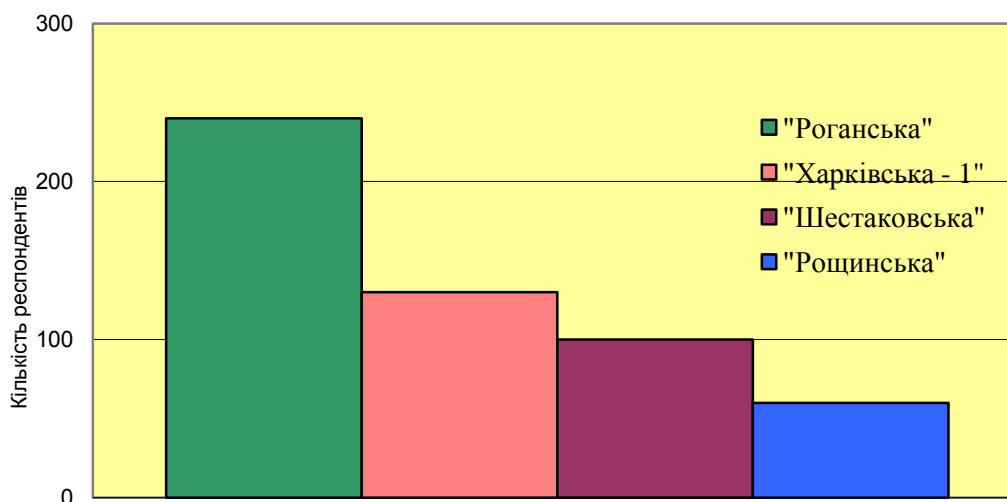


Рис. 2 – Рейтинг марок води, що реалізується серед населення

- за мікробіологічними показниками (знайдені коліфагі в 1 дм³ води, що досліджено, хоча за нормативами вони відсутні);
- за токсикологічними показниками нешкідливості хімічного складу питної води (встановлено перевищення за показником окиснюваність у 1,2 рази);
- за органолептичними показниками якості питної води (визначені більше нормативних показники запаху та присмаку);
- за показниками фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води (показник загальної лужності для води, що подається жителям трьох районів міста з каналу Дніпро-Донбас перевищує рекомендовані значення у 1,2 – 1,4 рази в залежності від пори року).

Таке становище справ цілком оправдує потребу міського населення у чистій питній воді.

Забор води із джерел до автоцистерн проводиться на спеціалізованих пунктах у різних районах міста та області. Дослідження води з автоцистерн не визначили відхилень від Держстандарту. Вміст хлоридів у досліджених пробах не перевищує показник в 40 мг/дм³. Вміст нітратів у воді є незначним і знаходяться у діапазоні від 0,04 до 1,9 мг/дм³. Також в результаті аналізу виявлено, що вміст нітритів, які вказують на органічне забруднення у воді, дорівнює 0,01 – 0,06 мг/дм³.

Проведено спектральний аналіз на вміст 10 металів – мідь, цинк, марганець, свинець, хром, кобальт, кадмій, нікель, миш'як та ртуть [9]. За його результатами встановлено наявність міді на рівні 0,001 – 0,01 мг/дм³, цинку на рівні 0,006 – 0,012 мг/дм³ та марганцю до 0,05 мг/дм³. Вміст інших семи металів менше чутливості

приладу, а саме нижче за $0,0001 \text{ мг/дм}^3$. Бактеріологічний аналіз води автоцистерн не виявив ніяких відхилень від СаНПіНу. Отже джерельну воду, що розвозиться автоцистернами по вулицях міста можна вважати повністю придатною для споживання населенням.

Дуже поширена для користування джерельна вода обладнаних джерел міста. Її використовують, як виявило опитування, 30 % населення. Але як встановив аналіз якості питної води тільки щістнадцять з двадцяти джерел Харкова мають якісну питну воду табл. 1.

Міські джерельні води мають мінералізацію до 2 г/л і відносяться до природних столових вод. Поза межами міста розташовані джерела з лікувально-столовими водами з мінералізацією від $2 - 8 \text{ г/л}$. Біля таких джерел розташовані санаторії.

За даними спеціалістів-гідрогеологів встановлено [8], що територія Харківської області тяжіє до південно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини, з якою пов'язаний значний басейн підземних вод. На території Харкова нараховують 24 водоносних горизонтів. З поверхневих горизонтів вода потрапляє до скважини та колодязів. Під алювіальними відкладами у західній та північно-західній частинах області залягає полтавський горизонт. Під центральною частиною міста розповсюджений водоносний комплекс харківсько-верхнекіївських відкладень. Дуже значний водоносний комплекс – сеноман-нижнемеловий знаходиться практично на всій території Харківської області. Ці горизонти характеризуються високою водообільністю та відмінною якістю води.

За прогнозом запаси підземної води Харківської області складають $1412,6 \text{ млн. м}^3$ на рік. У 2015 році відбір води з надр землі Харківської області по всіх горизонтах в середньому складає $550-600 \text{ тис. м}^3$ на добу. Місто Харків тільки з мелових відкладень може отримати води біля 180 тис. м^3 на добу [8].

Отже перехід до споживання джерельної води мешканцями міста цілком можливий, а відмінна якість джерельної води робить це споживання ще й корисним. Аналіз води з джерел міста протягом трьох років не виявив значних коливань показників по сезонах року. У досліджених пробах фізико-хімічні показники жорсткості та лужності у $1,5-3$ рази нижча, ніж ці показники у воді міського водогону; органолептичні показ-

ники значно кращі, ніж у водопровідній воді; а за кількістю хімічних елементів корисних для здоров'я людини, джерельна вода значно краще водопровідної.

Джерела, використання води з яких заборонено санітарною службою, закриті для споживання. Вода в них має відхилення від нормативних показників за присмаком, жорсткістю та вмісту сульфатів. Жоден з цих показників не є смертельно безпечним, однак не відповідає рекомендованим СаНПіНом показникам фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води [7].

Вода перед подачею до водогонів міста хлорується. В процесі хлорування вода знезаражується і консервується на довгий час. Це допомагає уникнути виникнення та поширення різних інфекційних захворювань. Хлор позбавляє воду від неприємного присмаку і запаху, допомагає зменшити кольоровість води, знизити витрату коагулянтів. Крім того, завдяки хлору очисні споруди станцій водопідготовки зберігають задовільний санітарний стан.

Основну та найвагому небезпеку у хлорованій воді становить хлорорганіка – це близько 300 сполук хлору, що містяться у воді з органічними речовинами [7]. Одна з таких груп органічних речовин – тригалометани. За даними експертів інституту охорони здоров'я, саме ця речовина у питній воді щорічно стає причиною раку сечового міхура у кількох десятків тисяч людей на планеті. Якщо знизити концентрацію тригалометани в воді всього на 20 мкг/дм^3 води, це зменшить кількість захворювань приблизно на 20%.

Нажаль, хлорування в нашій країні залишається основним методом дезінфекції питної води. При цьому обладнання на очисних станціях дуже старе. Таким чином не кращій засіб знезараження води ще погіршується за рахунок зношеності очисних споруд. Хлор при потрапленні в воду утворює хлорноватисту та соляну кислоти, які разом є активним хлором. При високій активності хлор вступає в хімічну реакцію з численними органічними і неорганічними речовинами, що містяться у воді, утворюючи при цьому токсини, канцерогенні, мутагенні і імуноотоксичні речовини, а також отрути [7]. Ці сполуки поступово накопичуються в організмі, несучи з собою жахливі наслідки для здоров'я, такі як рак шлунку, печінки, ободової і прямої кишки, сечового міхура, стравоходу, легенів, гортані і молочної залози; вони сприяють розвитку атеросклерозу, анемії, гіпертонії, запалення суглобів,

Таблиця

Результати лабораторних досліджень води популярних джерел Харкова
(середні значення за 3 роки досліджень)

Адреса чи найменування джерела	рН	Жорст-кість мг-екв /дм ³	Аніони та катіони, мг/дм ³						Макро- та мікроелементи, мг/дм ³								
			HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Ni	Co	Cd	Cu	Pb	Mn	Cr	Zn	Fe ²⁺
Джерело на вул. К.Уборевича	6,9	6,1	260,1	20,6		0,04	10,1	0,22		0	0	0,01	0		0,012	0,11	0,21
Глибокий Яр	7,0	7,04	5,24	23,3	311,6	0,04	13,0	0,04	0,025	0	0	0,01	0	0,06	0,020	0,01	0,25
Саржин Яр	7,1	7,2	5,6	60,4	110,2	0,08	16,3	0,04	0,01	0	0,01	0,01	0,001	0	0	0,01	0,2
Парк Юність	6,7	9,6	8,8	63,3	128,8	0,004	14,4	0,2	0,08	0,001	0,01	0,08	0	0,08	0,075	0,01	0,2
Олексіївське	6,9	6,8	6,2	38,4	96,6	0,011	24,4	0,06	0	0	0	0,018	0	0	0	0,14	0,21
Манжосов Яр	7,0	6,5	6,4	24,2	112,4	0,01	22,1	0,14	0,01	0	0,006	0,04	0,01	0	0	0,02	0,2
Китлярчин Яр	8,3	6,7		32,1	350,0	0,015	19,3	0,105	0	0	0	0,02	0	0	0	0,11	0,01
Тюринське	7,7	6,3	5,2	80,6	132,6	0,11	23,8	0,11	0	0	0	0,08	0	0,15	0	0,11	0,16
Біля 3-ду Харчових кислот	7,3	6,75	8,8	42,4	168,8	0,011	15,1	0,04	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0,08
Джерело на вул. Тимурівців 46	6,9	7,6	7,1	36,8	315,8	0,012	12,0	0,09	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0	0,02
Під тепловідн. Мостом	6,8	10,2	5,8	140	286,6	0,08	44,6	0,1	0,02	0	0	0,02	0	0	0	0	0,15
Немишлянське	7,1	6,1	6,2	62,4	300,2	0,11	48,5	0,21	0	0	0	0,08	0	0	0,014	0	0,11
Петрозаводське	7,1	6,65	7,8	64,2	144,5	0,105	14,6	0,14	0	0	0	0,11	0	0,001	0,001	0,02	0,09
Холодногірське	6,3	6,2	5,1	20,2	104,5	0,004	0,78	0,01	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0,08
Шатилівське	6,7	7,4	5,7	66,3	128,4	0,08	14,3	0,12	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0,12

захворювань серця і дихальних органів. Споживання хлорованої води подразнює слизову оболонку очей, сушить шкіру, руйнує структуру волосся, роблячи їх сухими, ламкими, тьмяними, сприяючи їх випадання і викликаючи лупа.

За даними мікробіологів встановлено [7], що на сьогоднішній день хлор вже не

забезпечує повного знезараження води, адже виявлено штами хвороботворних бактерій, на яких він не діє і які починають розмножуватися в хлорованій воді фактично відразу після обробки, а віруси, яйця гельмінтів і цисти найпростіших не сприйнятливі до хлору

Висновки

Підземні ріки при раціональному використанні їх ресурсів становлять реальну можливість повного забезпечення жителів Харкова та області екологічно-чистою водою.

Анкетування населення міста показало, що основними видами питної води є вода обладнаних джерел міста (30%), джерельна вода яка реалізується мешканцям міста із автоцистерн (53%), на останньому місті вода міського водогону (15%).

Моніторинг якості питної води встановив відхилення від існуючих нормативів, що робить її не привабливою для споживання населення.

Дослідження проб джерельної води навпаки, дало змогу за всіма показниками, що визначали, віднести її до категорії «чистої» води, тому цю воду рекомендовано населенню у якості альтернативного джерела питної води.

Для переходу на водопостачання підземними водами великого міста, виходячи з сучасного стану водних ресурсів та з метою збереження водно-ресурсного потенціалу рекомендовано вжити наступні заходи:

– проводити постійну інвентаризацію та паспортизацію усіх водних об'єктів, з ви-

значенням їх якісного та кількісного показника;

– реалізовувати проекти щодо відновлення, упорядкування та раціонального користування природних джерел за встановленим високим показником якості;

– так як продуктивність водозаборів у Харківській області залежить від рівня води у річці Сіверський Донець, то зарегулювання Дінца за допомогою гідротехнічних споруд може привести до скорочення запасів підземних вод. Тому важливо скоротити потрапляння забруднених поверхневих вод мегаполісу до водоносних горизонтів, щоб не залишити місто без джерел з чистою питною водою;

– проводити екологічний моніторинг якості відкритих водоймищ та підземних джерел за всіма показниками, що нормуються;

– розглянути можливість будівництва районних водогонів від джерел міста до споживачів, виходячи з їх потреб;

– сприяти поширенню серед населення інформації щодо пріоритетності джерельної води для пиття та приготування їжі.

Література

1. Бадьин П. П., Рахманин Ю.А., Фрог Н.П. Обеспечение населения физиологически полноценной питьевой водой // Материалы конгресса ЭКВАТЕК-2005. М.: 2005. С. 119-122.

2. Болдін А. А. Хімічне забруднення природних вод // Світ хімії. 2004. № 9. С. 123 - 128.

3. Бригадир М. І. Стан якості питної води в Україні // Материалы конгресса «ЭКВАТЕК-2005». – М., 2005. – С. 116 - 119.

4. ДержСанПіН 136/1940 «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» № 383 від 23.12.1996р.

5. Дмитренко Т. В. Анализ качества воды родников г. Харькова // Коммунальное хозяйство городов. К.: Техніка. 1999. Вып. 18. С. 105-108.

6. Дмитренко Т. В. Родники в городской черте // Экология города: Уч. по-собие. – К.: Либра, 2000. – С. 65-68.

7. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води К.: Вища школа. 2005. – 671с.

8. Лурье А. И. Вода бесценный дар природы // Научно-популярный очерк. Харьков: «Прапор». 1990. – 175 с.

9. Некос А. Н., Гарбуз А. Г. Экологическая оценка объектов окружающей среды и пищевых продуктов. навч. посібник. – Харьков: 2012. – С. 45 – 65.

10. Офіційний сайт КП «Харківводоканал» – URL: <https://vodokanal.kharkov.ua/content/watersupply>.

11. Стольберг Ф. В., Дмитренко Т. В., Пантелют Г. С. Концептуальный подход к решению вопросов экологически безопасного использования родниковых вод // Науковий вісник будівництва. 2004. – Вип. 28. – С. 282-285.

12. Яковлев В. В., Дмитренко Т. В., Шараевская Л. А. Результаты исследования родников г. Харькова и перспективы их использования населением // Вісник Національного технічного університету «ХП». 2002. – Вип. 3. – С. 211-221.

Надійшла до редколегії 25.09.2016

УДК 621.43.068

А. П. ПОЛИВ'ЯНЧУК, д-р техн. наук, проф.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна

e-mail: apmail@meta.ua

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООВОГО СТАНУ ГАЗОВОЇ ПРОБИ В СИСТЕМАХ ЕКОЛОГІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ДВИГУНІВ

Мета. Підвищення точності систем екологічного діагностування транспортних двигунів – тунелів при визначенні одного з основних показників токсичності відпрацьованих газів двигуна – масового викиду твердих частинок. **Методи.** Математичне моделювання, експериментальні дослідження, розрахунковий експеримент, аналіз і синтез інформації. **Результати.** Проаналізовано технологію вимірювання масового викиду твердих частинок, класифікацію тунелів, вплив температури газової проби перед фільтром для відбору твердих частинок на точність тунелів. Розроблено математичну модель теплового стану проби в тунелі. Досліджено температурні режими відбору проб в еталонному – повнопоточковому та альтернативних – міні- та мікро- тунелях. **Висновки.** Експериментально підтверджено придатність розробленої математичної моделі для визначення температур газових проб в різних тунелях при різних режимах випробувань двигунів. Встановлено, що температурний режим відбору проб в мінітунелі не потребує корекції, а в мікротунелі його потрібно регулювати та встановлювати відповідним еталонному тунелю.

Ключові слова: екологічне діагностування, двигун, відпрацьовані гази, тверді частинки, проба, тепловий стан

Polivyanchuk A. P.

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

MATHEMATICAL MODELING OF THERMAL STATE GAS SAMPLES IN THE ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS SYSTEMS OF VEHICLE ENGINE

Purpose. Improving the accuracy of ecological diagnostic systems of transport engines – tunnels in the determination of one of the main indicators of toxicity engine exhaust gases - the mass emissions of particulate matter. **Methods.** Mathematical modeling, experimental studies, computational experiment, analysis and synthesis of information. **Results.** Analyzed: measuring technology for the mass emission of particulate matter, the tunnel classification, the effect of temperature of the sample gas before the filter for particulate sampling on the accuracy of the tunnels. Developed a mathematical model of the thermal state of the sample in the tunnel. Investigated the temperature sampling modes in the standard - full flow and alternative - mini- and micro-tunnels. **Conclusions.** Experiments confirmed the suitability of the developed mathematical model to determine the temperature of gas samples in different tunnels for different engine test modes. It is found that the temperature in the sampling mode minitunnel requires no correction, and it is necessary to adjust mikrotunnel and tunnel set corresponding to the reference.

Keywords: environmental diagnostics, engine, exhaust gases, particulate matter, sample, thermal state

Поливянчук А. П.

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОВОЙ ПРОБЫ В СИСТЕМАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Цель. Повышение точности систем экологического диагностирования транспортных двигателей – туннелей при определении одного из основных показателей токсичности отработанных газов двигателя – массового выброса твердых частиц. **Методы.** Математическое моделирование, экспериментальные исследования, расчетный эксперимент, анализ и синтез информации. **Результаты.** Проанализированы: технология измерения массового выброса твердых частиц, классификация туннелей, влияние температуры газовой пробы перед фильтром для отбора твердых частиц на точность туннелей. Разработана математическая модель теплового состояния пробы в туннеле. Исследованы температурные режимы отбора проб в эталонном – полнопоточном и альтернативных – мини- и микро- туннелях. **Выводы.** Экспериментально подтверждена пригодность разработанной математической модели для определения температур газовых проб в различных туннелях при различных режимах испытаний двигателей. Установлено, что температурный режим отбора проб в минитуннеле не требует коррекции, а в микротуннеле его нужно регулировать и устанавливать соответствующим эталонному туннелю.

Ключевые слова: экологическое диагностирование, двигатель, отработавшие газы, твердые частицы, проба, тепловое состояние

Вступ

Для визначення кількості забруднюючих речовин (ЗР), які містяться у відпрацьованих газах (ВГ) транспортних двигунів використовуються спеціальні вимірювальні системи – тунелі. З метою імітації природного процесу потрапляння ВГ у атмосферу в тунелях здійснюється їх розбавлення чистим повітрям до температури, яка не перевищує точки роси для важких вуглеводнів, що містяться у ВГ – 52 °С [1].

При експлуатації тунелів слід враховувати вплив теплового стану проби розбавлених ВГ на точність вимірювань одного з основних екологічних показників двигуна – масового викиду твердих частинок (ТЧ). З метою підвищення ефективності визначення цього показника розроблено математичну модель теплового стану газової проби в тунелі та досліджено необхідність регулювання температури розбавлених ВГ у тунелях різних типів.

Об'єкт та методи досліджень

Процедура визначення масових викидів ТЧ з ВГ двигунів. Класифікація тунелів. За тверді частинки приймають весь матеріал, зібраний на спеціальному фільтруючому засобі з фторопластовою основою після пропускання крізь нього ВГ двигуна, розбавлених чистим атмосферним

повітрям у тунелі – трубопроводі з нержавіючої сталі, довжина якого у 10 разів перевищує діаметр. Згідно вимог нормативних документів [1–3] процедура визначення масових викидів ТЧ складається з 6 етапів, представлених на рис. 1.

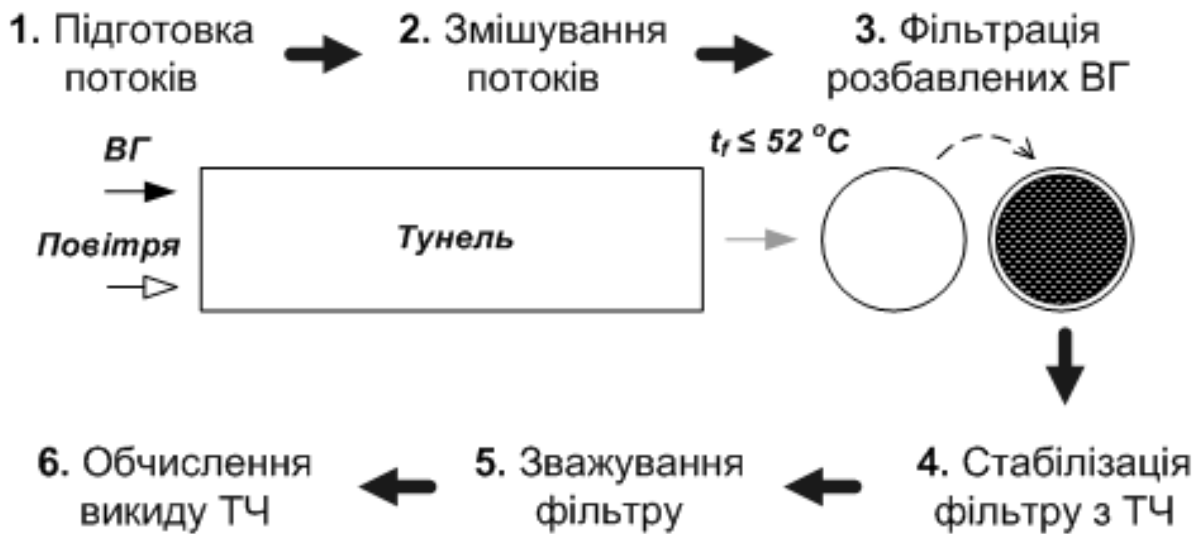


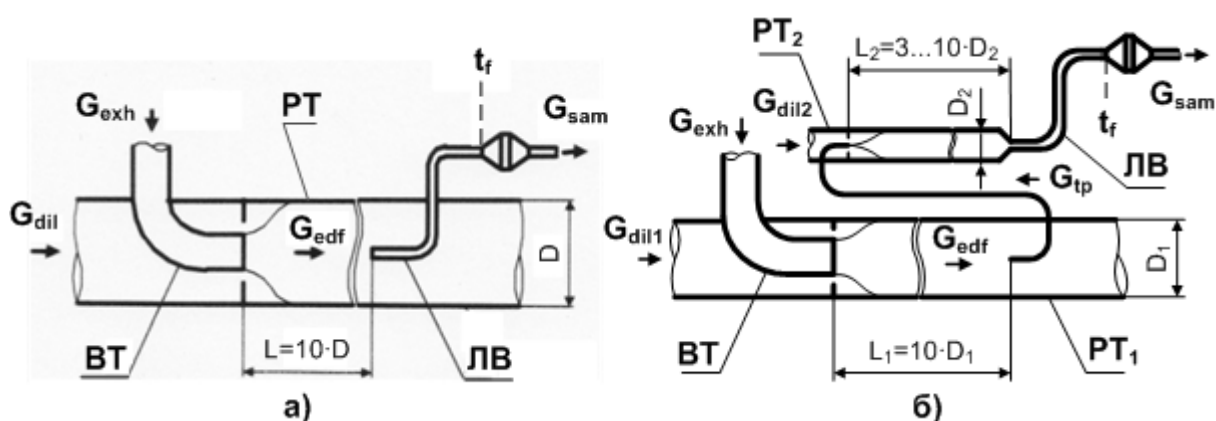
Рис. 1 – Етапи визначення нормованого показника масового викиду ТЧ з ВГ двигуна

Для виконання цієї процедури використовуються тунелі, які в залежності від кількості ВГ, що відбираються з вихлопної системи двигуна, поділяються на 2 типи – повнопотокові і частковопотокові (рис. 2, 3).

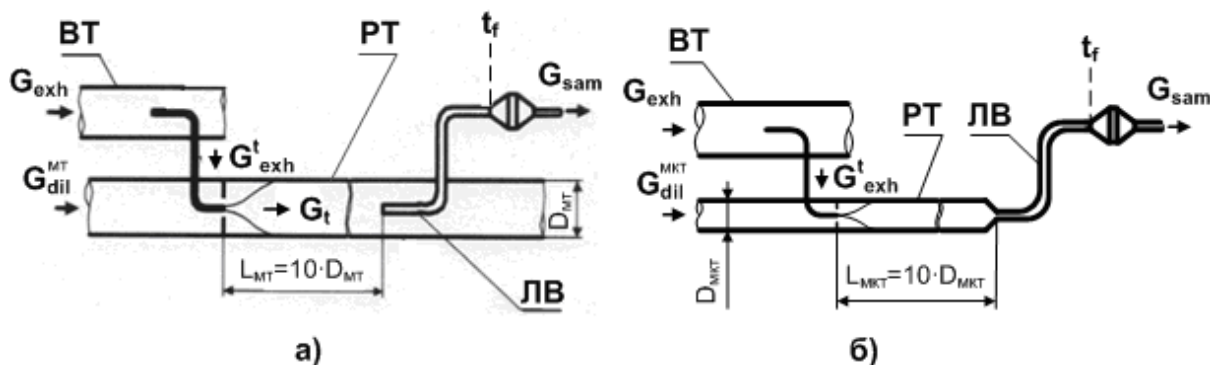
Еталонною системою для контролю масових викидів ТЧ є повнопотоковий тунель, в якому розбавляються повітрям всі ВГ двигуна. При випробуванні двигунів з масовою витратою ВГ меншою ніж 800 кг/год – автомобільних, тракторних та ін. використовуються тунелі з 1-кратним роз-

бавленням ВГ з діаметром $D \geq 46$ см; якщо витрата ВГ двигунів перевищує вказане значення – використовуються тунелі з 2-кратним розбавленням ВГ з діаметрами трубопроводів первинного та вторинного розбавлення – $D_1 = 20...46$ см, та $D_2 = 2,5...12$ см. Результати визначення масових викидів ТЧ будь-якою іншою вимірювальною системою повинні мати кореляцію з результатами еталонної системи на рівні не меншим, ніж 0,95.

Альтернативою для громіздких та



ВТ – вихлопна труба, РТ, РТ₁, РТ₂ – розбавляючі тунелі, ЛВ – лінія відбору проб
Рис. 2 – Повнопотокові тунелі з 1-кратним (а) та 2-кратним (б) розбавленням ВГ



а) мінітунель; б) мікротунель

Рис. 3 – Частковопотокові системи розбавлення ВГ

вартісних еталонних тунелів є компактні, мобільні та більш доступні за ціною частковопоточні мінітунелі з діаметрами $D_{MT} = 7,5 \dots 12$ см та мікротунелі з діаметрами $D_{MKT} = 2,5 \dots 4$ см (див. рис. 3).

Вплив теплового стану проби розбавлених ВГ на точність тунелів. При виконанні стандартної процедури вимірювань масових викидів ТЧ слід враховувати таку її особливість, як вплив температурного режиму відбору проб на масу ТЧ, що збирається на фільтрі – m_f . Зміна цього режиму зміщує рівновагу процесів конденсації-випарювання розчинної органічної фракції ТЧ в той чи інший бік. Це призводить до виникнення методичних похибок вимірювання масового викиду ТЧ – δm_f , які були оцінені в ході експериментальних досліджень закордонних та вітчизняних авторів (рис. 4):

$$\delta m_f = \frac{m_f - m_f^0}{m_f^0} \cdot 100\% = k_t \cdot (t_f - t_{f0}) \quad (1)$$

де: m_f, m_f^0 – масові викиди ТЧ, визначені з використанням альтернативного (частковопотокового) та еталонного (повнопотокового) тунелів, відповідно;

k_t – коефіцієнт пропорційності, який залежить від режиму роботи двигуна: при збільшенні потужності його величина зменшується (за рахунок зменшення частки розчинної органічної фракції у складі ТЧ);

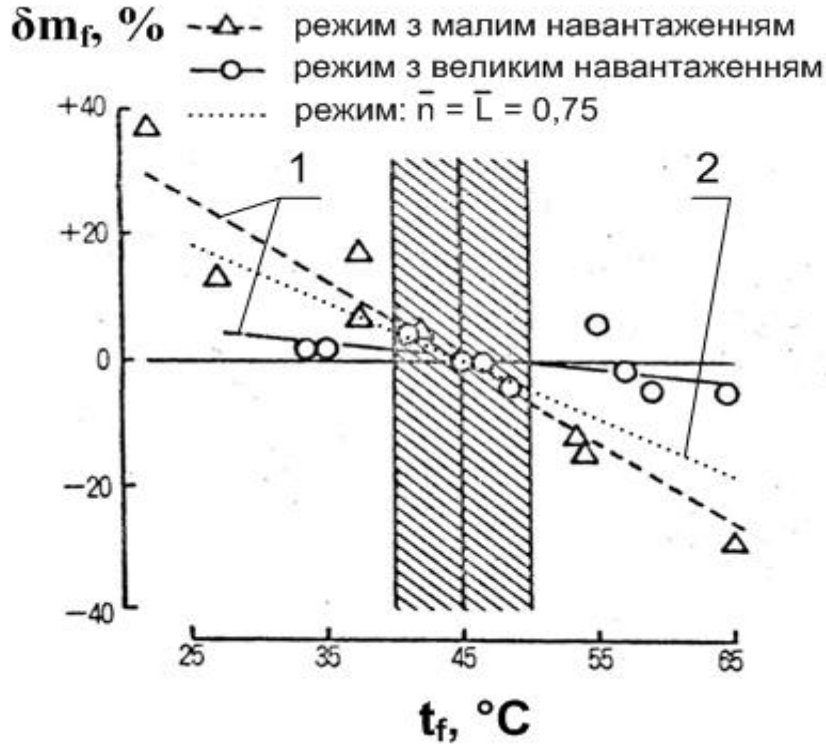
t_f, t_{f0} – температури проби перед фільтрами для відбору ТЧ в альтернативному та еталонному тунелях, відповідно.

Значення коефіцієнту k_t , визначається за формулою [5]:

$$k_t = - (20 + 0,148 \cdot \bar{n}_i - 0,552 \cdot \bar{L}_i) \quad (2)$$

де: \bar{n}, \bar{L} – відносні число обертів і навантаження на вал двигуна:

$$\bar{n} = \frac{n - n_{idle}}{n_{nom} - n_{idle}}, \quad \bar{L} = \frac{M_k}{M_{k \max}} \quad (3)$$



1 – результати досліджень фірми Mitsubishi [4]; 2 – результати досліджень автора [5]
Рис. 4 – Вплив температурного режиму відбору проб ТЧ на масовий викид ТЧ

де: n_{idle} та n_{nom} – число обертів вала двигуна на холостому ході і режимі номінальної потужності, відповідно;

$M_{k(max)}$ – максимальний крутний момент на валу двигуна при заданому n .

Математична модель теплового стану газової проби в тунелі призначена

для визначення основної характеристики температурного режиму відбору проб ТЧ в будь-якому тунелі – температури проби перед фільтром t_f . В основі моделі лежить рівняння теплового балансу процесу теплообміну нагрітого газу в циліндричному трубопроводі з навколишнім повітрям (рис. 5):

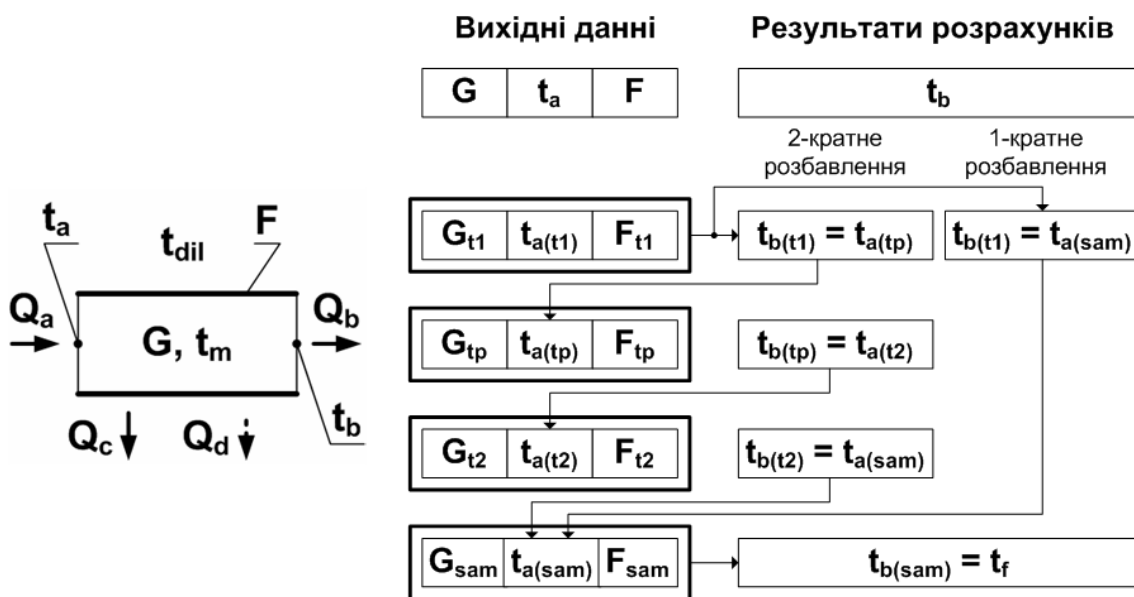


Рис. 5 – Розрахункова схема процесу теплопередачі та алгоритм визначення t_f

$$Q_a = Q_b + Q_c + Q_d, \quad (4)$$

де: Q_a , Q_b – надлишкова теплота на вході та виході трубопроводу;

Q_c – теплота, яка передається через стінку трубопроводу;

$Q_d = r \cdot Q_a$ – теплові втрати, які виникають тільки в лінії відбору проб в місцях установки фланцевих з'єднань та шарових кранів (коефіцієнт пропорційності r визначається експериментально за формулою $r = 1 - (Q_b - Q_c)/Q_a$); при цьому:

$$\begin{aligned} Q_a &= c_p \cdot G \cdot (t_a - t_{dil}); \\ Q_b &= c_p \cdot G \cdot (t_b - t_{dil}), \end{aligned} \quad (5)$$

де: c_p , G , t_a та t_b – питома ізобарна теплоємність (Вт/(кг·°C)), масова витрата потоку проби в трубопроводі (кг/с), початкова та кінцева середньомасові температури потоку проби, відповідно (°C);

t_{dil} – температура повітря навколо трубопроводу, °C.

Кількість тепла Q_c визначається за рівнянням:

$$Q_c = (t_m - t_{dil}) \cdot F \cdot k, \quad (6)$$

де: t_m – середня температура потоку в тунелі (визначається, як середньоарифметичне з t_a і t_b), °C;

F – площа поверхні трубопроводу, через яку передається теплота, м²;
 k – коефіцієнт теплопередачі:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_t} + \frac{1}{\alpha_{wc} + \alpha_{wr}}} = \frac{\alpha_t \cdot (\alpha_{wc} + \alpha_{wr})}{\alpha_t + \alpha_{wc} + \alpha_{wr}} \quad (7)$$

Вт/м²·°C,

де: α_t – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої стінки трубопроводу (для тунелю ця величина визначається за критеріальним рівнянням тепловіддачі, яке отримане експериментально [6]);

α_{wc} , α_{wr} – коефіцієнти тепловіддачі зовнішньої стінки трубопроводу при конвективному та променистому теплообміні, які визначаються за відомими формулами [7].

Наслідком рівняння (6) є формула розрахунку температури t_b , послідовне застосування якої з врахуванням трубопроводу протікання розбавлених ВГ дозволяє встановити температуру t_f (див. рис. 5):

$$t_b = (t_m - t_{dil}) \cdot \frac{(\alpha_{wc} + \alpha_{wr}) \cdot F \cdot k}{c_p \cdot G}, \quad (8)$$

Результати досліджень та їх обговорення

Перевірка адекватності математичної моделі проводилась в ході випробувань 2-х дизельних двигунів – судового 1Ч12/14, з'єданого з мінітунелем МТ-1 [8] та автотракторного 4ЧН12/14, з'єданого з мікротунелем МКТ-2 [9–10]. Випробування дизелів проводились за Європейським ста-

ціонарним циклом ESC, який складається з 13-ти нормованих режимів роботи двигуна. На кожному режимі випробувального циклу визначались та порівнювались між собою фактичні та розрахункові значення температури проби перед фільтром для відбору ТЧ (рис. 6).

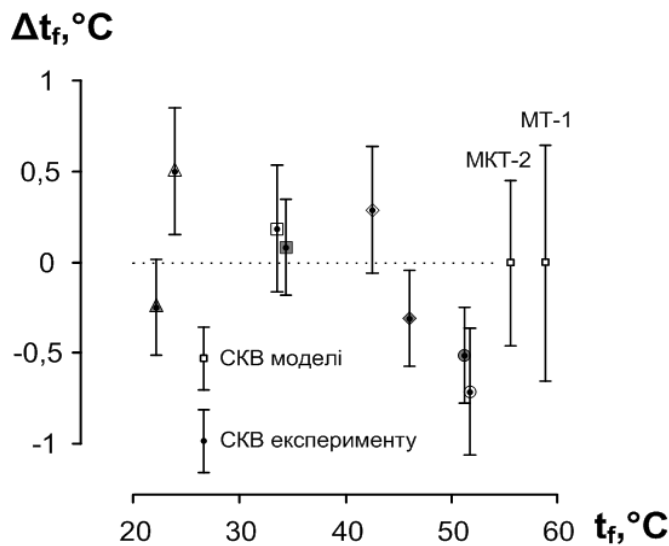


Рис. 6 – Результати перевірки адекватності розробленої математичної моделі

Характеристика контрольних точок

Режим циклу ESC	\bar{n}^*	\bar{L}	Тунель	
			МТ-1	МКТ-2
1	хол. хід	---	△	▲
3	$\frac{0,3}{0,47}$	0,5	◇	◆
7	$\frac{0,55}{0,66}$	0,25	□	■
10	$\frac{0,8}{0,85}$	1,0	○	●

* чисельник - 1Ч12/14; знаменник - 4ЧН12/14

Результати випробувань показали, що розбіжності розрахункових та експериментальних даних є незначними та не перевищують $\pm 0,7$ °C, а середньоквадратичні відхилення моделі та відтворюваності експерименту є зіставними величинами і дорівнюють $\pm 0,25$ °C та $\pm 0,30$ °C, відповідно. Адекватність розробленої моделі підтверджено також розрахунком критерію Фішера.

Дослідження температурних режимів відбору проб в міні- та мікро- тунелях. На основі результатів випробувань

дизеля 4ЧН12/14 за циклом ESC виконано розрахунки (рис. 7, 8):

а) абсолютних відхилень температур проби перед фільтром в повнопоточній системі з діаметром $D_{пт} = 46$ см від аналогічних температур в міні- та мікротунелі з діаметрами $D_{мт} = 10$ см і $D_{мкт} = 3$ см, відповідно:

$\Delta t_f^{MT} = t_f^{пт} - t_f^{MT}$, $\Delta t_f^{MKT} = t_f^{пт} - t_f^{MKT}$ (верхній індекс вказує на тип тунелю);

б) методичних похибок вимірювань масового викиду ТЧ міні- та мікро- тунелями – δm_{tf}^{MT} і δm_{tf}^{MKT} , які виникають внаслідок наявності відхилень Δt_f^{MT} і Δt_f^{MKT} .

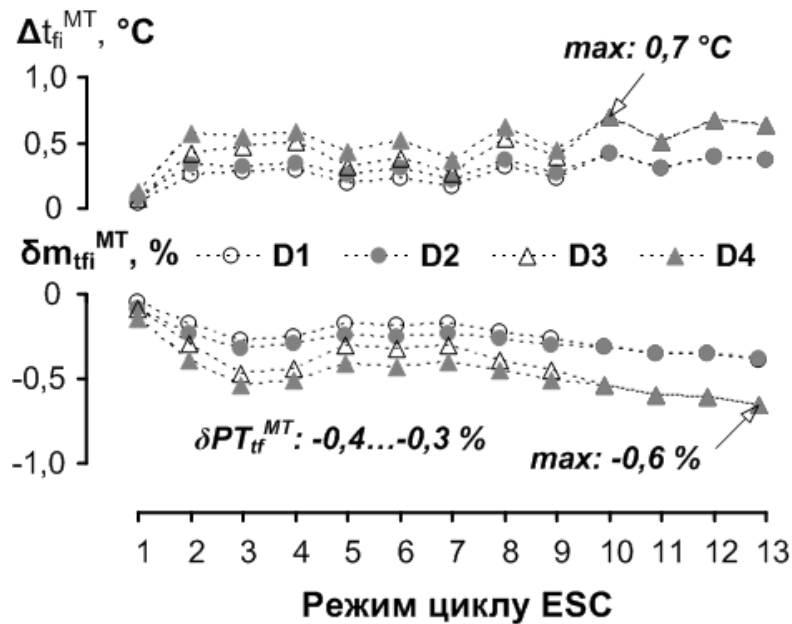


Рис. 7 – Результати оцінювання величин Δt_f^{MT} та δm_{tf}^{MT}

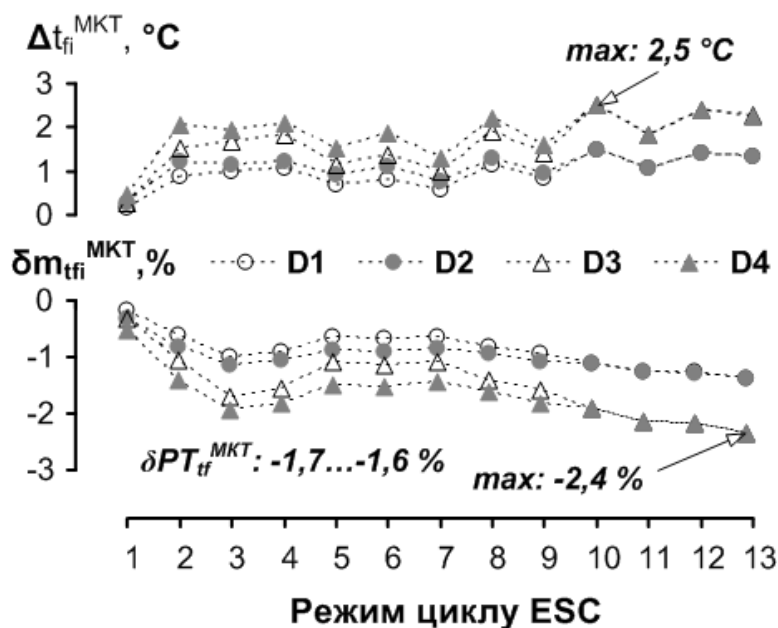


Рис. 8 – Результати оцінювання величин Δt_f^{MKT} та δm_{tf}^{MKT}

Результати досліджень свідчать про те, що в мінітунелі і еталонному тунелі значення температур t_f приблизно рівні (відхилення $\Delta t_f^{MT} \leq 0,7$ °C та похибки $\delta m_f^{MT} \leq 0,6\%$ є несуттєвими), а в мікротунелі величини

Δt_f^{MKT} та δm_f^{MKT} більш значимі і досягають, відповідно: 2,5 °C та 2,4%, тому вони повинні усуватися за рахунок регулювання температурного режиму відбору проб.

Висновки

1. Розроблено математичну модель теплового стану газової проби в системах екологічного діагностування транспортних двигунів – тунелях, яка дозволяє визначати та порівнювати між собою значення температур проби перед фільтром для відбору ТЧ – t_f на різних режимах роботи двигуна, в різних тунелях, при різних умовах розбавлення ВГ.

2. Проведено розрахункові дослідження розбіжностей температур t_f в еталонному повнопоточному та альтернатив-

них – міні- та мікро- тунелях – Δt_f^{MT} та Δt_f^{MKT} , а також виникаючих при цьому додаткових похибок вимірювань масових викидів ТЧ – δm_f^{MT} та δm_f^{MKT} . Дослідження показали, що в міні- та еталонному тунелі теплові стани проб приблизно рівні (значення $\Delta t_f^{MT} \leq 0,7$ °C, $\delta m_f^{MT} \leq 0,6\%$ є несуттєвими), а в мікротунелі відхилення температур проби Δt_f^{MKT} та похибки δm_f^{MKT} , які досягають 2,5 °C та 2,4%, відповідно, є більш значимими та повинні усуватися шляхом регулювання температури розбавлених ВГ.

Література

1. Regulation No 49. Revision 5. Uniform provisions concerning the measures to be taken against the emission of gaseous and particulate pollutants from compression ignition engines for use in vehicles, and the emission of gaseous pollutants from positive-ignition engines fuelled with natural gas or liquefied petroleum gas for use in vehicles. – E/ECE/TRANS/505. – 4 May 2011. – 602 p.

2. Regulation № 96. Uniform provision concerning the approval of compression ignition (C.I.) engines to be installed in agricultural and forestry tractors with regard to the emissions of pollutants by the engine. Geneva, 1995. 109 p.

3. ISO 8178. Reciprocating internal combustion engines – Exhaust emission measurement – Part 1: Test – bed measurement of gaseous and particulate exhaust emissions, 1996. 94 p.

4. Hirakouchi N., Fukano I., Shoji T. Measurement of Diesel Exhaust Emissions with Mini-Dilution Tunnel / N. Hirakouchi, // SAE Technical Paper Series. 1989. № 890181. 11p.

5. Поливянчук А.П., Львов С.А. Повышение точности гравиметрического метода измерений выбросов твердых частиц с отработавшими газами дизеля // Двигатели внутреннего сгорания, 2013. № 1. С. 93-97.

6. Парсаданов И.В., Поливянчук А.П. Теоретическое и экспериментальное исследование процесса теплоотдачи в разбавляющем туннеле // Двигатели внутреннего сгорания, 2012. № 2. С. 96-101.

7. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, М.: «Энергия», 1977. 344с.

8. Поливянчук А.П., Звонов В.А. Измерительный комплекс для определения массовых

выбросов твердых частиц дизелей. // Авиационно-космическая техника и технология. Тепловые двигатели и энергоустановки. Сб. науч. тр. ХАИ.– X., 2000. Вып. 19. С. 478–481.

9. Polivyanchuk A. P., Parsadanov I. V. Experimental verification of microtunnel MKT-2 on the brake stand autotractor diesel engine // Industrial technology and engineering. – Republic of Kazakhstan, 2015. №2 (15). P. 11-16.

10. Polivyanchuk A., Parsadanov I., Holkina E. Creation and experimental studies of the dynamic measuring concentrations of particulates in the exhaust gases of diesel engines // ТЕКА. – Commission of motorization and energetics in agriculture. Poland, 2015. Vol. 15, №2. P. 15–24.

Надійшла до редколегії 12.10.2016

УДК 57.043:613.648.2

І. К. ГАЛЕТИЧ, канд. фіз.-мат. наук, доц., **А. І. РЕШЕТЧЕНКО**,
В. Є. БЕКЕТОВ, канд. техн. наук, доц.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002, Україна,
e-mail: igor.galetich@gmail.com, alena.reshetchenko@mail.ru

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НА СТАН СЕЛЬБИЩНИХ ТЕРИТОРІЙ

Мета. Систематизація існуючих даних про розповсюдження, негативні наслідки впливу електромагнітного забруднення на стан довкілля та людину. **Методи.** Теоретичний аналіз та синтез. **Результати.** Розглянуто теоретичні та методологічні положення досліджень впливу електромагнітних полів (ЕМП) у великих містах, на довкілля та здоров'я людини. Проведено аналіз впливу комплексного фізичного забруднення сельбищних територій, факторів і негативних наслідків впливу ЕМП на природні об'єкти і населення урбанізованих територій. **Висновки.** ЕМП викликають в живих організмах комплекс різноманітних ефектів, що залежать від інтенсивності та часу дії, тому важливим стає постійний контроль та регламентація рівнів такого забруднення довкілля.

Ключові слова: фізичне забруднення, вплив електромагнітних полів, довкілля, здоров'я людини

Galetych I. K., Reshetchenko A. I., Beketov V. E.

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

ANALYSIS OF ELECTROMAGNETIC FIELDS INFLUENCE ON THE RESIDENTIAL AREAS

Purpose. Ordering of existing data on the distribution, the negative effects of electromagnetic pollution on the environment and humans. **Methods.** Theoretical analysis and synthesis. **Results.** Paper deals with theoretical and methodological backgrounds for studying the environmental and health impacts of electromagnetic fields (EMF) generated by various sources. The effect of complex physical contamination of residential areas, factors and negative effects of EMFs impact on natural objects and people in urban areas have been analyzed. **Conclusion.** EMF cause in living organism's range of different effects, depending on the intensity and time of action, so important is the constant control and regulation of the levels of pollution.

Key words: physical contamination, the impact of electromagnetic fields, environment, health

Галетич І. К., Решетченко А. І., Бекетов В. Е.

Харківський національний університет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА СОСТОЯНИЕ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Цель. Систематизация существующих данных о распространении, негативные последствия воздействия электромагнитного загрязнения на состояние окружающей среды и человека. **Методы.** Теоретический анализ и синтез. **Результат.** Рассмотрены теоретические и методологические положения исследования влияния электромагнитных полей (ЭМП) в крупных городах, на окружающую среду и здоровье человека. Проведен анализ влияния комплексного физического загрязнения селитебных территорий, факторов и негативных последствий влияния ЭМП на природные объекты и население урбанизированных территорий. **Выводы.** ЭМП вызывают в живых организмах комплекс разнообразных эффектов, которые зависят от интенсивности и времени действия, поэтому важным становится вопрос постоянного контроля и регламентации уровней такого загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: физическое загрязнение, влияние электромагнитных полей, окружающая среда, здоровье человека

Вступ

Біоелектромагнетизм є відносно новою сферою науки, яка займається взаємодією електромагнітної енергії з біологічними системами. Тому, як правило, дослідження проводяться спільно вченими біо-

логічних/медичних і технічних/фізичних наук: досвід в обох областях є необхідним для успіху.

Можна стверджувати, що всі живі організми еволюціонували на гігантському магніті, що називають «Земля». Сила магнітного поля Землі становить близько 40

мкТл. Магнітне поле Землі є квазістатичним, змінюючись лише трохи з часом і залежно від місця розташування. Напруженість природних статичних електричних полів в умовах ясного неба близько 0,1 кВ/м на поверхні Землі, напруженість поля до 30 кВ/м досягається під хмарами, які продукують блискавки.

На додаток до цих природно існуючих електромагнітних полів, ми живемо в штучно створеному електромагнітному середовищі. Більшість комерційних електричних систем працюють при частоті 50 або 60 Гц. Електричні і електронні пристрої, що працюють на цій "промисловій частоті", наприклад, такі, як фени та холодильники, використовуються повсякденно. Крім того, істотна частина нашої повсякденної діяльності здійснюється поруч, а іноді й під високовольтними лініями електропередачі і розподільними лініями низької напруги.

Навіть незважаючи на те, що використання електрики почалося більше 100 років тому, ймовірність несприятливих для здоров'я наслідків впливу електричних і магнітних полів, що створюються різними типами електричного обладнання та споруд, до недавнього часу не враховувався. Такі впливи стали предметом досліджень лише починаючи приблизно з 1980-х років.

На низьких частотах електричні і магнітні компоненти поля є незалежними, тобто немає ніякого істинного електромагнітного поля, як це відбувається при багатого більш високих частотах. При високих частотах, електричні і магнітні поля пов'язані одне з одним, так що дійсно виникає електромагнітне поле. Проте, стало загальною практикою говорити про наднизькі частоти (ННЧ < 300 Гц) «електромагнітних полів». Ця фраза часто використовується без розбору для позначення або електричного або магнітного поля або, взагалі, електромагнітного поля.

У великих містах електромагнітний фон перевищує природний в десятки і сотні разів, а шумовий фон – на кілька порядків. Нас весь час оточують джерела фізичних забруднень - і вдома (електромережі, побутові прилади), і на вулиці (транспорт, базові

станції, радары, лінії електропередач, теле- і радіостанції), і на роботі (машини, механізми, верстати, комп'ютери та інші чинники).

На сьогодні в Україні відсутній механізм, що дозволяє здійснювати комплексне оцінювання електромагнітного забруднення територій та висвітлювати ці відомості з метою інформування суспільства про техногенно небезпечні зони. Зокрема, в умовах лавиноподібного й часто неконтрольованого нарощування випромінюючих технічних засобів, коли місто піддається інтенсивному впливу електромагнітних полів антропогенного походження, інформація про можливі джерела, масштаби та рівні електромагнітного забруднення впливає на прийняття відповідальних природоохоронних, фінансових, інвестиційних і комерційних рішень не тільки при проектуванні випромінюючих об'єктів телекомунікації та електропостачання, але й у практиці містобудування.

Необхідність вирішувати проблеми контролю фізичних забруднень, що мають надзвичайно складну просторово-часову структуру в міському середовищі, вимагає ефективних інструментів моніторингу, які на сьогоднішній день в Україні практично відсутні. Виходячи з досвіду країн ЄС, для успішної протидії фізичному забрудненню міст треба, по-перше, добре уявляти негативні наслідки його впливу, по-друге, постійно слідкувати за його розповсюдженням (динамікою) в міському середовищі і, по-третє, доводити до відома компетентних органів, громади важливість і необхідність заходів із підвищення екологічної безпеки.

Багатофакторне врахування електромагнітної ситуації, величезна кількість випромінювачів електромагнітного поля ставлять складне завдання щодо створення системи контролю електромагнітної ситуації на великих територіях.

Тому, метою цього огляду є висвітлення та систематизація існуючих даних про розповсюдження, негативні наслідки впливу електромагнітного забруднення на стан довкілля та людину. Такий огляд буде корисним для удосконалення системи контролю і моніторингу електромагнітної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки на сельбшних територіях.

Результати дослідження

Електромагнітні хвилі низької частоти називаються «електромагнітними полями», а дуже високої частоти – «електромагнітними випромінюваннями». Залежно від частоти і енергії електромагнітні хвилі можна розділити на «іонізуюче випромінювання» і «неіонізуюче випромінювання».

Іонізуюче випромінювання являє собою електромагнітні хвилі вкрай високої частоти (рентгенівські промені і гамма-промені), які мають енергію фотона, достатньою для того, щоб викликати іонізацію (створити атоми або частинки молекул з позитивним або негативним електричним зарядом) шляхом руйнування атомних зв'язків, які утримують разом молекули в клітинах.

Неіонізуюче випромінювання є загальним терміном, що відносять до тієї частини електромагнітного спектра, де енергія фотона занадто мала для розриву атомних зв'язків. До випромінювань такого роду відносяться ультрафіолетове випромінювання, видиме світло, інфрачервоне випромінювання, радіочастотні і надвисокочастотні поля, поля вкрай низької частоти, а також постійні електричні і магнітні поля.

Навіть високоінтенсивне неіонізуюче випромінювання не може викликати іонізацію в біологічній системі. У той же час воно може викликати інші біологічні ефекти, наприклад за рахунок нагрівання, зміни хімічних реакцій або індукування електричних струмів в тканинах і клітинах.

Дослідження про можливі побічні ефекти електромагнітних полів на біологічні системи виникли в основному з чотирьох різних «джерел». Одним з основних напрямків був інтерес до основної нейрофізіологічної функції: нервова система є по суті електричною системою. Цей напрямок почався з Гальвані і Вольта на початку 19-го століття, коли між ними мала місце суперечка щодо електричної стимуляції і стиснення жаб'ячої лапки. Другий напрямок почався в 1930-і роки серед вчених, зацікавлених у впливі мікрохвильового випромінювання на клітини рослин, клітин саркоми тварин та інших організмів. Третя область – це клініко-терапевтичне дослідження застосування електричних і магнітних полів в разі

переломів кісток: іноді переломи незагоюються належним чином, і застосування струмів або полів, як видається, сприяє загоєнню. Цей успіх привів до зацікавленості в інших терапевтичних застосуваннях. Четверте джерело було пов'язане із стурбованістю громадськості та наукового інтересу щодо можливих несприятливих наслідків для здоров'я. Цей напрямок був викликаний в основному постановою уряду Радянського Союзу щодо робочих-електриків в 1973 р. Через занепокоєння з приводу певних жорстких наслідків для здоров'я, стандарт професійної експозиції був встановлений на напруженості поля набагато нижчій, ніж та, що вважалася небезпечною в західних країнах. І суспільний, і науковий інтерес були посилені роботою Вертхаймера і Липера [1] в галузі епідеміології, які повідомили про можливий зв'язок між енергочастотними магнітними полями і дитячою лейкемією.

Хоча перші три напрямки досліджень і далі постійно розвивалися вченими і клініцистами в кожній області, четверта область досліджень розвивається найбільш енергійно протягом останніх трьох десятиліть, за участю епідеміологів, інженерів і вчених з усього світу.

Електромагнітні хвилі можуть викликати біологічні ефекти, які іноді, але не завжди, можуть призводити до негативних наслідків для здоров'я. Важливо зрозуміти різницю між цими двома поняттями.

Біологічний ефект має місце, якщо під дією електромагнітних хвиль в біологічній системі відбуваються які-небудь помітні морфологічні або фізіологічні зміни.

Негативні наслідки для здоров'я мають місце, якщо біологічний ефект виходить за межі норми і не може бути компенсований організмом, приводячи, таким чином, до розвитку згубних для здоров'я станів.

Деякі негативні наслідки для здоров'я людини, які можуть бути спричинені тими чи іншими частотами електромагнітного спектру, наведено в роботі [2], де показано взаємозв'язок між частотами електромагнітного поля і типом індукованого стресу або пошкодження, зокрема, індивідуальними функціональними реакціями та поведінкою. Так, поля з частотами 10^4 - 10^8 Гц можуть

спричиняти психологічні розлади та викликати психосоматичні реакції [3–8], а поля з частотами 10^8 - 10^{12} Гц викликають неврологічні реакції та розлади сну та поведінки [9]. В діапазоні 10^{12} - 10^{18} Гц (світловий діапазон) вплив електромагнітних полів може викликати термічно індуковані біохімічні зміни, зокрема, підвищену експресію білків теплового шоку, експресію вітамінів (групи D) та мелатоніну, циркадну експресію гормонів, а також, перебудову клітинного циклу в шкірі, канцерогенні і мутагенні відповіді [10–13]. Низькочастотні електромагнітні поля (1–3 Гц), впливають на електричний сигнал і функцію серця [14].

Взагалі, природне електромагнітне випромінювання і електромагнітні поля (ЕМП) розглядаються сьогодні як важливий екологічний фактор, що має велике значення для біосфери і бере безпосередню участь у життєдіяльності будь-якого організму. У теперішній час визнано, що ЕМП штучного походження є важливим значущим екологічним чинником з високою біологічною активністю. Факти свідчать, що звичайний рівень низькочастотного електромагнітного поля крупного промислового міста відповідає ситуації природної «магнітної бурі»

(аномально високій геомагнітній активності) [13, 14].

Взаємодія ЕМП з біологічним об'єктом (Рис. 1) визначається:

– параметрами випромінювання (частотою або довжиною хвилі, когерентністю коливання, швидкістю розповсюдження, поляризацією хвилі);

– фізичними і біохімічними властивостями біологічного об'єкту, як середовища розповсюдження ЕМП (діелектричною проникністю, електричною провідністю, довжиною електромагнітної хвилі в тканині, глибиною проникнення, коефіцієнтом віддзеркалення від межі повітря – тканина).

Чутливість біологічних систем до зовнішніх ЕМП залежить від діапазону частот і інтенсивності випромінювань. Діапазон неіонізуючих електромагнітних випромінювань при розгляді специфіки дії ЕМП на біологічні об'єкти можна умовно розділити на три групи:

– постійні і низькочастотні поля (до метрового діапазону довжин хвиль);

– НВЧ діапазон (довжини хвилі від 1 м до 1 см);

– міліметровий і субміліметровий діапазон (довжини хвилі від 10 мм до 0,1 мм).



Рис. 1 – Умовна крива змін показників життєдіяльності організму від інтенсивності впливу ЕМП [15]

Вплив антропогенного електромагнітного поля на екологічні системи, за даними чисельних сучасних досліджень, можна розділити на три складові компоненти (Рис. 2): вплив джерел низькочастотного ЕМП та вплив радіочастотного діапазону ЕМП на компоненти екосистеми, а також, вплив ЕМП на техногенні об'єкти в екосистемі.

Сьогодні переважна більшість досліджень в світі присвячена вивченню біологічних ефектів впливу електромагнітного поля антропогенного походження на живі організми. Вивчалася реакція окремих живих особин або різних видів живих організмів на вплив ЕМП. Багато досліджень присвячено вивченню впливу ЕМП на комах, амфібій, ракоподібних, риб та рептилій [15]. Так, вроджена чутливість до слабого

геомагнітного поля і відповідні поведінкові реакції були виявлені у багатьох різних організмів і видів тварин. Експериментально підтверджено, що слабкі магнітні поля впливають на міграційну поведінку птахів, кінетичне переміщення моллюсків, «вихляючий» «танець» бджіл, визначення напрямку переміщення хрящових риб, (акули, скати), орієнтацію і напрям переміщення магніточутливих бактерій [15]. Можна зазначити матеріали одиничних розрізнених досліджень, які присвячені вивченню впливу ЕМП на природні біологічні системи організмового та надорганізмового рівнів (популяції, угруповання), але робіт із вивчення стану і функціонування екосистем в цілому в умовах дії ЕМП, а також з вивчення впливу на різні види екосистем ще обмаль.

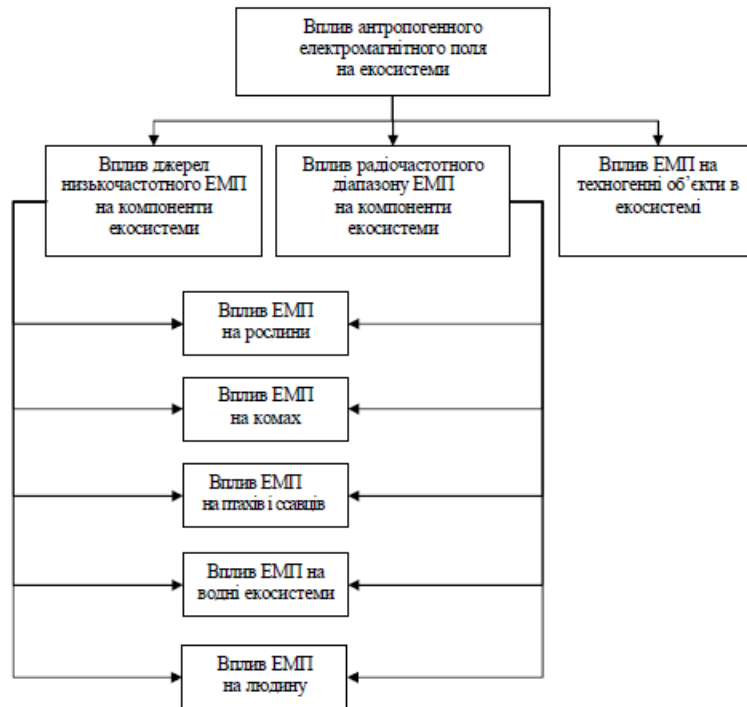


Рис. 2 – Структурна схема впливу антропогенного електромагнітного поля на екосистеми [15]

В останні роки були отримані дані про високу чутливість організму людини до слабких електромагнітних полів [17, 18]. Встановлено, що найбільш чутливою до дії ЕМП є нервова система, особливо її вищі відділи. Під впливом ЕМП низької інтенсивності у новонароджених організмів страждає пам'ять. Особливу чутливість до ЕМП проявляє імунна система. Є повідомлення, що під впливом мікрохвиль порушуються

процеси імунітету, частіше в бік їх пригнічення. У людей, які страждають на алергію, може настати стан підвищеної чутливості до електричних і магнітних полів.

ЕМП ультранизької (0–10 Гц) і дуже низької частоти (10–1000 Гц) створюються в процесі експлуатації електрифікованого міського та залізничного транспорту, лініями електропередач, підстанціями та кабельними трасами.

Лінії електропередач і деякі інші енергетичні установки створюють електромагнітні поля промислових частот (50 Гц) в сотні раз вище за середній рівень природних полів. Напруженість поля під ЛЕП може сягати десятків тисяч В/м. Під лінією електропередач (ЛЕП) потужністю 400–750 кВ, напруженість електричного поля перевищує $E = 10$ кВ/м. Найбільша напруженість поля спостерігається в місцях максимального провисання дротів, в точці проекції крайніх дротів на землю і в п'яти метрах від неї ззовні від повздовжньої вісі траси: наприклад, для ЛЕП–330 кВ – від 3,5 до 5 кВ/м, для ЛЕП–500 кВ – від 7,6 до 8 кВ/м, для ЛЕП–750 кВ – від 10 до 15 кВ/м. Конфігурація ліній електропередачі значно впливає на біологічні ефекти, спричинені електромагнітним полем. Звичайним для високовольтних ліній електропередач є створення магнітного поля, міцність якого є значно вищою за звичайні побутові рівні в будівках у людей, на відстані до 400 метрів. Але також звичайним для лінії електропередачі є створення аналогічного поля на відстані 30 метрів, а для проводки усередині житлових будинків – створення небезпечних ЕМП на відстані 1,0 метра. В кожному випадку, багато що залежить від конфігурації і дротів та величини струму, що вони несуть. Низькочастотні електричні і магнітні поля індукують слабкі електричні струми в організмі людини і тварин. При знаходженні людей, що страждають на алергію, поблизу ліній електропередач (ЛЕП) у них розвиваються патологічні реакції аж до судом і втрати свідомості. У людини порушується робота ендокринної системи, обмінні процеси, функції головного і спинного мозку. Це може призвести до різних видів раку, лейкемії, пошкодження шкіри, аномалій у клітинній активності, сну та добовому ритмі, сприйнятті й пам'яті, генетичних дефектів і порушення гормональної регуляції [19]. Наприклад, було встановлено [20], що ризик лейкемії збільшився на 69% для дітей, чий будинок розташований в 200 метрах від високовольтних ліній на момент народження і на 23% для тих, хто живе на відстані від 200 до 599 м, порівняно з тими, хто народився на відстані від ЛЕП більш ніж 600 метрів. За останні 10 років відбувається

зростання випадків захворювань на лейкоз та рак у дітей і дорослих, що пов'язують із професійною діяльністю, з проживанням поблизу ЛЕП, підвищенням інтенсивності магнітних і електромагнітних полів в побутових умовах і житлових приміщеннях.

Таким чином, результати вивчення біологічної дії ЕМП показали, що реакція організму у відповідь реалізується складним комплексом ефектів: змінами нейронної активності головного мозку, порушенням імунної резистентності, ушкодженням репродуктивної функції, порушеннями функціонального стану метаболічного гомеостазу. Дослідження електромагнітного випромінювання різних рівнів, проведені в динаміці, виявили залежність ефектів від величини інтенсивності та часу дії. В цьому аспекті найбільш небезпечним електромагнітним випромінюванням є обладнання стільникового зв'язку та радіотелефони мобільного зв'язку.

Оцінка наслідків впливу ЕМП на біосферу в цілому є надзвичайно складним завданням, вирішення якого можливе лише з позицій системної методології. Цей підхід полягає в прийнятті до уваги загальності зв'язків у природі, загальносистемних законів і динамічних властивостей екосистем, таких як інертність, стійкість, рівномірність.

Методологія оцінки дії ЕМП різних діапазонів повинна включати вивчення чутливості різних елементів екосистем (тварин, рослин, комах, мікробіонтів ґрунту) до впливу ЕМП з метою встановлення екологічно значущих тест-об'єктів (біоіндикаторів) за показниками продуктивності і виживання, а також визначення найбільш чутливих тест-систем. Це дозволить мінімізувати матеріально-технічні витрати на подальші дослідження при збереженні їх достатньої об'єктивності.

Біоіндикатор - це організм, вид або угруповання, за наявності, станом, поведінці яких судять про зміни в середовищі, в тому числі про присутність забруднювачів і ступень забрудненості довкілля. Наприклад, серед рослин одним із найбільш вивчених видів-біоіндикаторів є сосна звичайна, яка є високо чутливою до забруднення середовища і зникає в сильно забру-

днених районах. У ряді випадків у весняно-літній період для біомоніторингу можуть бути використані клітини листя липи, берези та інших листяних дерев і чагарників. Для більшості типів екосистем різних кліматичних зон рослинні і тваринні тест-об'єкти можуть варіювати.

На теперішній час гранично-допустимі умови (ГДУ) для оцінки впливу ЕМП на довкілля, на жаль, не розроблені в жодній країні. Є лише результати окремих досліджень дії ЕМП на компоненти екосистем. Найбільш опрацьованими і впровадженими в багатьох країнах є ГДУ для людини. Однак, ці стандарти в різних країнах дуже відрізняються один від одного. Це зумовлено вибором критеріїв, за якими можна судити про ступінь шкідливості ЕМП певного рівня. За ГДР повинні прийматися біологічно зумовлені рівні, виявлені в результаті фізіологічних, клінічних, біохімічних та інших досліджень на біологічних об'єктах. В цьому полягає складність або взагалі неможливість достатньо певного прогнозування негативних біологічних наслідків електромагнітного випромінювання. Санітарні норми і правила, котрі діють на сьогоднішній день, не відповідають знанням про небезпеку ЕМП, одержаним дослідниками за останній час, хоча такі ЕМП є дуже відчутним фактором для всіх елементів екосистем від людини до найпростіших організмів.

Сьогодні на урбанізованих територіях постійно спостерігається погіршення екологічної ситуації за електромагнітними чинниками. Це варто пов'язувати, у першу чергу, з перевагою комерційних і споживчих підходів до питань використання ЕМП. Незважаючи на регламентації й обмеження щодо використання технічних засобів, які випромінюють у навколишнє середовище ЕМП, у комерційних цілях ревізується несертифікована за гігієнічними параметрами і параметрами електромагнітної сумісності апаратура [21].

На підставі проведеного аналізу та узагальнення чисельних літературних і інформаційних джерел щодо фізичного забруднення великих міст, факторів і негативних наслідків впливу електромагнітного

Несприятлива ситуація з електромагнітними чинниками пов'язана також зі слабкою матеріально-технічною базою електромагнітного моніторингу навколишнього середовища. У загальному випадку електромагнітний моніторинг повинен включати спостереження за фактором впливу, оцінку стану середовища за відповідними критеріями, прогнозування обстановки за цим фактором і створення інформаційних систем різного цільового призначення, розробку заходів і рекомендацій щодо захисту від ЕМП і нормалізації міської електромагнітної обстановки. Нормативною документацією в багатьох країнах світу запроваджено, що кожен об'єкт, призначений для випромінювання в навколишнє середовище електромагнітної енергії, повинен мати санітарний паспорт, у якому, крім інших даних, приводяться розрахункові й обмірювані рівні ЕМП і межі санітарних зон цих об'єктів.

Поєднання даних про електромагнітні поля з географічними координатами місцевості дозволяє будувати карти електромагнітного забруднення навколишнього середовища. Використання геоінформаційних технологій знімає проблему опублікування результатів оцінювання електромагнітного забруднення навколишнього середовища. Застосування геоінформаційних технологій у регіональному екологічному моніторингу в останні роки стало стандартним рішенням. Питанням, пов'язаним з застосуванням ГІС, присвячено багато робіт вітчизняних і зарубіжних авторів [22]. Особливістю ГІС є володіння вичерпними відомостями про земну поверхню, а саме – її рельєф й інші характеристики, що є необхідними для обчислення просторового загасання потоку електромагнітної енергії. Обчислення потужності ЕМП у дискретних точках простору вимагає використання моделей поширення радіохвиль (або електромагнітної енергії), які наводяться у літературі або рекомендовані міжнародними стандартами [23].

Висновки

забруднення на природні об'єкти і населення урбанізованих територій, екологічних наслідків впливу комплексного фізичного забруднення на стан навколишнього середовища та огляду заходів щодо запобігання

або послаблення негативних наслідків такого впливу можна зробити наступні висновки:

1. Вивчення біологічної дії ЕМП показало, що випромінювання такого типу викликають в живих організмах комплекс різноманітних ефектів, зокрема, зміни нейронної активності головного мозку, порушення імунної резистентності, ушкодження репродуктивної функції, порушення функціонального стану метаболічного гомеостазу та ін.

2. Дослідження електромагнітного випромінювання різних рівнів виявили залежність ефектів від інтенсивності та часу дії. Враховуючи це, найбільш небезпечним електромагнітним випромінюванням можна вважати обладнання стільникового зв'язку та радіотелефони мобільного зв'язку.

3. В умовах постійного зростання частки електромагнітних забруднень навколишнього середовища штучного походження важливою стає можливість постійного контролю та регламентації рівнів такого забруднення, але на теперішній час гранич-

но-допустимі умови (ГДУ) для оцінки впливу ЕМП на довкілля, на жаль, не розроблені в жодній країні.

4. Однією з найважливіших причин несприятливої ситуації, спричиненої впливом чинників електромагнітного походження на довкілля та живі організми є слабка матеріально-технічна база електромагнітного моніторингу навколишнього середовища.

5. Ціла низка екологічних проблем у великих містах пов'язана з фізичними факторами навколишнього середовища, зокрема, із впливом електромагнітних полів. Тому проведений нами аналіз існуючих даних про розповсюдження та негативні наслідки впливу електромагнітного забруднення на стан довкілля та людину може статися в нагоді у розробці рекомендацій щодо екологічної регламентації господарської діяльності з урахуванням впливу забруднень електромагнітного походження на природні системи і населення, для підвищення рівня екологічної безпеки на урбанізованих територіях.

Література

1. Wertheimer N., Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer // *American Journal of Epidemiology*. 1979. V. 109, N 3. P. 273-284.

2. Stansfeld S.A Gallacher J., Babisch W. Road Traffic Noise and Psychiatric Disorder: Prospective findings from the Caerphilly Study // *British Medical Journal*. 1996. V. 313. P. 266-267.

3. Carrubba S., Frilot C., Hart F.X., et al. The electric field is a sufficient physical determinant of the human magnetic sense // *International Journal of Radiation Biology*. 2009. V. 85 (7). P. 622-632.

4. Lipping T., Rorarius M., Jäntti V., et al. Using the nonlinear control of anaesthesia-induced hypersensitivity of EEG at burst suppression level to test the effects of radiofrequency radiation on brain function // *Nonlinear Biomedical Physics*. 2009. V. 3(1). P. 5-29.

5. Havas M. Dirty electricity elevates blood sugar among electrically sensitive diabetics and may explain brittle diabetes / M. Havas // *Electromagnetic Biology and Medicine*. 2008. V. 27. P. 135-146.

6. Sonmez O.F. Odaci E., Bas O., et al. Purkinje cell number decreases in the adult female rat cerebellum following exposure to 900MHz electromagnetic field // *Brain Research*. 2010. V. 14. P. 95-101.

7. Milham S., Morgan L.L. A new electromagnetic exposure metric: high frequency voltage transients associated with increased cancer incidence in

teachers in a California school // *American Journal of Industrial Medicine*. 2008. V. 51. P. 579-586.

8. Okano H. Effects of static magnetic fields in biology: role of free radicals // *Frontiers in Bioscience*. 2008. V.13.– P. 6106-6125.

9. Havas M., Olstad A. Power quality affects teacher wellbeing and student behavior in three Minnesota Schools, // *Science of the Total Environment*. 2008. V. 402. P. 157-162.

10. Kempnaers B. Borgström P., Loës P., et al Artificial night lighting affects dawn song, extra-pair siring success, and lay date in songbirds // *Current Biology*. 2010. V. 20. P. 1735-1739.

11. Stevens R.G. Working against our endogenous circadian clock: breast cancer and electric lighting in the modern world s // *Mutation Research*. 2009. V. 680. P. 106-108.

12. Stevens R.G. Light-at-night, circadian disruption and breast cancer: assessment of existing evidence // *International Journal of Epidemiology*. 2009. V. 38. P. 963-970.

13. Chepesiuk R. Missing the dark: health effects of light pollution // *Environmental Health Perspectives*. – 2009. V. 117. P. A20-A27.

14. Friedman J. Kraus S., Hauptman Y., et al. Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies // *Biochem. J*. 2007. V. 405. P. 559-568.

15. Бакка М.Т., Гончарова М.О., Оляницька О.Ю. Оцінка впливу антропогенного електромагнітного поля на природні екосистеми // Вісник ЖДТУ. 2007. Вип. 2 (41). С. 195-199.

16. Внукова Н.В. Оцінка акустичного забруднення // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2011. Вип. 4/6 (52). С. 42-47.

17. Crasson M., Legros J.-J. Absence of daytime 50 Hz, 100 μ Trms magnetic field or bright light exposure effect on human perform. Performance and psychophysiological parameters//Bioelectromagnetics. 2005. Vol. 26. № 3. P. 222-233.

18. Fuller M. Dobson J. On the significance of the constant of magnetic field sensitivity in animals // Bioelectromagnetics. 2005. Vol. 26. № 3. P. 234-237.

19. Wagner P., Röschke J., Mann K. et al Human sleep under the influence of pulsed radiofrequency electromagnetic fields: a polysomnographic study using standardized conditions.// Bioelectromagnetics. – 1998. V. 19. № 3. P. 199-202.

20. Draper G., Vincent T., Kroll M.E., et al. Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study // British Medical Journal. 2005. V. 330. P. 1290-1294.

21. Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П. Основы электромагнитной экологии М.: "Радио и связь", 2000. 239 с.

22. Довбыш В.Н., Сивков В.С., Сподобаев Ю.М. Визуализация электромагнитной обстановки, создаваемой телекоммуникационными техническими средствами, расположенными на больших территориях // Антенны. – 2006. – №10 (113). – С.58-62.

23. Левич А.П., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н. Теоретические и методические основы технологии регионального контроля природной среды по данным экологического мониторинга. М.: Наука, 2004. 250 с.

Надійшла до редколегії 05.10.2016

УДК 911+504.064.36: 678.27

М. І. КУЛИК, канд. техн. наук, доц.
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
пл. Свободи, 6, м. Харків, 61022, Україна
m.kulyk@karazin.ua

А. А. ЛІСНЯК, канд. с.-г. наук, доц.
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації
імені Г. М. Висоцького
вул. Пушкінська, 86, м. Харків, 61024, Україна

С. ТОРМА, PhD.

³Науково-дослідний інститут ґрунтознавства та охорони ґрунтів, Пряшівське регіональне відділення
вул. Раймонова, 1, м. Пряшів, 080 01, Словаччина

ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ, ПРИВНЕСЕНИХ ВІДПРАЦЬОВАНИМИ МОТОРНИМИ МАСТИЛАМИ

Мета. Визначення забруднення ґрунтового покриву у придорожній зоні важкими металами, привнесених відпрацьованими рідкими нафтопродуктами. **Методи.** Польовий, лабораторно-аналітичний (атомно-абсорбційний), статистичні. **Результати.** Показано шляхи поводження з відпрацьованими моторними мастилами (ВММ) в Україні. Представлено результати експериментів з визначенням вмісту рухомих форм важких металів на темно-сірих опідзолених ґрунтах та на чорноземі опідзоленому, які забруднені ВММ та умовно чисті (поблизу смт. Покотилівка). Загальна кількість площадок – 5. Аналізи проводились на вміст дев'яти металів: Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, Co, Cr, Cd. Із них засвідчено перевищення ГДК лише за Pb в 1,2 – 1,7 разів. Проведена оцінка екологічного стану ґрунтів за сумарним показником забруднення важкими металами. Виявлено, що на контрольних варіантах стан ґрунтів характеризується як задовільний, на варіантах з одноразовим виливом ВММ – помірно-небезпечний, а в місцях тривалого виливу – надзвичайно небезпечний. **Висновки.** Підтверджено, що важкі метали, які містяться в складі відпрацьованих моторних мастил мають високу здатність до накопичення в ґрунті. Чорноземи опідзолені завдяки своїм фізико-хімічним властивостям мають більш високу здатність поглинати та затримувати важкі метали у фіксованому стані в порівнянні з темно-сірими опідзоленими ґрунтами, про що посвідчує вищий показник сумарного забруднення.

Ключові слова: відпрацьовані моторні мастила, нафтопродукти, автотранспорт, ґрунт, важкі метали

Kulyk M. I.

V. N. Karazin Kharkiv National University

Lisnyak A. A.

V. N. Karazin Kharkiv National University

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

Torma S.

Soil Science and Conservation Research Institute Bratislava, regional work place Presov,

Raymannova st. 1, 080 01 Prešov, Slovak Republic

DETERMINATION OF SOIL POLLUTION BY HEAVY METALS, INTRODUCED BY WASTE MOTOR OILS

Purpose. Determination of soil pollution in roadside area by heavy metals, which were introduced by waste motor oils. **Methods.** Field, laboratory-analytical (atomic-absorption), statistical. **Results.** The ways for waste motor oils (WMO) management in Ukraine are shown. The paper includes results on contamination of soil (dark grey podzolised soil and podzolized chernozem) with mobile forms of heavy metals and content of heavy metals in control sample (non-contaminated soil). The soil samples were taken near Pokotilovka settlement, Kharkiv Oblast. The total number of sites is 5. Samples were analysed on the content of nine heavy metals: Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, Co, Cr, Cd. From all analysed heavy metals MAC was exceeded only for Pb (1.2-1.7 times). The authors have assessed the environmental state of the soil by calculating total contamination indicator. Based on this indicator, we can say that the control site is in satisfactory state, site with one-time WMO discharge is in moderately dangerous state and site with regular WMO discharge is in very dangerous state. **Conclusions.** It was justified that heavy metals in WMO can be accumulated in soil. The higher value of total contamination indicator has shown that the podzolized chernozem soil can absorb and detain heavy metals in fixed state more efficiently due to its physical-chemical properties.

Keywords: waste motor oils, oil products, vehicles, soil, heavy metals

Кулик М. И.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

Лисняк А. А.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агромелиорации имени Г. Н. Высоцкого

Торма С.

Научно-исследовательский институт почвоведения и охраны почв в Братиславе

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ, ПРИВНЕСЁННЫХ ОТРАБОТАННЫМИ МОТОРНЫМИ МАСЛАМИ

Цель. Определение загрязнения почвенного покрова в придорожной зоне тяжелыми металлами, привнесённых отработанными жидкими нефтепродуктами. **Методы.** Полевой, лабораторно-аналитический (атомно-абсорбционной), статистические. **Результаты.** Показаны пути обращения с отработанными моторными маслами (ОММ) в Украине. Представлены результаты экспериментов по определению содержания подвижных форм тяжелых металлов на темно-серых оподзоленных почвах и на черноземе оподзоленном, которые загрязнены ОММ, и условно чистыми грунтами (участки расположены вблизи пгт. Покотиловка Харьковской области). Общее количество площадок – 5. Анализы проводились на содержание в почве 9 металлов: Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, Co, Cr, Cd. Из них было зафиксировано превышение ПДК только по Pb в 1,2 – 1,7 раз. Проведена оценка экологического состояния почв по суммарному показателю загрязнения тяжелыми металлами. Выявлено, что на контрольных вариантах состояние почв характеризуется как удовлетворительное, на вариантах с одноразовым излиянием ОММ – умеренно опасен, а в местах длительного утечки – очень опасен. **Выводы.** Подтверждено, что тяжелые металлы, содержащиеся в составе отработанных моторных масел обладают высокой способностью к накоплению в почве. Черноземы оподзоленные благодаря своим физико-химическим свойствам имеют более высокую способность поглощать и задерживать тяжелые металлы в фиксированном состоянии по сравнению с темно-серыми оподзоленными почвами, о чём свидетельствует более высокий показатель суммарного загрязнения.

Ключевые слова: отработанные моторные масла, нефтепродукты, автотранспорт, почва, тяжелые металлы

Вступ

У наш час на навколишнє природне середовище здійснюється значний техногенний вплив за рахунок утворення відходів виробництва. Одним із актуальних питань зараз є поводження з відходами від експлуатації автотранспорту, основними відходами якого є: автомобільні шини, кузови автомобілів, обшивка салону (пластмаси), спрацьований електроліт і свинцевий шлам акумуляторів, відпрацьовані нафтопродукти, спрацьовані фільтри, суспензії, тощо [1]. Відпрацьовані моторні мастила (ВММ) займають значну частину у загальній їх кількості. Слід зазначити, що відходи ВММ утворюються не лише на автотранспорті, а й на інших видах транспорту та у промисловості [2].

Зараз у світі функціонує близько 500 млн. автотранспортних засобів. В Україні ця цифра вже більше восьми мільйонів. У Харківській області експлуатується близько 460 тисяч одиниць автотранспорту. В середньому з одного легкового автомобіля утворюється приблизно 5 л відпрацьованого моторного мастила на рік, тож в Харківській області утворюється близько 2300 м³ ВММ [3, 4]. Приблизно 50 % відпрацьованого мастила в Україні зливають у ґрунт,

що призводить до накопичення в ньому різноманітних шкідливих хімічних елементів в тому числі і важких металів [3 – 5]. Особливо це стосується малих СТО, які знаходяться у придорожній зоні міст, далеко від центрів утилізації, та МТС у сільській місцевості.

В Україні поводження з ВММ стає однією з найбільш гострих екологічних проблем, оскільки не розвинута система збору та майже не розвинуті потужності з регенерації відпрацьованих мастил. У більшості країн з розвинутою промисловою і транспортною інфраструктурою збирання та регенерація відпрацьованих мастил регламентуються національним законодавством і є обов'язковим. Крім того, урядами вжито економічні заходи стимулювання їхнього кваліфікованого використання. Що стосується України, то вона тільки на шляху до розв'язання цієї проблеми. Сьогодні утилізація відпрацьованого мастила в Україні відбувається децентралізовано, а система їхнього збирання не організована і має стихійний характер, чому неабияк сприяє відсутність екологічного контролю [6].

Аналіз статистичних даних свідчить: щороку на території Харківської області

надходить близько 20-25 тис. т нових технічних мастил. У той же час використовуються, переробляється, утилізується або передається на утилізацію тільки 10-12 тис. т. Таким чином, 8-15 тис. т небезпечних відходів щороку залишається поза сферою державного контролю. У результаті цього, від 30 до 60 % відпрацьованого мастила в Україні зливають у ґрунт, в наслідок чого в ґрунті накопичуються різноманітні шкідливі хімічні елементи, в тому числі і важкі метали, створюючи нову екологічну обстановку, що призводить до глибокої зміни всіх ланок природних біоценозів або їх повної трансформації [3, 4]. Процеси природної регенерації біогеоценозів на забрудне-

них територіях відбуваються повільно, причому темпи становлення різних ярусів екосистем різні. Небезпека забруднення ґрунтів зумовлена тим, що вони є основним джерелом одержання продуктів харчування, сировини та матеріалів [7, 8]. Відтак, забруднення ґрунтів важкими металами може на тривалий час зробити неможливим виробництво якісної сільськогосподарської продукції і таким чином опосередковано впливає на здоров'я людини.

Метою роботи є отримання об'єктивної інформації про забруднення ґрунтового покриву у придорожній зоні важкими металами, привнесених відпрацьованими рідкими нафтопродуктами.

Методи та методика досліджень

Дослідження впливу на ґрунти відпрацьованих автомобільних мастил проводилось у придорожній зоні поблизу смт. Покотилівка Харківського району Харківської області на темно-сірих опідзолених ґрунтах та чорноземах опідзолених. Досліджувались такі варіанти: 1) контрольна ділянка на темно-сірих опідзолених ґрунтах, не забруднена відпрацьованими моторними мастилами (ВММ), умовно чистий ґрунт; 2) ділянка на темно-сірих опідзолених ґрунтах, одноразово забруднена відпрацьованим мінеральним моторним мастилом АЗМОЛ М-20/4040 (SAE 20W-40), яке відібрано з карбюраторного двигуна ВА3-21214 автомобіля ВА3-2121 «Нива» 1994 року випуску, який пройшов 10 тис. км (на дослідній ділянці розливалось відпрацьоване мастило, а потім через неділю відібрано зразки ґрунту); 3) ділянка на темно-сірих опідзолених ґрунтах, з місця тривалого забруднення відпрацьованими мастильними матеріалами (поруч з місцевою станцією технічного обслуговування); 4) контрольна ділянка на чорноземах опідзолених, не забруднена відпрацьованими моторними мастилами (ВММ), умовно чистий ґрунт; 5) ділянка на чорноземах опідзолених, одноразово забруднена відпрацьованим мінеральним моторним мастилом АЗМОЛ М-20/4040(SAE 20W-40), яке відібрано з карбюраторного двигуна ВА3-21214 автомобіля ВА3-2121 «Нива» 1994 року випуску, який пройшов 10 тис. км (на дослідній ділянці розливалось відпрацьоване мастило, а потім через неділю відібрано зразки ґрунту).

Відбір ґрунтових зразків виконували згідно ДСТУ 4287:2004. Глибина відбору ґрунтових зразків складала 0-20 см. Визначення вмісту рухомих форм важких металів у ґрунті проведено у буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 за М. К. Крупським і Г. М. Александровою (МВВ 31-497058-015-2003) на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115. Статистична обробка отриманого фактичного матеріалу здійснювалась стандартними програмами Excel.

Ступінь небезпеки забруднення ґрунту важкими металами визначали за сумарним показником забруднення Z_i [9]:

$$Z_i = \sum_{k=1}^n (K_k - N),$$

де K_k – коефіцієнт контрастності, i -го хімічного елемента в пробі ґрунту, N – кількість врахованих хімічних забруднювачів.

$$K_k = C / \Phi$$

де C – фактичний вміст визначеного хімічного елемента в ґрунті, мг/кг, Φ – гранична фоновая концентрація забрудненої речовини, мг/кг.

Оцінку рівня забруднення ґрунтів здійснювали за такою шкалою: $Z_i = 0 - 8,9$ – сприятливий, $Z_i = 9,0 - 15,9$ – задовільний, $Z_i = 16,0 - 31,9$ – помірно-небезпечний, $Z_i = 32,0 - 127,9$ – надзвичайно небезпечний, $Z_i > 128$ – дуже небезпечний.

Результати досліджень

Основними причинами інтенсивного хімічного забруднення ґрунтів придорожної території є активний розвиток транспортної інфраструктури, діючих виробництв, специфічний вітровий режим. Такі фактори впливу призводять до широкого діапазону міграції важких металів в навколишнє середовище. Основну частку важких металів у придорожній зоні привнесено від моторних мастил, які також містять такі неорганічні й органічні сполуки, як сірка, алюміній, миш'як, барій, фосфор, цинк, кадмій, свинець, хлор, бром, бор, кальцій, хром, мідь, залізо, магній, марганець, калій, кремній, натрій, нікель, олово, толуол, бензол, ксилол, етилбензол і азот, хоча найбільша кількість органічних сполук руйнується під час згоряння оливи. Ступінь біологічного розпаду ВММ є невисокий (10-30%), у нормальних умовах випаровуються дуже повільно, а високі адгезійні властивості сприяють їх затриманню у ґрунті [1, 2].

На території смт. Покотилівка Харківського району Харківської області переважають темно-сірі опідзолені ґрунти та чорноземи опідзолені, які завдяки своїм фізико-хімічним властивостям мають високу здатність поглинати та затримувати важкі метали у фіксованому стані. Наслідком цього стає той факт, що саме важкі метали

від відпрацьованих нафтопродуктів становлять не менше 50 % від загальних забруднень довкілля. Тільки у Харківській області утворюється близько 2 млн. л ВММ кожен рік. Особливо це стосується малих СТО, які знаходяться у придорожній зоні міст, далеко від центрів утилізації, та МТС у сільській місцевості [1, 3, 4, 6].

Результатами наших досліджень за вмістом рухомих форм важких металів на темно-сірих опідзолених ґрунтах поблизу смт. Покотилівка засвідчено, що незначне перевищення ГДК (в 1,2 рази) спостерігається лише за Pb в пробах ґрунту з місця тривалого вилу ВММ (табл. 1). При цьому концентрація всіх металів що досліджено в ґрунті збільшується після одноразового розливу ВММ, але концентрації металів у ґрунті з тривалим забруднення ВММ (Варіант 3) не досягає. Концентрація Cd в ґрунті з місця тривалого вилу вища за концентрацію в місці одноразового розливу майже в 4 рази, а порівняно з контрольним ґрунтом – в 10 разів. Причому зі збільшенням кількості вилитою ВММ збільшується й концентрація металів у ґрунті, частково це можна пояснити наявністю в ВММ механічних домішок, частинок металевих деталей двигуна.

Таблиця 1

Вміст металів у поверхневому шарі темно-сірого ґрунту поблизу смт. Покотилівка Харківського району

Хімічні елементи	Варіанти дослідження			Фон	ГДК
	ґрунт умовно чистий, мг/кг (Вар. 1)	ґрунт одноразово забруднений ВММ, мг/кг (Вар. 2)	ґрунт з місця тривалого забруднення ВММ, мг/кг (Вар. 3)		
Fe	3,15 (±0,06)	3,94 (±0,08)	4,80 (±0,11)	2,0	-
Mn	10,60 (±0,21)	10,81 (±0,15)	10,10 (±0,32)	43,0	-
Zn	4,60 (±0,19)	4,38 (±0,13)	5,70 (±0,16)	1,0	23,0
Cu	0,39 (±0,01)	0,40 (±0,01)	0,50 (±0,01)	0,5	3,0
Ni	0,83 (±0,01)	0,96 (±0,01)	1,36 (±0,01)	1,0	4,0
Pb	0,71 (±0,03)	0,86 (±0,04)	2,45 (±0,05)	0,5	2,0
Co	0,74 (±0,02)	0,85 (±0,03)	1,32 (±0,03)	0,5	5,0
Cr	0,85 (±0,01)	0,94 (±0,01)	1,24 (±0,02)	0,1	6,0
Cd	0,09 (±0,01)	0,24 (±0,01)	0,95 (±0,02)	0,1	0,7

Для визначення пріоритетності накопичення елементів (мг/кг) за отриманими даними побудовано акумулятивні ряди щодо концентрації хімічних елементів в ґрунті:

Концентрація в ґрунті контрольного варіанту: Mn (10,60) → Zn (4,60) → Fe (3,15) → Cr (0,85) → Ni (0,83) → Co (0,74) → Pb (0,71) → Cu (0,39) → Cd (0,09);

Концентрація в ґрунті штучного забруднення ВММ: Mn (10,81) → Zn (4,38) → Fe (3,94) → Ni (0,96) → Cr (0,94) → Pb (0,86) → Co (0,85) → Cu (0,40) → Cd (0,24);

Концентрація в ґрунті взятому на місці утилізації ВММ: Mn (10,10) → Zn (5,70) → Fe (4,80) → Pb (2,45) → Ni (1,36) → Co (1,32) → Cr (1,24) → Cd (0,95) → Cu (0,50).

Аналіз акумулятивних рядів металів показав, що на всіх варіантах дослідження найбільший вміст належить Mn, на другому місці знаходиться Zn, третє місце посідає – Fe, найменша в ґрунті концентрація таких хімічних елементів як Co, Cu, та Cd. Згідно з положенням хімічних елементів у акумуля-

тивних рядах можна зазначити, що пріоритетними елементами є Mn та Zn. На останньому місці знаходить Cd, але в пробі ґрунту взятій з місця тривалого забруднення ВММ, Cd значно більше і він виходить на передостаннє місце перед Cu.

З аналізу результатів досліджень проб ґрунту на чорноземі опідзоленому встановлено, що спостерігається перевищення ГДК за Pb в 1,7 рази в пробах ґрунту з місця одноразового розливу ВММ (табл. 2). Також встановлено, що після одноразового розливу ВММ, концентрація всіх досліджуваних металів в ґрунті збільшується.

Таблиця 2

Вміст металів у поверхневому шарі чорнозему опідзоленого поблизу смт. Покотилівка Харківського району

Хімічні елементи	Варіанти дослідження		Фон	ГДК
	ґрунт умовно чистий, мг/кг (Вар. 4)	ґрунт штучно забруднений ВММ, мг/кг (Вар. 5)		
Fe	3,36 (±0,07)	3,47 (±0,06)	2,0	-
Mn	10,43 (±0,22)	10,62 (±0,25)	43,0	-
Zn	10,50 (±0,42)	11,83 (±0,53)	1,0	23,0
Cu	0,30 (±0,01)	0,31 (±0,01)	0,5	3,0
Ni	0,03 (±0,01)	0,03 (±0,01)	1,0	4,0
Pb	3,00 (±0,11)	3,48 (±0,09)	0,5	2,0
Co	0,38 (±0,02)	0,52 (±0,03)	0,5	5,0
Cr	0,22 (±0,02)	0,24 (±0,02)	0,1	6,0
Cd	0,04 (±0,01)	0,05 (±0,01)	0,1	0,7

Для визначення пріоритетності накопичення елементів (мг/кг) за отриманими даними побудували акумулятивні ряди щодо концентрації хімічних елементів в ґрунті:

Концентрація в ґрунті: Zn (10,50) → Mn (10,43) → Fe (3,36) → Pb (3,00) → Co (0,38) → Cu (0,30) → Cr (0,22) → Cd (0,04) → Ni (0,03);

Концентрація в ґрунті штучно забрудненого ВММ: Zn (11,83) → Mn (10,62) → Pb (3,48) → Fe (3,47) → Co (0,52) → Cu (0,31) → Cr (0,24) → Cd (0,05) → Ni (0,03).

Згідно з положенням хімічних елементів у акумулятивних рядах у пробах ґрунту можна зазначити, що пріоритетними елементами є Zn та Mn. На останньому місці знаходяться Cd і Ni.

Таблиця 3

Сумарного показника забруднення в варіантах дослідження

Сумарний показник забруднення	Досліджувані варіанти				
	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 4	Вар. 5
Z_i	12	16	32	14	17

У результаті проведення оцінки екологічного стану ґрунтів за сумарним показником забруднення, виявлено, що на варіантах 1 і 4 стан ґрунтів характеризується як задовільний, на варіантах 2 і 5 – помірно-небезпечний, і на варіанті 3 – надзвичайно небезпечний (Табл. 3). При цьому встановлено, що варіант забруднений ВММ на чорно-

земах опідзолених (Вар. 5) має більший показник сумарного забруднення в порівнянні з аналогічним варіантом на темно-сірих опідзолених ґрунтах (Вар. 2), що говорить про високу здатність чорноземів опідзолених поглинати та затримувати важкі метали в порівнянні з темно-сірими опідзоленими ґрунтами.

Висновки

Дослідженнями підтверджено, що необхідно проводити регенерацію відпрацьованих автомобільних моторних мастил або організовану утилізацію, оскільки важкі метали, які містяться в складі ВММ мають високу здатність до накопичення в ґрунті.

Найпоширенішим забруднювачем темно-сірих опідзолених ґрунтів та чорноземів опідзолених від ВММ у придорожній зоні поблизу смт. Покотилівка є свинець, показники вмісту якого перевищують гранично допустимі концентрації. Зі збільшенням кількості розлитого на ґрунт ВММ збільшується й концентрація металів у ґрунті.

За сумарним показником забруднення, виявлено, що на контрольних варіантах стан ґрунтів характеризується як задовільний, на варіантах з одноразовим розливом ВММ – помірно-небезпечний, а в місцях тривалого виливу – надзвичайно небезпечний.

Чорноземи опідзолені завдяки своїм фізико-хімічним властивостям мають більш високу здатність поглинати та затримувати важкі метали у фіксованому стані в порівнянні з темно-сірими опідзоленими ґрунтами, про що посвідчує вищий показник сумарного забруднення.

Література

1. Дьяков А. Б., Игнатьев Ю. В., Кошнин Е. П. и др. Экологическая безопасность транспортных потоков ; Под ред. А. Б. Дьякова. Москва: Транспорт, 1989. 128 с.
2. Корчагин В. А., Филоненко Ю.А. Экологические аспекты автомобильного транспорта. Учебное пособие. Москва, 1997. 100 с.
3. Кулик М. І. Екологічний та економічний аспекти утилізації відпрацьованих моторних мастил // Збірник наукових праць XIII-ої Міжнародної науково-практичної конференції „Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика”. К.: «Талком», 2014. С. 155 – 158.
4. Кулик М. І. Утилізація відпрацьованих моторних мастил: еколого-економічний аспект // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2015. № 1-2. С. 122 – 128. - ISSN 1992-4224.
5. Лісняк А. А., Білянський І. В. Оцінка впливу автотранспорту на стан атмосферного повітря в центральній частині міста Харкова // Людина і довкілля. Проблеми неоекології. 2012. № 1-2. С. 115-121. - ISSN 1992-4224.

6. Torma S., Lisnyak A., Fazekasova D. Ekologicke riziko degradacie pody a jeho metodologicke zaklady. The Enviromental Risk of Soil Degradation and its Netodological Basis // Prirodne vedy. Folia oecologica 8. – Slovensko: Presovska univerzita v Presove. Str. 13-19. ISSN 1338-080X.
7. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ передвижными источниками. – Донецк: УкрНТЭК, 1999. – 107 с.
8. Федоренко Н. Г., Медведева М. В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. Петрозаводск: Карельский научный центр, РАН, 2009. 84 с.
9. Тарасова В. В., Малиновський А. С., Рибак М. Ф. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище. Київ, 2007. С. 137.

Надійшла до редколегії 14.10.2016

Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: «Екологія» є збірником наукових робіт, який включено до Переліку ВАК фахових видань, в яких можна публікувати основні результати дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора і кандидата географічних наук.

До публікації приймаються статті, які написані українською, російською або англійською мовами згідно з правилами для авторів і отримали позитивні рекомендації рецензентів.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Електронна версія оформляється у форматі Microsoft Word, шрифт Times New Roman, розмір 12, міжрядковий інтервал 1,5, всі поля по 2,5 см. Жирним шрифтом виділяються підзаголовки у статті; курсив допускається лише у виняткових випадках.

Ілюстрації, включаючи графіки і схеми, мають бути розміщені безпосередньо в тексті. Ілюстрації подаються чорно-білими. Скрізь, де можливо, доцільніше використовувати графіки, а не таблиці.

Орієнтація сторінок – книжкова. Вирівнювання – по ширині.

Відступ для абзацу – 1,00 см.

Для статей необхідно вказати УДК, ініціали та прізвище автора, науковий ступінь та звання (розмір 11), повну назву установи та її адреса, e-mail (розмір 10).

Подати прізвище та ініціали, назву статті, назву установи, анотацію та ключові слова українською, російською й англійською мовами: розмір 10, міжрядковий інтервал 1,0.

Анотація має бути структурованою: обов'язково вказати **Мета. Методи. Результати. Висновки.; Purpose. Methods. Results. Conclusions.; Цель. Методы. Результаты. Выводы.**

Література обов'язково оформляється за правилами, повинна містити також джерела, що опубліковані не більше 5 років тому: розмір 10, міжрядковий інтервал 1,0.

Адреса редакції:

екологічний факультет, 4 поверх, к. 477,

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

пл. Свободи, 6, Харків, Україна, 61022

тел. +38 /057- 707-53-86

e-mail: visnykecology@karazin.ua ecology.journal@karazin.ua

Власний сайт: <http://visnecology.univer.kharkov.ua/>

Наукове видання

**ВІСНИК ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені В. Н. КАРАЗІНА**

**СЕРІЯ «ЕКОЛОГІЯ»
Вип. 15**

Збірник наукових праць

Українською, російською та англійською мовами

Макетування та комп'ютерне верстання
Баскакова Л. В.

Підписано до друку 06.11.16 Формат 60 x 84 ¹/₈ . Папір офсетний.
Друк ризографічний

Ум. друк. арк. 14,7. Обл.-вид. арк. 15,1
Наклад 100 пр. Зам.

61022 Харків, майдан Свободи, 6
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Надруковано ХНУ імені В. Н. Каразіна
61022, Харків, майдан Свободи, 4.
Тел. 705-24-32
Видавництво

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.09