

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»

ЗАСНОВАНА 2005 р.

Випуск 17

VISNYK
of V. N. KARAZIN
KHARKIV NATIONAL
UNIVERSITY
SERIES «ECOLOGY»

Issue 17

ВЕСТНИК
ХАРЬКОВСКОГО
НАЦИОНАЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА
имени В. Н. КАРАЗИНА
СЕРИЯ «ЭКОЛОГИЯ»

Выпуск 17

Харків
2017

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 напрямом 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 виданням у галузі географічних наук.

Наказ МОН України № 1328 від 21.12.2015

The visnyk presents the results of theoretical and applied research in the field of ecology, neoeecology, 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 edition 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, неозкологии, 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 25.09.2017р.)

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;
Костриков 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;
Московкін В. М., 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»;
Бойко С., д-р філософії, Вармінсько-Мазурський університет, м. Ольштин, Польща;
Гавардашвілі Г., д-р техн. наук, проф., Інститут водного господарства імені Ц. Мірцхулави Технічного університету Грузії, м.Тбілісі, Грузія;
Кісопоулос Дж., д-р філософії, проф., Афінський університет прикладних наук, м. Афіни, Греція;
Млинарчик К., д-р, професор, Вармінсько-Мазурський університет, м. Ольштин, Польща;
Нахтнебель Х.-П., проф. Університету природних ресурсів та прикладних наук – ВОКУ, м. Відень, Австрія;
Шкарубо А., д-р філософії, Центрально Європейський університет, м. Будапешт, Угорщина.

Відповідальний секретар – Баскакова Л. В.

Адреса редакційної колегії: 61022, Харків, майдан Свободи, 6,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
екологічний факультет, кімн. 473а
тел. (057)707-53-86, 707-54-47, факс (057)705-09-66, e-mail : visnykecology@karazin.ua
<http://visnecology.univer.kharkov.ua/> http://journals.urau.ua/visnukkhnu_ecology
<http://periodicals.karazin.ua/ecology> www-ecology.univer.kharkov.ua

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, 2017

© Дончик І. М., макет обкладинки, 2017

ЗМІСТ

НОВІ НАПРЯМИ, ІННОВАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Черкез Є. А., Медінець В. І., Газетов Є. І., Медінець С. В., Погребна О. О., Світличний С. В. Особливості живлення Куяльницького лиману підземними водами.....	6
Ковальова Н. В., Медінець В. І., Медінець С. В., Конарева О. П., Солтіс І. Є. Особливості розвитку бактеріопланктону Куяльницького лиману в 2015-2017 рр.....	20
Лісняк А. А., Вілчек Й., Торма С. Агроекологічний ефект використання повільнорозчинних капсульованих мінеральних добрив в лісовому та сільському господарстві (англ.).....	29
Тігенко Г. В., Широкоступ С. М. Просторові особливості управління ТПВ в системі «місто-приміська зона».....	36
Анісімов С. В. Дослідження рекреаційного попиту і споживчих переваг рекреантів на замських територіях.....	49

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

Багмет О. Б. Вплив Дніпровського каскаду водосховищ на сучасний геоморфогенез прилеглих територій.....	55
Клещ А. А. Історія формування міського ландшафту Харкова: досвід та методичні особливості дослідження.....	63

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Полив'янчук А. П. Концепція створення на базі міні- та мікротунелів універсальних систем екологічної сертифікації транспортних дизелів (англ.).....	72
Полив'янчук А. П., Каслін О. І., Смирний М. Ф., Строков О. П., Скурідіна О. О. Впровадження компенсаційного методу контролю проби в універсальних системах екологічного діагностування дизелів - мікротунелях.....	80
Баскакова Л. В., Кравченко Н. Б., Сафонова О. О. Вплив діяльності Новокраматорського машинобудівного заводу на навколишнє природне середовище.....	89
Гетманець О. М., Іванова К. Ю., Пеліхатий М. М. Модель побудови поля радіаційного фону.....	99
Буц Ю. В., Крайнюк О. В., Барбашин В. В. Просторово-часовий аналіз надзвичайних подій при перевезенні небезпечних вантажів залізничним транспортом.....	106
Правила для авторів.....	113

CONTENTS

NEW DIRECTIONS, INNOVATIVE RESEARCHES

Cherkez Ye. A., Medinets V. I., Gazyetov Ye. I., Medinets S. V., Pogrebnaya O. A., Svitlychnyi S. M. Features of constituents in the Kuyalnyk estuary groundwater inflow.....	6
Kovalova N. V., Medinets V. I., Medinets S. V., Konareva O. P., Soltys I. E. Characteristics of bacterioplankton in the Kuyalnyk estuary development in 2015-2017.....	20
Lisnyak A. A., Vilcek J., Torma S. Agro-ecological effect of the use of slowly solvable capsular mineral fertilizers in forestry and agricultural sector.....	29
Titenko A.V., Shyrokostup S. M. Spatial characteristics of waste management in the "city-suburban" system.....	36
Anisimov S.V. Investigation of demand and consumer requirements of holidaymakers in suburban areas.....	49

ECOLOGICAL RESEARCHES OF GEOSYSTEM

Bagmet O. B. Influence of the Dnipro cascade of reservoirs on the current geomorphogenesis of adjoining territories	55
Kleshch A. A. The history of the Kharkiv city landscape formation: experience and methodological features of the study.....	63

ENVIRONMENTAL ECOLOGICAL SAFETY

Polivyanchuk A. P. The concept of creating universal systems for the environmental certification of transport diesels based on mini- and microtunnels.....	72
Polivyanchuk A. P., Kaslin O. I., Smirny M. F., Stokov O. P., Skuridina O. O. Introduction of the compensatory method of gas sample control in universal systems of ecological diagnostics of diesel engines – microtunnels.....	80
Baskakova L. V., Kravchenko N. B., Safonova O. O. Influence of the activity of Novokramatorsk machine-building plant on the environment.....	89
Getmanets O. M., Ivanova K. Yu., Pelikhaty N. M. A model for construction the fields of radiation background.....	99
Buts Yu. V., Krainyuk O. V., Barbashin V. V. Space-time analysis of emergency accidents in the transport of dangerous goods by railway transport.....	106
Instructions for Authors.....	113

СОДЕРЖАНИЕ

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ, ИННОВАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Черкез Е. А., Мединец В. И., Газетов Е. И., Мединец С. В., Погребная О. А., Светличный С. В. Особенности питания Куяльницкого лимана подземными водами.....	6
Ковалева Н. В., Мединец В. И., Мединец С. В., Конарева О. П., Солтис И. Е. Особенности развития бактериопланктона куяльницкого лимана в 2015-2017 гг.....	20
Лисняк А. А., Вилчек Й., Торма С. Агроэкологический эффект использования медленно-растворимых капсулированных минеральных удобрений в лесном и сельском хозяйстве (англ).....	29
Титенко А. В., Широкоступ С. Н. Пространственные особенности управления тбо в системе «город-пригородная зона».....	36
Анисимов С. В. Исследование рекреационного спроса и потребительских предпочтений рекреантов на загородной территории	49

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОСИСТЕМ

Багмет О. Б. Влияние Днепровского каскада водохранилищ на современный геоморфогенез прилегающих территорий.....	55
Клещ А. А. История формирования городского ландшафту Харькова: опыт и методические особенности исследования.....	63

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Поливянчук А. П. Концепция создания на базе мини- и микротуннелей универсальных систем экологической сертификации транспортных дизелей.....	72
Поливянчук А. П., Каслин А. И., Смирный М. Ф., Строков А. П., Скуридина Е. А. Внедрение компенсационного метода контроля пробы в универсальных системах экологического диагностирования дизелей - микротуннелях.....	80
Баскакова Л. В., Кравченко Н. Б., Сафонова О. А. Влияние деятельности новокраматорский машиностроительный завод на окружающую среду.....	89
Гетманец О. М., Иванова Е. Ю., Пелихатый Н. М. Модель построения поля радиационного фона.....	99
Буц Ю. В., Крайнюк Е. В., Барбашин В. В. Пространственно-временной анализ чрезвычайных происшествий при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом	106
Правила для авторов.....	113

НОВІ НАПРЯМИ, ІННОВАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 556.3

Є. А. ЧЕРКЕЗ, д-р геол.-мін. наук, проф., В. І. МЕДІНЕЦЬ, канд. фіз.-мат. наук, с.н.с.,
Є. І. ГАЗЕТОВ, С. В. МЕДІНЕЦЬ, д-р природ. наук,
О. О. ПОГРЕБНА, С. В. СВІТЛИЧНИЙ
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна,
e-mail: eacherkez@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ЖИВЛЕННЯ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ ПІДЗЕМНИМИ ВОДАМИ

Мета. Встановлення сучасних особливостей гідродинамічного режиму водоносних горизонтів і відповідних складових формування живлення лиману підземними водами за даними багаторічних спостережень для уточнення кількісних оцінок водного балансу Куяльницького лиману. **Методи.** Гідродинамічні методи розрахунків питомих витрат підземних вод в залежності від просторово-часових змін їх напорів і рівнів води в лимані. **Результати.** Для встановлення закономірностей режиму підземних вод в 2015 році облаштована мережа гідрогеологічних свердловин в заплаві верхів'їв Куяльницького лиману (селища Ковалівка – Стара Еметівка). За результатами спостережень 2015 – 2017 років виявлена наявність тісного гідравлічного зв'язку між ґрунтовими і поверхневими водами лиману і встановлено, що питомий приплив ґрунтових вод з боку східного берега перевищує приплив з боку західного. Результати розрахунків питомих витрат підруслового стоку в верхів'ях лиману вказують на те, що в посушливі періоди відбуваються втрати води з лиману на формування підруслового стоку зворотного напрямку. Надана оцінка питомих витрат потоку ґрунтових вод з боку моря скрізь алювіальні відклади пересипу і питомих витрат потоків підземних вод, які поступають з бортів долини лиману (водоносні горизонти в еолово-делювіальних відкладах середнього та верхнього плейстоцену вододільної рівнини, куяльницького ярусу і понтичного регіоярусу). Станом на 2016 -2017 рр. середній річний обсяг всіх складових живлення Куяльницького лиману підземними водами є еквівалентним підйому рівня лиману приблизно на 17 - 20 см і в порівнянні з обсягами лиману в 2016 році складає біля 35 - 50 %. **Висновки.** При оцінці водного балансу Куяльницького лиману разом з традиційними чинниками формування його гідрологічного режиму (атмосферні опади, річковий і боковий стік, випар) необхідно враховувати просторово-часові зміни обсягів всіх складових підземного живлення лиману.

Ключові слова: Куяльницький лиман, гідрогеодинамічний режим підземних вод, складові підземного живлення

Cherkez Ye. A., Medinets V. I., Gazyetov Ye. I., Medinets S. V., Pogrebnaya O. A., Svitlychnyi S. M.
Odessa I.I.Mechnikov National University

FEATURES OF CONSTITUENTS IN THE KUYALNYK ESTUARY GROUNDWATER INFLOW

Purpose. To establish current features in the hydrological regime of aquifers and respective constituents of the estuary inflow with groundwater based on many years' observations in order make the Kuyalnyk Estuary water balance qualitative assessment more precise. **Methods.** Hydrodynamic methods of groundwater specific discharge calculation depending on spatial and temporal changes of the estuary flow and water level were used. **Results.** To establish the regularities of groundwater regime in 2015 a network of hydrogeological wells was equipped in the Kuyalnyk Estuary floodplain (villages Kovalivka – Stara Emetivka). It has been established from the results of the observations of 2015 – 2017 that there is the close hydraulic connection between groundwater and surface water of the estuary; it has also been established, that the specific inflow of groundwater from the eastern bank prevail over that from the western bank. Results of calculation of the underflow specific discharge in the upper reaches of the estuary are showing that during dry periods water losses from the estuary to form the reverse direction underflow take place. Specific discharge of groundwater flow from the sea through alluvial deposition of bay-bar was estimated, as well as specific discharge of groundwater flowing from the sides of the estuary valley (aquifers in wind-born and diluvial deposition of middle and upper Pleistocene in interfluvial plain, Kuyalnyk Stage and Pontic horizon). As of 2016 -2017, average annual volume of all the constituents of groundwater inflow to the Kuyalnyk Estuary equaled to 17-20 cm increase of the estuary level and in comparison with the estuary volume in 2016 made around 35 - 50 %. **Conclusions.** Estimating the Kuyalnyk

Estuary water balance, spatial and temporal changes of all constituents of groundwater inflow volume should be taken into account together with the traditional factors of its hydrological regime forming (precipitation, river and side discharge, evaporation).

Key words: Kuyalnyk Estuary, hydrogeodynamic regime of groundwater, constituents of groundwater inflow

Черкез Е. А., Мединец В. И., Газетов Е. И., Мединец С. В., Погребная О. А., Светличный С. В.
Одесский национальный университет имени И. М. Мечникова

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ КУЯЛЬНИЦКОГО ЛИМАНА ПОДЗЕМНЫМИ ВОДАМИ

Цель. Установление современных особенностей гидродинамического режима водоносных горизонтов и соответствующих составляющих формирования питания лимана подземными водами по данным многолетних наблюдений для уточнения количественных оценок водного баланса Куяльницкого лимана. **Методы.** Гидродинамические методы расчетов удельного расхода подземных вод в зависимости от пространственно-временных изменений их напоров и уровней воды в лимане. **Результаты.** Для установления закономерностей режима подземных вод в 2015 году обустроена сеть гидрогеологических скважин в пойме верховий Куяльницкого лимана (села Ковалевка – Старая Эметовка). По результатам наблюдений 2015 – 2017 гг. выявлено наличие тесной гидравлической связи между грунтовыми и поверхностными водами лимана и установлено, что удельный приток грунтовых вод с восточного берега преобладает над притоком с западного. Результаты расчетов удельного расхода подруслового стока в верховьях лимана указывают на то, что в засушливые периоды происходят потери воды из лимана на формирование подруслового стока обратного направления. Дана оценка удельных расходов потока грунтовых вод со стороны моря через аллювиальные отложения пересыпи и удельных расходов потоков подземных вод, которые поступают с бортов долины лимана (водоносные горизонты в эолово-делювиальных отложениях среднего и верхнего плейстоцена водораздельной равнины, куяльницкого яруса и понтического региояруса). По состоянию на 2016 -2017 гг. средний годовой объем всех составляющих питания Куяльницкого лимана подземными водами эквивалентно подъему уровня лимана приблизительно на 17 - 20 см и в сравнении с объемами лимана в 2016 году составляет около 35 - 50 %. **Выводы.** При оценке водного баланса Куяльницкого лимана вместе с традиционными факторами формирования его гидрологического режима (атмосферные осадки, речной и боковой сток, испарение) необходимо учитывать пространственно-временные изменения объемов всех составляющих подземного питания лимана.

Ключевые слова: Куяльницкий лиман, гидрогеодинамический режим подземных вод, составляющие подземного питания

Вступ

Кризовий стан Куяльницького лиману, який пов'язаний з порушенням водного балансу в останнє десятиріччя стимулював проведення досліджень водного режиму лиману, який за висновками авторів [1-4] формується атмосферними опадами, річковим і боковим стоками та випаровуванням. Такою складовою водного балансу, як живлення лиману підземними водами, априорі практично всі дослідники нехтували, посиляючись на оцінки Г.І. Швєбса [5], за даними якого складова підземного живлення лиману не перевищувала 1-2% від загальної прибуткової частини водного балансу. При цьому слід відмітити, що наведені в цьому звіті оцінки базувались на даних з обмеженої кількості пунктів спостережень (декілька колодязів в верхів'ях лиману і свердловин на ґрунтові води пересипу) і невеличкій їх тривалості. Наш досвід розрахунків витрат субаквального розвантаження напірних підземних вод, які містяться в відкла-

дах верхньосарматського підрегиоярусу верхнього міоцену [6] показав, що реальні оцінки обсягів живлення лиману при врахуванні детальної експериментальної інформації суттєво підвищили значення відповідних потоків, що поставило під сумнів і оцінки інших складові підземного живлення, які використовуються науковцями для складання водного балансу лиману.

Враховуючі те, що для отримання об'єктивних оцінок обсягів живлення Куяльницького лиману підземними водами необхідно встановити особливості і закономірності сезонних і багаторічних змін ключових гідродинамічних характеристик водонесних горизонтів, нами у 2015-2017 рр. виконувалась комплексна програма інтегрованого моніторингу екосистеми Куяльницького лиману [7], одним з ключових блоків якої були гідрогеологічні спостереження, які здійснювались на облаштованій нашою науковою групою мережі гідрогео-

логічних свердловин в заплаві Куяльницького лиману. За результатами багаторічних спостережень встановлені закономірності режиму і отримані розрахункові витрати ґрунтових вод заплави і підруслового стоку, а також витрати потоку ґрунтових вод з боку моря скрізь алювіальні відклади пересипу. Витрати підземних вод, які надходять з бортів долини лиману (водоносні горизонти в оолово-делювіальних відкладах середнього та верхнього плейстоцену вододільної рівнини, куяльницького ярусу і понтичного регіоярусу) оцінювались з використанням ділянок-аналогів.

Методи дослідження

Об'єкт досліджень – підземна гідрофера лиману. Предмет досліджень – гідрогеологічні особливості формування живлення лиману.

Детальний аналіз гідрогеологічних умов Куяльницького лиману, який наведений нами в роботі [6] і був зроблений нами на основі аналізу результатів досліджень інших авторів [8-13], показав, що у гідрогеологічному відношенні район Куяльницького лиману знаходиться в межах північної частини Причорноморського артезіанського басейну, який являє собою напіврозкриту гідрогеологічну структуру зі складними гідрогеологічними умовами. Однією із загальних рис осадової товщі зони активного водообміну є часте чергування і зміна невитриманості по площі і потужності водоносних і водонепроникних горизонтів. Все це призводить до різних умов живлення, циркуляції і розвантаження підземних вод [12,13].

Формування потоків підземних вод в долині Куяльницького лиману відбувається в тісному взаємозв'язку з поверхневими водами. В процесі такої взаємодії може здійснюватись відтік води з лиману, в результаті якого відбувається поповнення запасів підземних вод, або навпаки – має місце підземний стік в водойму. Характер і форми взаємодії потоку підземних вод різноманітні і визначаються комплексом природних умов. Серед них першочергове значення мають будова гідрогеологічного розрізу в поєднанні з глибиною ерозійного вирізу, фільтраційні властивості порід і режим підземних і поверхневих вод. Базовою гідродинамічною передумовою, яка обумов-

лює фільтраційну структуру підземного потоку, а також водообмін підземних вод з поверхневими водами і між собою являється співвідношення їх напорів і рівнів води в лимані.

Ціллю нашого дослідження було встановлення сучасних особливостей гідродинамічного режиму водоносних горизонтів і відповідних складових формування живлення лиману підземними водами за даними багаторічних спостережень для уточнення кількісних оцінок водного балансу Куяльницького лиману. *Зв'язок з науковими програмами.* Дослідження виконувалися у 2015-2017 рр. в рамках держбюджетної теми «Вивчити кризові зміни екосистеми Куяльницького лиману та обґрунтувати заходи щодо стабілізації його екологічного стану» (№ госреєстрації 0115U003221).

лює фільтраційну структуру підземного потоку, а також водообмін підземних вод з поверхневими водами і між собою являється співвідношення їх напорів і рівнів води в лимані.

На жаль, існуючі в межах басейну Куяльницького лиману мережі гідрогеологічних об'єктів (свердловини, колодязі, підземні джерела), в яких проводяться спостереження за ключовими характеристиками режиму підземних вод (рівень, хімічний склад, температура) завжди були розташовані досить нерівномірно. Цілоком природно, що найбільша кількість свердловин (експлуатаційні і спостережні) облаштовані на території клінічного санаторію імені Пирогова і заводу розливу мінеральних вод «Куяльник», в яких гідрогеологічні спостереження проводяться Гідрогеологічною станцією санаторію і службою контролю за якістю води заводу з середини 50-х років минулого століття.

Окремі види гідрогеологічних досліджень, буріння свердловин, картування і опис колодязів і джерел, які розташовані в межах заплави і на схилах лиману, здійснювалось в різні роки ДРГП «Причорноморгеологія» і Українським НДІ медичної реабілітації та курортології. Періодичне обстеження колодязів і джерел виконували науковці Фізико-хімічного інституту захисту навколишнього середовища і людини, Одеського державного екологічного університету і Одеського національного університету імені І.І. Мечникова. В зв'язку з необхідністю встановлення рівня забрудненості території і ґрунтових вод району Куяльницько-Хаджибейського пересипу збільши-

лась кількість спостережних свердловин, облаштованих ТОВ «Гідрогеосервіс».

Таким чином, можна констатувати що найменшою забезпеченістю гідрогеологічних спостережень характеризуються верхів'я і середня частини лиману і власно, в першу чергу, ділянка заплави лиману. Саме тому, нами в 2015 році в районі селищ Ковалівка – Стара Еметівка були облаштовані 3 створи гідрогеологічних свердловин (рис.1, 2). Кількість спостережних свердловин в створі і відстань між ними проектувалась з урахуванням особливостей рельєфу заплави, ймовірних змін відстані до урізу води в лимані і можливого напрямку природного руху потоку ґрунтових вод.

Свердловини обладнанні обсадною пластиковою трубою з отворами і ситчастим фільтром, оголовок захищено пластиковим ковпаком. Затрубний простір герметизувався трамбівкою глинистим матеріалом. Внутрішній діаметр обсадної труби спостережної свердловини забезпечував безперешкодне переміщення вимірювальної апаратури і відбір проб води. Виміри проводились від оголовку свердловини або зрубу колодязя з визначеними координата-

ми. Висотні відмітки свердловин і колодязів отримані спеціалістами Центру інженерних досліджень методом нівелювального ходу 4 класу тахеометром Sokkia SET530RK3 відносно репера, який розташований на опорі ЛЕП. Заміри рівня ґрунтових вод в свердловинах і колодязях здійснювались переносною рейкою або гідрогеологічною дрютяною сталевією рулеткою з хлопавкою з точністю до 0,5 см. Температуру води вимірювали джерельними (лінівими) термометрами із поділками 0,1-0,2 град.

Створи спостережних гідрогеологічних свердловин знаходяться на ділянках (рис.1, 2):

- с. Ковалівка – створ 1 довжиною 342 м, який включає 9 свердловин глибиною 1,0 -3 м;

- с. Стара Еметівка – створ 2 довжиною 1375 м, який включає 15 свердловин глибиною 1,0 – 1,2 м;

- с. Стара Еметівка – створ 3 довжиною 1143 м, який складається з двох фрагментів (146 м і 81 м) розділених островом, до кожного з яких входять по 3 свердловини глибиною 1,0 - 1,2 м.

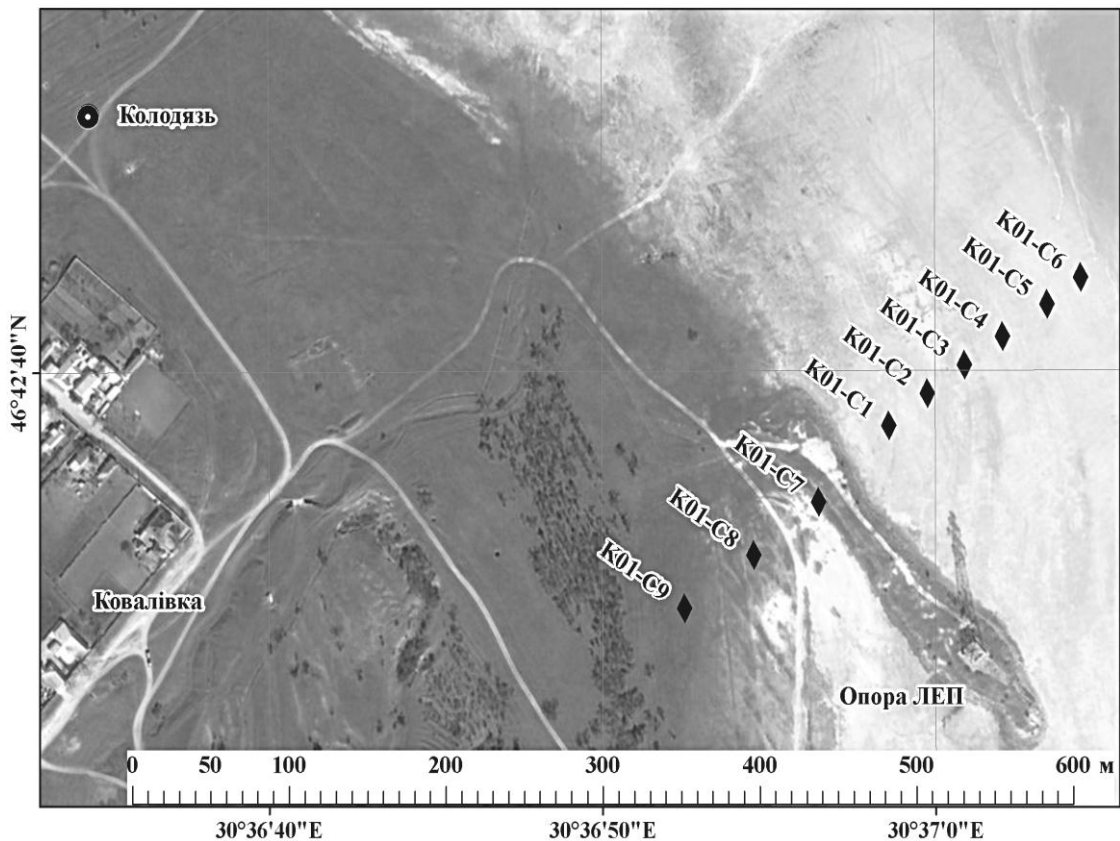


Рис. 1 – Схема розташування гідрогеологічних свердловин в створі 1 (с. Ковалівка)

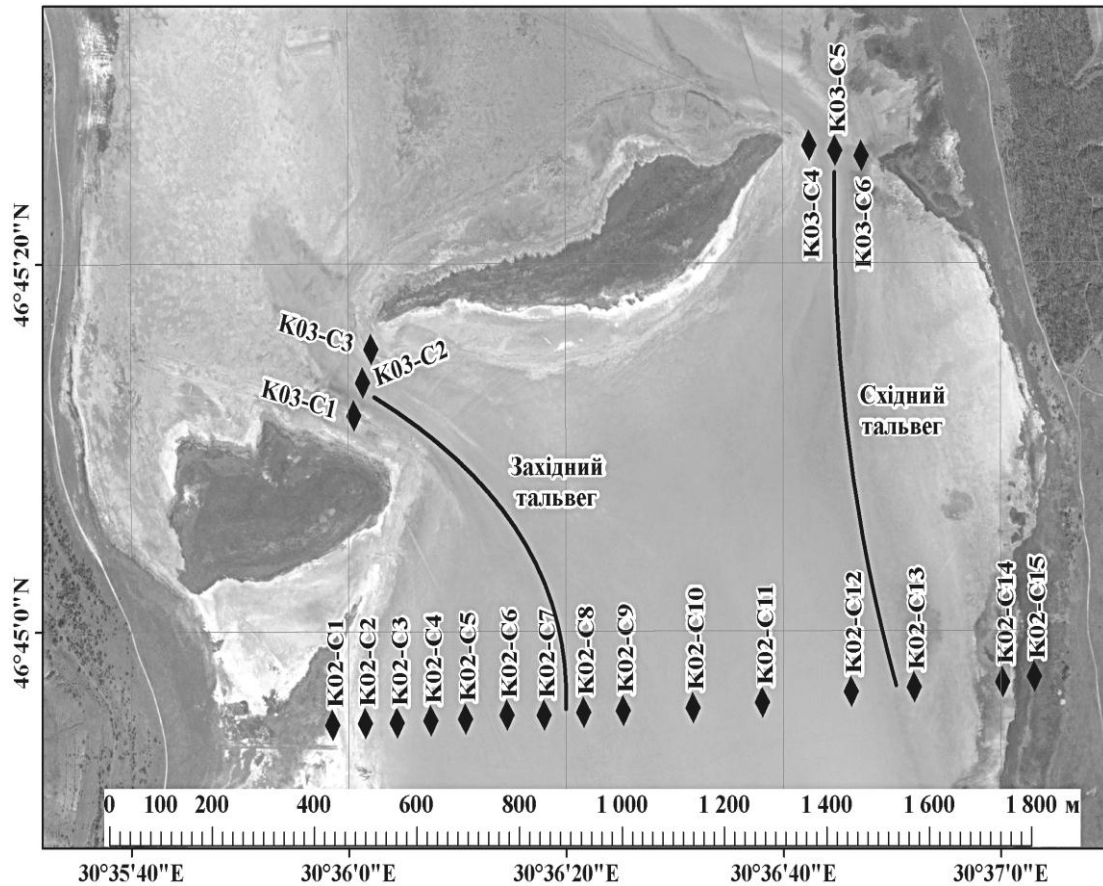


Рис. 2 – Схема розташування гідрогеологічних свердловин в створах 1 і 2 (с. Стара Еметівка). Чорними лініями показані напрями тальвегів заплави

Статистична обробка і аналіз даних спостережень гідродинамічного режиму ґрунтових вод заплави виконувалась в програмі «Statistica». В основу аналізу покладено графічне представлення багаторічних

коливань рівнів водоносних горизонтів. Кількісна оцінка їх витрат, як складових підземного живлення лиману, виконувались гідродинамічним методом за формулою Дарсі [14].

Результати та обговорення

Загальний приплив підземних вод до Куяльницького лиману має складові, які відповідають границям зони активного водообміну і визначаються просторовою структурою потоків підземних вод, фільтраційною будовою розрізу і співвідношенням напорів. Одна з складових підземного живлення визначається витратами ґрунтових вод заплави лиману і підруслового стоку, друга – витратами підземних вод, які надходять з бортів долини лиману (водоносні горизонти в еолово-делювіальних відкладах середнього та верхнього плейстоцену вододільної рівнини, куяльницького ярусу і понтичного регіоярусу). Третя складова – витрати потоку ґрунтових вод з боку моря скрізь алювіальні відклади пересипу. Чет-

верта – витрати субаквального розвантаження в лиман напірного водоносного горизонту у відкладах верхньосарматського підрегіоярусу верхнього міоцену.

Дослідження режиму і оцінка витрат ґрунтових вод заплави лиману в 2015-2017 роках. Заплава Куяльницького лиману являє собою прилеглу до русла пологої частини дна річкової долини, яка під час повені, а також великої кількості атмосферних опадів і збільшеного поверхневого схилового стоку затоплюється водою.

Геологічну основу заплавної тераси складають розташовані на верхньосарматському вирізі алювіальні і лиманно-морські відклади дна лиману представлені середньо- і крупнозернистими кварцовими піс-

ками, глинами темно-зеленими, піщанисти-ми з прошарками мулу і лігніту. Верхню частину геолого-літологічного розрізу заплави і дна лиману складають сучасні донні відклади лиману представлені мулами, пісками і глинами, які сформувалися в результаті тривалої діяльності денудаційних і акумулятивних процесів. В північній частині улоговини Куяльницького лиману, за даними буріння спостережних гідрогеологічних свердловин (селища Ковалівка – Стара Еметівка), чорні лікувальні мули мають потужність 0,4 – 0,6 м. В якості домішок в них присутні пісок і іноді прошарки (1 – 5 см) черепашок. Під чорними мулами залягає шар темно-сірих мулів середньою потужністю 0,2 – 0,4 м. Нижче розташовані піски дрібнозернисті, нерідко замулені, з розкритою бурінням потужністю 0,1 – 1,0 м. Водомісткі породи на ділянках розташування створів спостережних гідрогеологічних свердловин представлені піщаними, черепашковими утвореннями заплави, відносними водотривами слугують сучасні мули.

Водомісткі породи не завжди витримані в плані і розрізі, взаємодіють між собою скрізь гідравлічні вікна та слабопроникні шари мулів незначної потужності. Тому води в такій товщі водомістких та слабопроникних порід слід розглядати як єдиний горизонт ґрунтових вод. Водоносний горизонт безнапірний і залягає на глибині від перших сантиметрів до 2,5 м. Живлення

ґрунтових вод заплави відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і розвантаження водоносних горизонтів з боку схилів лиману.

Природний режим ґрунтових вод заплавної тераси характеризується двома екстремальними положеннями — весняним максимумом і літнім-осіннім мінімумом (Рис.3 - 5). Весняний максимум підвищення рівня ґрунтових вод відбувається в лютому-квітні місяцях за винятком свердловин (K01-C9, K01-C8) і колодязя, які розташовані в тильній стороні заплави біля схилу і де весняний максимум припадає на травень. Мінімум рівня ґрунтових вод в усіх свердловинах спостерігається в вересні і відповідає вересневим мінімумам рівня в лимані. В 70% свердловин всіх створів сезонні амплітуди рівнів складають 0,4 – 0,7 м і тільки в свердловинах, які розташовані в тильній стороні заплави біля схилу вона досягає 1,46 м і 1,7 м. Весь діапазон змін рівнів в свердловинах протягом періоду спостережень знаходиться в межах діапазону рівнів в колодязі і лимані (Рис. 3 – 5). Це вказує, по-перше, на тісний гідравлічний зв'язок між ґрунтовими і поверхневими водами лиману та, по-друге, на постійне протягом року живлення лиману підземними водами з боків західного і східного схилів.

Для розрахунків припливів ґрунтових вод заплави в бік лиману виконана схематизація фільтраційної будови заплави, яка

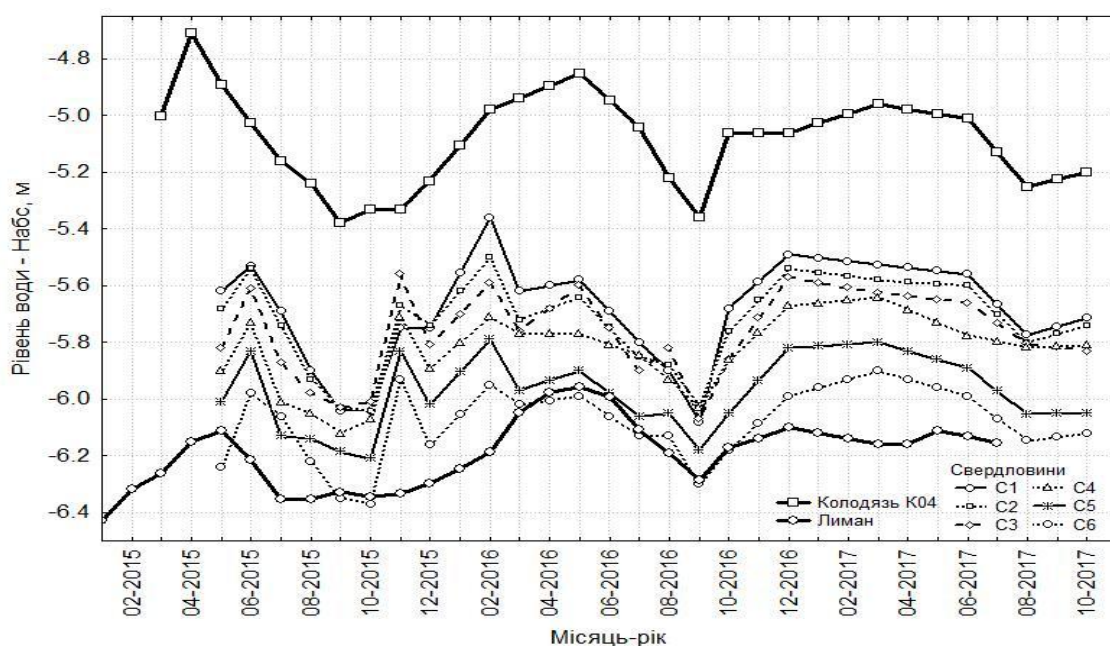


Рис. 3 – Зміни рівнів (в відмітках БС) ґрунтових вод в спостережних свердловинах створу 1

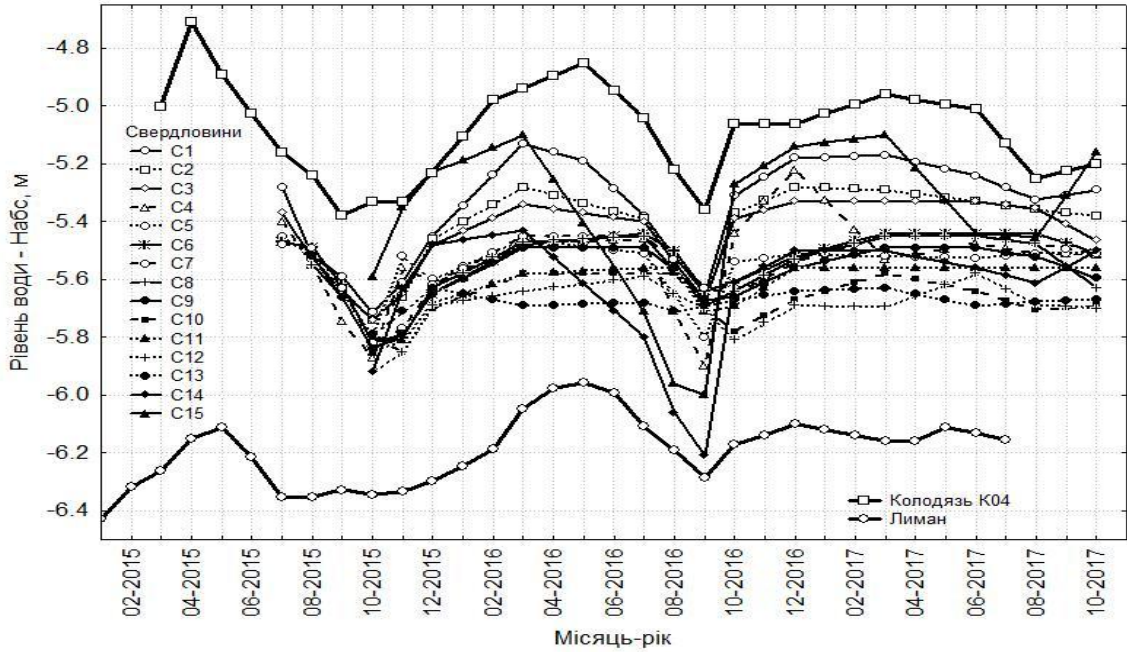


Рис. 4 – Зміни рівнів (в відмітках БС) ґрунтових вод в спостережних свердловинах створу 2

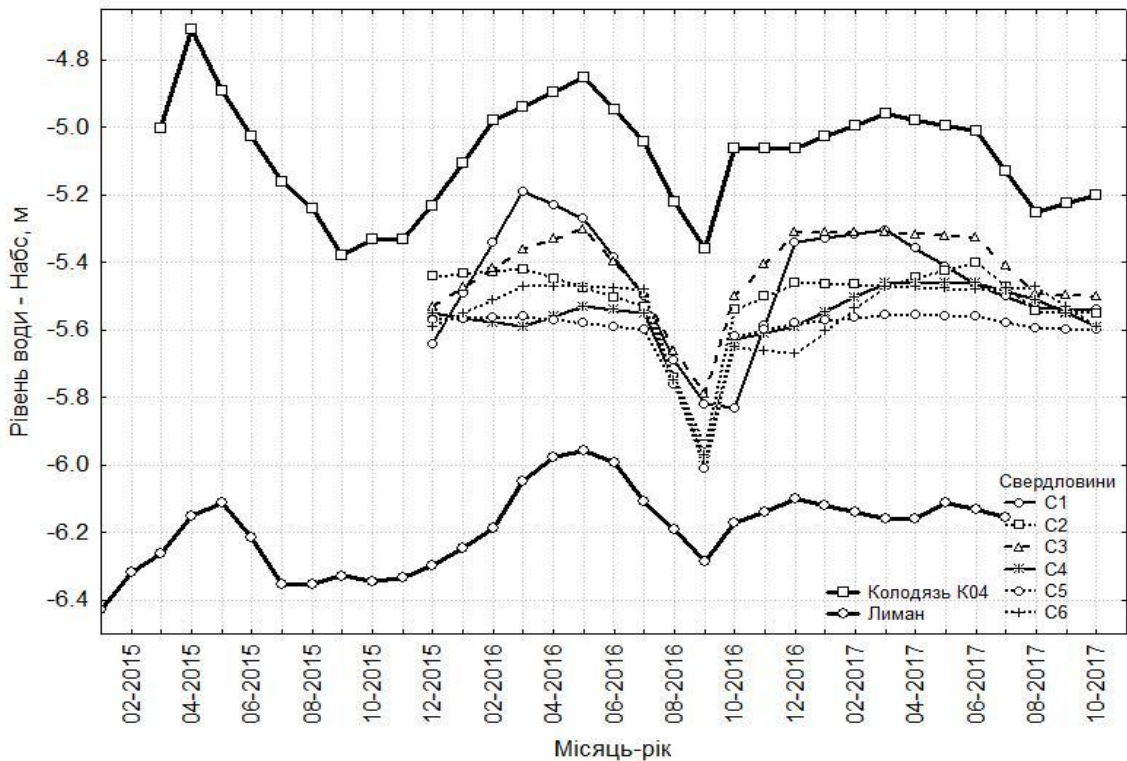


Рис. 5 – Зміни рівнів (в відмітках БС) ґрунтових вод в спостережних свердловинах створу 3

складається з двох шарів на водотривкій основі – ерозійному вирізі відкладів верхньосарматського підрегіоярису. Верхній шар – мулові відклади потужністю до 4,0 м з мінімальним коефіцієнтом фільтрації 0,005 м/добу. Нижній шар потужністю до 11,0 м – алювіальні замулені середньо- і грубозернисті піски прарусла ріки Куяльник потужністю 8 – 11 м з мінімальним ко-

ефіцієнтом фільтрації 1,0 м/добу. Розрахункове значення коефіцієнту фільтрації K отримано як середньозважене за потужністю виділених шарів і дорівнює 0,73 м/добу.

Розрахунок питомого припливу ґрунтових вод заплави виконано на прикладі створу 2 довжиною 1375,23 м, який повністю пересікає осушену заплаву лиману і об'єднаний 15 спостережними свердловинами

розташованими на відстані 60 – 170 м одна від одної (рис. 2). Абсолютні відмітки (БС) рельєфу заплави в межах створу змінюються від -4,67 м (свердловина К02-С1) з боку західного берегу лиману до мінімальних на ділянці тальвегу – -5,63 м (свердловина К02-С13) і далі підвищуються до -5,1 м (свердловина К02-С15) на східному боці заплави. Аналіз просторового розподілу рівнів ґрунтових вод в свердловинах вздовж створу показує, що їх значення знижуються від західної і східної границь створу в бік тальвегу заплави, де розташована свердловина К02-С13. Такий розподіл уклонів поверхні ґрунтових вод свідчить про наявність західного і східного потоків ґрунтових вод заплави і потребує відокремленого визначення їх припливів.

За результатами розрахунків встановлено, що динаміка питомих витрат ґрунтових вод заплави має добре виражений сезонний характер. Максимальні витрати припадають на грудень-березень, мінімальні – на червень-серпень. Зимово-весняне і літнє живлення лиману з боку західного берегу (q_1) не має значних відмінностей, в той час як живлення з боку східного берегу (q_2) у зимово-весняний період перевищує літнє живлення в 4 – 5 разів (рис. 6). Враховуючи, що для розрахунків обсягів живлення лиману ґрунтовими водами заплави найбільше значення мають витрати ґрунтових вод заплави зимово-весняного періоду питоми витрати $q_{sum} = 0,028 \text{ м}^3/\text{добу}$ прийняті як середні за грудень-березень 2015-2016 і 2016-2017 років.

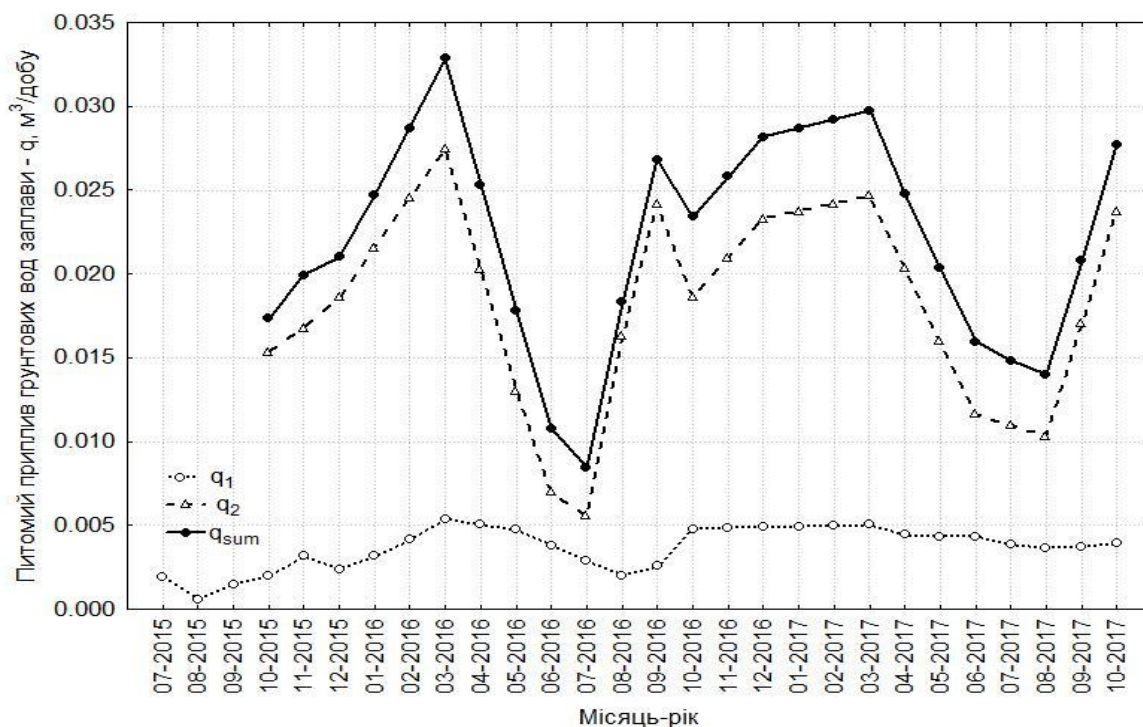


Рис. 6 – Зміни питомого припливу ґрунтових вод заплави в лиман з боку західного (q_1), східного (q_2) берегів і сумарний (q_{sum})

Оцінка витрат підруслового стоку заплави лиману. В районі с. Северинівка долина ріки В. Куяльник вливається в долину лиману Куяльник. Біля насипної дамби, яка відокремлює долину закінчується спрямлене русло р. В. Куяльник, воно розділюється на декілька рукавів і губиться в заплаві, яка рідко має водний покрив (в найбільш багатоводні роки). Найбільш мілководною являється північна частина лиману. Улоговина лиману має коритоподібну

форму і характеризується плавним набором глибини від берегової лінії до тальвегу лиману. Дно лиману широке, пологіе і рівне з нахилом в південному напрямку. По осьовій лінії нарощування глибини відбувається повільно з півночі на південний схід і південь. В посушливі роки верхня частина лиману пересихає, зустрічаються тільки сліди зволоження і не завжди пов'язані між собою заповнені водою ділянки русла (тальвеги) заплави і дна лиману.

В районі розташування 3-го створів гідрогеологічних свердловин заплава поділена островом на два рукави – західний і східний. В межах цього створу мінімальним абсолютним відміткам західного рукава русла відповідає свердловина K03-C2, а східного – свердловина K03-C5. Сухі або тимчасово заповненні водою рукава русел простежуються між створами 2 і 3 у вигляді лінійних ділянок понижень в рельєфі заплави – тальвегів. Вздовж 2-го створу продовження західного рукава русла в південному напрямку співпадає з ділянкою розташування свердловини K02-C7, а східного – зі свердловиною K02-C13 (рис. 2).

Нахил дзеркала ґрунтових вод вздовж осевих ліній західного і східного тальвегів заплави розраховувався за результатами синхронних замірів рівня в свердловинах K03-C2 - K02-C7 і K03-C5 - K02-C13. Розрахунки питомих витрат підруслового стоку, які виконувались окремо для західного (q_{r1}) і східного (q_{r2}) тальвегів заплави, вказують на наявність їх від’ємних величин

(рис. 7). За фізичним змістом це означає, що поверхневі води лиману втрачалися на живлення ґрунтових вод заплави, рух яких в окремі періоди набував зворотного напрямку. Одночасно проявом такого процесу являються втрати вод лиману на насичення мулів заплави і особливо в найбільших обсягах її західної ділянки, де питомі витрати підруслового стоку лише в зимові сезони набувають позитивних значень.

В межах всієї ширини заплави найбільші втрати вод лиману спостерігалися в липні-вересні 2016 року, коли за даними гідрогеологічних спостережень відбувається зміна нахилу дзеркала ґрунтових вод між 2 і 3 створами свердловин на зворотній (нахил на північ). Така ситуація означає, що в цей період живлення підруслового стоку відбувається тільки за рахунок втрат поверхневих вод лиману. Починаючи з жовтня місяця відновлюється живлення підруслового стоку і він починає постачати воду в лиман.

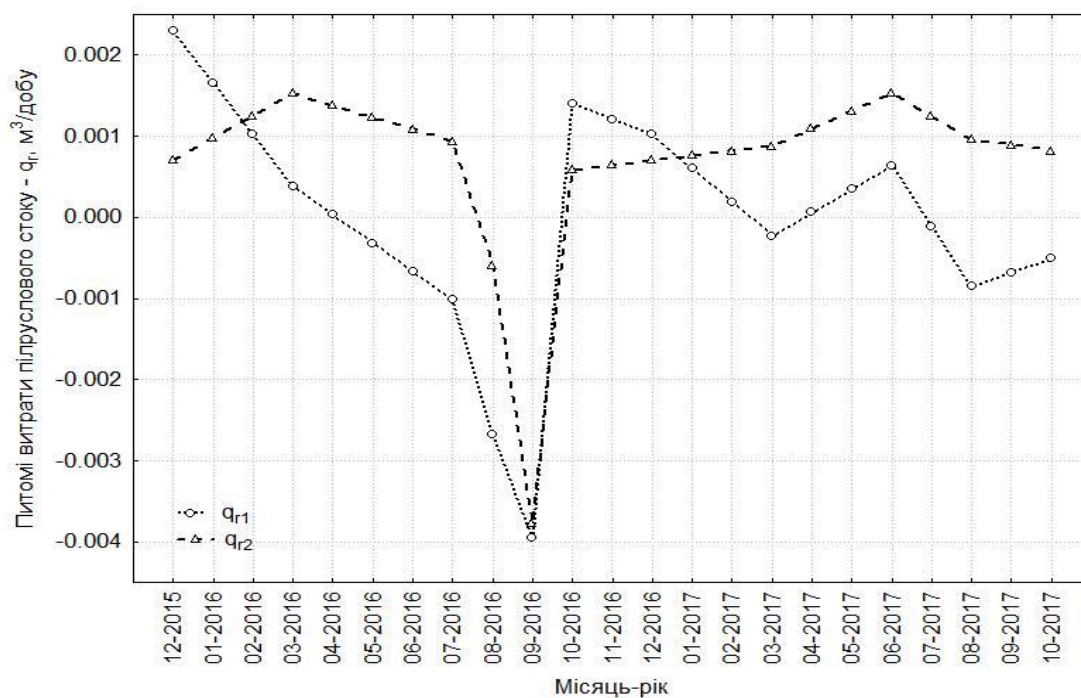


Рис. 7 – Зміни питомих витрат підруслового стоку під західним (q_{r1}) і східним (q_{r2}) тальвегами заплави лиману

Подальша динаміка змін витрат питомих витрат підруслового стоку свідчить про те, що в 2017 році живлення лиману відбувалося за рахунок підруслового стоку східної сторони заплави. Разом з тим, наявність відносного збільшення витрат підруслового

стоку під обома тальвегами в червні 2017 року вказує на існування додаткового живлення, можливо за рахунок субквального розвантаження водоносного горизонту з відкладів верхньосарматського підрегіонарусу [6, 15, 16].

Таким чином результати розрахунків підруслового стоку в верхів'ях лиману вказують на те, що в останні роки він практично не витрачається на живлення лиману, навіть більш того, в окремі періоди відбуваються втрати води з лиману на формування підруслового стоку зворотного напрямку.

Оцінка витрат потоків підземних вод, які поступають з бортів долини лиману. Водоносний горизонт у середньо-верхньочетвертинних еолово-делювіальних відкладах вододільної рівнини має спорадичне розповсюдження і вільну поверхню. Водомісткими є легкі суглинки і середні лесовидні суглинки. Водотривами являються тяжкі суглинки і червоно-бурі глини верхньопліоценового віку. Глибина залягання знаходиться в діапазоні 3 – 8 м В зв'язку з відсутністю даних режимних спостережень за рівнем цього водоносного горизонту в межах Куяльницького лиману для оцінки його витрат використано дані режимних спостережень на аналогічних ділянках узбережжя інших лиманів, моря і зрошувальних територій. За даними багаторічних спостережень рівнів і припливів в бік схилів Хаджибейського, Сухого, Малого Аджаликського лиманів, і дренажних споруд Одеського узбережжя питомий приплив водоносного горизонту, що міститься в еолово-делювіальних відкладах вододільної рівнини, складає 0,02 – 0,07 м³/добу на 1пм узбережжя і залежить від його потужності і фільтраційних властивостей лесових порід. Враховуючи, що в межах Куяльницького лиману потужність цього водоносного горизонту дещо менше, ніж на вибраних аналогічних ділянках, його мінімальні витрати мають складати близько 0,02 м³/добу на 1пм узбережжя лиману.

Серед водоносних горизонтів верхньої частини гідрогеологічного розрізу водоносний горизонт в відкладах понтичного регіонарусу має найбільш широке розповсюдження і виходить на денну поверхню схилів лиману у вигляді численних джерел на відмітках 4 - 5 м. Водомісткими є оолітово-черепашково-детритусові вапняки. Його мінімальна водообільність в 10 – 20 разів перебільшує водообільність водоносного горизонту еолово-делювіальних відкладах. На відстані 15 – 20 км від узбережжя моря, там де відклади понтичного регіонарусу прорізується природними дренами питомий

приплив водоносного горизонту складає 0,25 – 1,0 м³/добу на 1пм, а в береговій зоні досягає 2,0 – 3,0 м³/добу на 1пм. Дебіти джерел і колодязів в долині лиману досягають 10 – 20 м³/добу. Про розвантаження понтичного горизонту з корінного схилу лиману свідчить також наявність зсувних процесів, прояв яких при відсутності абразії берегів і досить пологих схилах повинен бути значно меншим. Узагальнення даних щодо питомих припливів понтичного водоносного горизонту на інших ділянках вказують на те, що його мінімальні обсяги надходження з бортів лиману мають складати близько 0,15 м³/добу на 1пм.

Водоносний горизонт у відкладах куяльницького ярусу відомий тільки в балочних колодязях. Горизонт безнапірний, розповсюджений в вигляді лінз, дренається долинами балок і Куяльницьким лиманом. Дебіт колодязів незначний. Враховуючи незначні ресурси водоносного горизонту, його впливом на живлення лиману можливо знехтувати.

Оцінка витрат потоку ґрунтових вод з боку моря скрізь алювіальні лиманно-морські відклади Куяльницької частини пересипу. Пересип Хаджибейського і Куяльницького лиманів утворюють єдину акумулятивну форму довжиною 8 км і шириною від 1,7 км у створі Куяльницького лиману до 4,5 км у створі Хаджибейського лиману. На ділянці Куяльницької частини пересипу підземні води першого від поверхні горизонту локалізуються в 2-х шарах різнозернистих мулових пісків на глибинах 1,2 - 10,0 і 24,0 - 32,0 м, утворюючи своєрідний водоносний пласт-смугу. Функцію водотривкого розділяючого «екрану» (з численними пісковими «вікнами») на глибинах 10,0 - 24,0 м виконують в'язкі пластичні мули. Нижнім водотривким шаром на глибинах 32 – 40 м є зеленувато-сірі глини верхньосарматського підрегіонарусу верхнього міоцену.

На території пересипу рівні ґрунтових вод встановлюються на глибинах 0,3 - 2,0 м; амплітуди річних коливань рівня складають 0,3 - 1,3 м. Підземні води в нижньому шарі пісків мають слабконапірні властивості. На ділянці пересипу, що примикає до Куяльницького лиману, режим ґрунтових вод визначається винятково гідравлічним зв'язком з морем і лиманом. Відмітки поверхні землі і відмітка дзеркала води в Куяль-

нищому лимані, що суттєво нижче рівня моря, визначають напрямок фільтраційного потоку, в основному, убік лиману.

Для розрахунків фільтрації морських вод бік лиману виконана схематизація фільтраційної будови пересипу, яка має трьохшарову будову на водотривкій основі. Верхній шар – різнозерністі мулові піски потужністю 10,0 м з мінімальним коефіцієнтом фільтрації 1,0 м/добу [17]. Середній шар потужністю до 14,0 м – лиманно-морські мули з мінімальним коефіцієнтом фільтрації 0,005 м/добу. Нижній шар – різнозерністі мулові піски потужністю 16,0 м з мінімальним коефіцієнтом фільтрації 1,0 м/добу. Розрахункове значення коефіцієнту фільтрації отримано як середньозважене за потужністю виділених шарів і дорівнює $K = 0,6$ м/добу. За результатами розрахунків питомий приплив морських вод скрізь акумулятивну форму пересипу в лиман буде складати $0,11$ м³/добу на 1пм.

Оцінка живлення Куяльницького лиману підземними водами. Отримані на основі результатів гідрогеологічних спостережень розрахункові середні питомі витрати водоносних горизонтів дозволили оцінити середні щорічні обсяги складових підземного живлення Куяльницького лиману у 2016 – 2017 рр.

1. Приплив ґрунтових вод заплави у зимово-весняний період (грудень-березень) з врахуванням довжини лиману (≈ 20 км) складав:

$$Q_{\text{запл}} = (0,029 \text{ м}^3/\text{добу} * 20000 \text{ м}) * 120 \text{ діб} = 69600 \text{ м}^3;$$

1. В верхів'ях Куяльницького лиману вперше облаштована мережа гідрогеологічних спостережних свердловин для вивчення особливостей і встановлення закономірностей формування гідродинамічного режиму і припливів в лиман ґрунтових вод заплави.

2. Детальний аналіз динаміки рівнів ґрунтових вод заплави за період 2015-2017 рр. свідчить про те, що їх природний режим характеризується двома екстремальними положеннями — весняним максимумом (лютий - квітень) і літнім-осіннім мінімумом (липень-вересень) з амплітудами рівнів 0,4 – 0,7 м, які відповідають діапазону змін рівнів в колодязях і лимані. Це вказує на

2. Приплив четвертинного і понтичного водоносних горизонтів з бортів долини лиману з врахуванням довжини західного і східного берегів (≈ 40 км) складав

$$Q_{\text{сх}} = (0,02 \text{ м}^3/\text{добу} + 0,15 \text{ м}^3/\text{добу}) * 40000 \text{ м} * 365 \text{ діб} = 2482000 \text{ м}^3.$$

3. Приплив морських вод скрізь пересип лиману з врахуванням довжини Куяльницької частини пересипу ($\approx 1,7$ км) складав:

$$Q_{\text{пр}} = 0,11 \text{ м}^3/\text{добу} * 1700 \text{ м} * 365 \text{ діб} = 68255 \text{ м}^3.$$

4. Приплив за рахунок субаквального розвантаження водоносного горизонту у відкладах верхньосарматського підрегіонарусу з врахуванням площі водної поверхні лиману ($\approx 40 - 50$ км²) складав [6]:

$$Q_{40} = 0,00029 \text{ м}^3/\text{добу} * 40 * 10^6 \text{ м}^2 * 365 \text{ діб} = 4234000 \text{ м}^3;$$

$$Q_{50} = 0,00029 \text{ м}^3/\text{добу} * 50 * 10^6 \text{ м}^2 * 365 \text{ діб} = 5292500 \text{ м}^3.$$

Таким чином, середній річний загальний обсяг живлення Куяльницького лиману підземними водами в 2016-2017 рр знаходився в діапазоні від 6853855 до 7912355 м³. Такий обсяг живлення є еквівалентом підйому рівня лиману приблизно на 17 - 20 см. Важливо підкреслити, що всі розрахунки отримані для умов використання мінімальних значень параметрів фільтраційних властивостей порід і реальних гідрогеодинамічних показників режиму підземних вод і рівня води в лимані. В порівнянні з обсягами лиману у 2016 році 15 - 20 млн. м³ [4] обсяг підземного живлення лиману складає біля 35 - 50 %, що значно перевищує загальноприйняті 1 – 2 % [1 - 5].

Висновки

тісний гідравлічний зв'язок між ґрунтовими водами заплави і поверхневими лиману, а також на живлення лиману з боків західного і східного схилів. Зимово-весняні і літні питомі припливи ґрунтових вод з боку східного берега лиману перевищують припливи з боку західного в 4 – 5 разів і знаходиться в діапазоні 0,01 – 0,03 м³/добу на 1 пм.

3. Результати розрахунків підруслового стоку під осушеною частиною заплави в верхів'ях лиману вказують на те, що в останні роки він практично не витрачається на живлення лиману, а в посушливі періоди року відбуваються втрати води з лиману на

формування підруслового стоку зворотного напрямку.

4. Використання і узагальнення даних щодо питомих припливів підземних вод по ділянкам-аналогам інших лиманів і морського узбережжя свідчать про те, що мінімальні обсяги надходження підземних вод з бортів долини лиману (водоносні горизонти в еолово-делювіальних відкладах середнього та верхнього плейстоцену вододільної рівнини, куяльницького ярусу і понтичного регіоярусу) складають близько 0,15 м³/добу на 1пм.

5. За даними багаторічних гідрогеологічних спостережень на ділянці пересипу, що примикає до Куяльницького лиману, режим ґрунтових вод визначається винятково їх гідравлічним зв'язком з морем і лиманом. За результатами розрахунків питомих припливів морських вод скрізь акумулятивну форму пересипу в лиман складають близько 0,11 м³/добу на 1пм.

6. Отримані на основі результатів гідрогеологічних спостережень розрахункові середні питомі витрати водоносних горизонтів дозволили оцінити сумарний обсяг складових підземного живлення Куяльницького лиману в 2016 – 2017 рр. З врахуванням отриманих нами раніше [6]

обсягів субаквального розвантаження водоносного горизонту у відкладах верхньо-сарматського підрегіоярусу верхнього міоцену і в залежності від довжини і площі водної поверхні лиману, середній річний загальний обсяг живлення Куяльницького лиману підземними водами в 2016 -2017 рр знаходився в діапазоні від 6,8 – 7,9 млн м³. Такий обсяг живлення значно перевищує загальноприйняті 1 – 2 %.

7. При оцінці водного балансу Куяльницького лиману разом з традиційними чинниками формування його гідрологічного режиму (атмосферні опади, річковий і боковий стік, випар) необхідно враховувати просторово-часові зміни обсягів всіх складових підземного живлення лиману.

Автори висловлюють подяку співробітникам Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень Одеського національного університету імені І.І. Мечникова Піцику В.З., Абакумову О.М. за велику допомогу в облаштуванні дослідницьких свердловин і виконанні експедиційних досліджень, а також співробітнику Центру інженерних досліджень В.К. Проніну за допомогу в геодезичній прив'язці свердловин.

Література

1. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья / В. В. Адабовский В. Н. Большаков, Е. Д. Гопченко ; отв. ред.: Ю. С. Тучковенко, Е. Д. Гопченко ; Одесский гос. экологический ун-т. – Одесса : ТЭС, 2012. – 223 с.
2. Адабовский В.В., Богатова Ю.И. Особенности современного гидролого-гидрохимического режима Куяльницкого лимана и прогнозная оценка его составляющих в условиях возможного пополнения водоема морскими и пресными водами. *Український гідрометеорологічний журнал* 2013. №3. С.127-137.
3. Эннан А. А., Шихалеев И. И., Шихалеева Г. Н., Адабовский В. В., Кирюшкина А. Н. Причины и последствия деградации Куяльницкого лимана (северо-западное Причерноморье, Украина). *Вісн. Одес. нац. ун-ту. Хімія*. 2014. 19, вип. 3. С. 60-69.
4. Водний режим та гідроекологічні характеристики Куяльницького лиману: Монографія / За ред. Н. С. Лободи, Є. Д. Гопченка. Одеса : ТЕС, 2016. 332 с.
5. Геоэкологический анализ ситуации и разработка схем мероприятий по улучшению водно-солевого режима Куяльницкого лимана. *Отчет о научно-исследовательской работе*. Под ред. Г.И. Швевса. Одесский государственный университет имени И.И. Мечникова. Одесса, 1995. 195 с.
6. Черкез Є.А., Медінець В.І., Тюреміна В.Г., Праведний В.М. Оцінка обсягів субаквального живлення Куяльницького лиману підземними водами. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2017. № 3-4 (28). В друці
7. Медінець В.І. Біологічні наслідки поповнення Куяльницького лиману морською водою з Одеської затоки / В.І. Медінець, Н.В. Ковальова, Н.В. Дерезюк, С.М. Снігирьов, Є.А. Черкез, С.В. Медінець, Є.І. Газетов // *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2017. № 1-2 (27). С. 35-51.
8. Камзіст Ж.С., Шевченко О.Л. Гідрогеологія України. Навчальний посібник. Київ: Фірма «ІНКОС», 2009. 614 с.
9. Геология шельфа УССР. Лиманы / Молодых И.И., Усенко В.П., Палатная Н.Н. и др. – Киев: Наук. думка, 1984 – 176 с.

10. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины: Водообмен в нарушенных условиях / Шестопалов В.М., Огняник Н.С., Дробноход Н.И. и др; Отв. ред. Шестопалов В.М.; АН УССР. Ин-т геологических наук. Киев : Наук. Думка, 1991. 528 с.
11. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины: Методы изучения водообмена / Шестопалов В.М., Огняник Н.С., Дробноход Н.И. и др; Отв. ред. Шестопалов В.М.; АН УССР. Ин-т геологических наук. Киев : Наук. Думка, 1991. 272 с.
12. Гончар Г.Я. Північно-західна частина Чорного моря – область розвантаження підземних вод. Геологія узбережжя і дна Чорного та Азовського морів в межах УРСР. Видавництво Київського університету. Вип. 5. 1972. С 91-96.
13. Гончар Г.Я. Гідродинамічні та гідрохімічні градієнти підземних вод північно-західного Причорномор'я. Геологія узбережжя і дна Чорного та Азовського морів в межах УРСР. Видавниче об'єднання «Вища школа». Вип. 8. Київ. 1975. С 67-73.
14. Гидрогеология. Под ред. В.М. Шестакова и М.С. Орлова. – М., Изд-во МГУ, 1984. 317 с.
15. Черкез Е.А., Шмуратко В.И., Вахрушев О.А. Ротационно-фильтрационная модель водного баланса Куяльницкого лимана. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції "Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення" 12-14 вересня 2012 р. Україна, м.Одеса. ОДЕКУ. 2012. С. 47 – 51.
16. Ротационная динамика и уровни воды Куяльницкого лимана и верхнесарматского водоносного горизонта / В.В. Додин, А.Р. Погосян, В.Н.Праведный, Е.А. Черкез, В.И. Мединец, О.А. Буняк // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції "Лимани північно-західного Причорномор'я: сучасний гідроекологічний стан, проблеми водного та екологічного менеджменту та шляхи їх вирішення" 1-3 жовтня 2014 р.– Одеса: ОДЕКУ, 2014.С. 75-77.
17. Семенов В.Г. Эксплуатационная разведка и переоценка запасов лечебно-столовых вод «Куяльник» Куяльницкого месторождения в Одесской области. Причорномор ДРГП, м.Одеса, 1999. 352 с.

References

1. Adabovskiy V.V., Bolshakov V.N., Gopchenko Ye.D. (2012). Aktualnye problemy limanov severozapadnogo Prichernomor'ya. [Urgent problems of estuaries in the north-western Black Sea region]. Odessa. 223 [in Russian].
2. Adabovskiy, V.V., Bogatova, Yu.I. (2014). Osobennosti sovremennogo gidrologo-gidrohimicheskogo rezhima Kuyal'nitskogo limana i prognoznaya otsenka ego sostavlyayuschikh v usloviyakh vozmozhnogo popolneniya vodoyoma morskimi i presnymi vodami [Features of modern hydrological and hydrochemical regime of the Kuyalnik Estuary and forecast of its constituents under conditions of possible refilling of the water-body with marine or fresh water]. Ukrainian hydrometeorological magazine. 3. 127-137. [in Russian].
3. Ennan, A.A., Shikhaleeva, I.I., Adobovskiy, V.V., Kiryushkina, A.N.. (2014). Prichiny i posledstviya degradatsii Kuyal'nitskogo limana (severo-zapadnoe Prichernomor'ye, Ukraina). [Reasons and consequences of the Kuyalnik Estuary degradation] Odessa National University Herald. Chemistry. 3. 60-69 [in Russian].
4. Loboda, N.S., Gopchenko, Ye.D. (2016). Vodnyi rezhim ta gidroekologichni kharakterystyky Kuyal'nitskogo lymanu. Monograph. [Water regime and hydroecological characteristics of the Kuyalnik Estuary]. Odessa. 332 [in Ukrainian].
5. Shwebs, G.I. (1995). Geoekologicheskii analys situatsii i razrabotka schem meropriyatiy po uluchsheniyu vodno-solevogo regima Kuyal'nitskogo limana. [Geoecological analysis of situation and development of water-salt regime of Kuyalnik estuary improvement actions]. Odessa State I.I. Mechnikov University: Odessa. 195 [In Russian].
6. Cherkez, Ye.A., Medinets, V.I., Tyuremina, V.G., Pravednyi, V.M. (2017). Otsinka obsyagiv subakvalnogo zhivlennya Kuyal'nitskogo lymanu pidzemnymi vodami [Estimation of volume of subaqueal inflow of groundwater into the Kuyalnik Estuary]. Man and environment. Issues of neoecology. 3-4(28). In press. (in Ukrainian).
7. Medinets, V.I., Kovalova ,N.V., Derezyuk, N.V., Snigirov, S.M., Medinets, S.V., Gazyetov, Ye.I. (2017). Biologichni naslidky popovnennya Kuyal'nitskogo lymanu morskoyu vodoyu z Odeskoyi zatoky [Biological consequences of the Kuyalnik Estuary refilling with marine water from Odessa Bay]. Man and environment. Issues of neoecology. 1-2(27). 35-51 [in Ukrainian].
8. Kamzist, Zh.S., Shevchenko, O.L. (2009). Gidrogeologiya Ukrainy. Navchalnyi posibnyk [Hydrogeology of Ukraine. Learning guide]. Kyiv. 614 [in Ukrainian].
9. Geologiya shelfa USSR. Limans (1984). Molodykh I.I., Usenko V.P., Palatnaya N.N. et al. [Geology of the shelf of Ukrainian SSR. Estuaries]. Kyiv. 176 [in Russian].
10. Vodoobmen v gidrogeologicheskikh strukturah Ukrainy: Vodoobmen v narushennykh usloviyakh (1991) Shestopalov V.M., Ognyanik N.S., Drobnohod N.I. et al. [Water exchange in hydrogeological structures of Ukraine : Water exchange under damaged conditions]. Kyiv. 528. [in Russian].
11. Vodoobmen v gidrogeologicheskikh strukturah Ukrainy: Metody izucheniya vodoobmena (1991) Shestopalov

- V.M., Ognyanik N.S., Drobnokhod N.I. et al. [Water exchange in hydrogeological structures of Ukraine : Water exchange under damaged conditions]. Kyiv. 272. [in Russian].
12. Gonchar, G.Ya. (1972) Pivnichno-zakhidna chastyna Chornogo morya – oblast rozvantazhennya pidzemnykh vod [North-western Black Sea – area of groundwater discharge]. Geology of coast and bottom of the Black and Azov Seas within the Ukrainian SSR boundaries. Kyiv. 5. 91-96 [in Ukrainian].
 13. Gonchar, G.Ya. (1975) Gidrodinamichni ta gidrokhimichni gradiyenty pidzemnykh vod pivnichno-zakhidnogo Prichornomorya [Hydrodynamic and hydrochemical gradients of groundwater in the north-western Black Sea area]. Geology of coast and bottom of the Black and Azov Seas within the Ukrainian SSR boundaries. Kyiv. 8. 67-73 [in Ukrainian].
 14. Shestakov, V.M., Orlov, M.S. (1984). Gidrogeologiya. [Hydrogeology]. M. 317 [in Russian].
 15. Cherkez, Ye.A., Shmuratko, V.I., Vakhrushev O.A. (2012) Rotatsionno-filtratsionnaya model vodnogo balansu Kuyalnitskogo limana [Rotation and filtration model of the Kuyalnyk Estuary water balance]. Materials of all-Ukrainian scientific and practical conference “Estuaries of the north-western Black Sea area: urgent hydroecological problems and the ways to solve them”. Odessa. 47-51 [in Russian].
 16. Dodin, V.V., Pogosyan, A.R., Pravednyi, V.N., Cherkez, Ye.A., Medinets, V.I., Bunyak, O.A. (2014). Rotatsionnaya dinamika i urovni vody Kuyalnitskogo limana i verkhnesarmatskogo gorizonta. [Rotation dynamics and water levels of the Kuyalnyk Estuary and the Upper-Sarmatian Aquifer]. Materials of all-Ukrainian scientific and practical conference “Estuaries of the north-western Black Sea area: current hydroecological situation, problems of water and environmental management and the ways to solve them”. Odessa. 75-77 [in Russian].
 17. Semenov, V.G. (1999). Ekspluatatsionnaya razvedka i pereotsenka zapasov lechebno-stolovykh vod ‘Kuyalnik’ Kuyalnitskogo mestorozhdeniya v Odesskij oblasti [Working exploration and re-assessment of stock of medicinal and table water ‘Kuyalnyk’ of the Kuyalnitskoye deposit in Odessa region]. Report. PrichornomorDRGP. Odessa. 352. (In Russian).

Надійшла до редколегії 17.08.2017

УДК 579.68(504.454)

Н. В. КОВАЛЬОВА, канд. біол. наук, с.н.с., **В. І. МЕДІНЕЦЬ**, канд. фіз.-мат. наук, с.н.с.,
С. В. МЕДІНЕЦЬ, д-р природ. наук, **О. П. КОНАРЕВА**, **І. Є. СОЛТІС**

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
пров. Маяковського 7, м. Одеса, 65082, Україна,
e-mail: n.kovaleva@onu.edu.ua

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ БАКТЕРІОПЛАНКТОНУ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ В 2015-2017 РР.

Мета. Вивчення змін чисельності бактеріопланктону в водах Куяльницького лиману в 2015-2017 рр. під впливом абіотичних факторів в умовах контрольованого експерименту по заповненню лиману морською водою. **Методи.** Метод прямого підрахунку мікроорганізмів під мікроскопом. **Результати.** Чисельність бактеріопланктону Куяльницького лиману змінювалася в дуже широких межах ($1,4 \cdot 10^6$ кл/мл - $140 \cdot 10^6$ кл/мл) і на 1-2 порядки перевищувала значення в морських водах і прісноводних джерелах, які впадають до лиману. Динаміка дворічного ряду спостережень показала різкі зміни кількості бактеріопланктону в лимані, де його чисельність зменшилася в 2016 р. по зрівнянню с 2015 р. в середньому в 2,2 рази.. Розподіл ЧБ у воді лиману показав кількісну перевагу в придонному шарі, що свідчить про надходження мікроорганізмів до водного шару з донних відкладень. **Висновки.** Різкі зміни ЧБ у водах Куяльницького лиману, на нашу думку, були пов'язані з декількома факторами: з одного боку інтенсивний розвиток архей в 2015 р. міг бути спровокований змінами умов середовища у зв'язку з заповненням лиману морською водою, з іншого боку - різке зменшення кількості мікроорганізмів в 2016 р. було викликано випадінням гіпсу і утворенням гіпсової кірки на дні, що на деякий час практично припинило всі обмінні процеси на межі вода-дно.

Ключові слова: бактеріопланктон, мікроорганізми, бактерії, Куяльницький лиман

Kovalova N. V., Medinets V. I., Medinets S. V., Konareva O. P., Soltys I. E.

Odessa I.I.Mechnikov National University

CHARACTERISTICS OF BACTERIOPLANKTON IN THE KUYALNYK ESTUARY DEVELOPMENT IN 2015-2017

Purpose. To study changes in the Kuyalnik Estuary bacterioplankton number in 2015-2017 under the influence of abiotic factors in conditions of controlled experiment consisting at the estuary refilling with marine water. **Methods.** Number of microorganisms in the Kuyalnik Estuary and the adjacent water-bodies/watercourses has been studied. Method of direct count of microorganisms under microscope has been used. **Results.** Bacterioplankton number in the Kuyalnik Estuary varied within very broad limits ($1.4 \cdot 10^6$ cell/ml - $140 \cdot 10^6$ cell/ml); it was 1-2 orders of magnitude higher than in marine water and fresh watercourses entering the estuary. Dynamics of the two years' set of observations has shown sharp changes of bacterioplankton number in the estuary; in 2016 it decreased in the average 2.2 times compared with 2015. Bacterioplankton number distribution in the estuary has shown quantitative prevalence in the bottom layer, which evidences arrival of microorganisms into the bottom layer from bottom sediment. **Results.** To our mind the sharp changes in bacterioplankton number in the Kuyalnik Estuary were connected with several factors: on one hand intensive archaea development in 2015 could have been provoked by the changes in the environment caused by the estuary refilling with marine water; on the other hand, sharp decrease in microorganisms number in 2016 were caused by gypsum sedimentation and gypsum crust forming on the estuary floor, which practically suspended all the exchange processes between water and the bottom for some time.

Key words: bacterioplankton, microorganisms, bacteria, Kuyalnik Estuary

Ковалева Н. В., Медінец В. І., Медінец С. В., Конарева О. П., Солтис І. Є.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНА В 2015-2017 ГГ.

Цель. Изучение изменений численности бактериопланктона в водах Куяльницкого лимана в 2015-2017 гг. под влиянием абиотических факторов в условиях контролируемого эксперимента по заполнению лимана морской водой. **Методы.** Метод прямого подсчета микроорганизмов под микроскопом. **Результаты.** Численность бактериопланктона Куяльницкого лимана изменялась в очень широких пределах ($1,4 \cdot 10^6$ кл/мл - $140 \cdot 10^6$ кл/мл) и на 1-2 порядка превышала значения в морских водах и пресно-

© Ковальова Н. В., Медінец В. І., Медінец С. В., Конарева О. П., Солтис І. Є., 2017

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2017-17-02>

водних источниках, впадаючих в лиман. Динаміка двухлетнего ряду наблюдений показала різкі зміни кількості бактеріопланктону в лимані, де його чисельність зменшилась в 2016 г. по порівнянню з 2015 г. в середньому в 2,2 рази. Розподіл ЧБ в воді лиману показав кількісний переобладнання в придонному шарі, що свідчить про надходженні мікроорганізмів в водний шар з донних відкладень. **Висновки.** Різкі зміни ЧБ в водах Куяльницького лиману, по нашому мненню, були пов'язані з кількома факторами: з однієї сторони інтенсивне розвиток архей в 2015 г. могло бути спровоковано змінами умов середовища в зв'язі з заповненням лиману морською водою, з іншої сторони - різке зменшення кількості мікроорганізмів в 2016 г. було викликане випаденням гіпсу та утворенням гіпсової корки на дні, що на якийсь час практично припинило всі обмінні процеси на межі вода-дно.

Ключові слова: бактеріопланктон, мікроорганізми, бактерії, Куяльницький лиман

Вступ

Відомо [1], що бактерії є одним з найважливіших елементів біоценозу водної екосистеми, відповідаючи за процеси трансформації (утилізації та мінералізації) органічної речовини. Гіперсолоним водоймищем притаманна специфічна галофільна мікрофлора, що може функціонувати в широкому діапазоні солоності [2]. Сучасна систематика бактерій відносить галофільні прокариоти до двох доменів: Archaea і Bacteria. Їх метаболічне різноманіття включає аеробних і анаеробних фототрофів, аеробних гетеротрофів, денітрифікаторів, сульфатредукторів, метаногенів [3]. Окремі мікробіологічні дослідження Куяльницького лиману проводилися в минулому біля 70 років тому Рубенчиком [4] і Л. Б. Ісаченко [5] та включали визначення біогеохімічних процесів, що пов'язані з циклами вуглецю, азоту та сірки. При цьому загальна чисельність мікроорганізмів не визначалася. Але за літературними даними відомо, що в гіперсолоних водоймищах при порівняно низькій різноманітності спостерігається дуже висока щільність мікроорганізмів [6]. Наприклад, за даними багаторічних досліджень галофільних мікроорганізмів в Мертвому морі, щільність угруповання архей періодично досягала $3,5 \cdot 10^7$ кл/мл, що надавало червоне забарвлення воді із-за високого вмісту бактеріоруберіну в їх клітинах [7]. Велика кількість червоних архей ($4,0 \cdot 10^7$ - $4,0 \cdot 10^8$ кл/мл) відзначалася також і в Великих Солених Озерах, де вода також мала рожевий відтінок [8].

Донні відкладання гіперсолоних водойм містять ще більшу кількість і різноманітність мікроорганізмів [9]. В Куяльницькому лимані вони характеризуються великими запасами пелюїдів, в яких

концентрації мінеральних сполук, включаючи біогенні речовини, перевищують концентрації в ропі [10]. Пелюїди характеризуються дуже складним мікробним складом, що відіграє важливу роль у процесі утворення і формування їх лікувальних властивостей. Внаслідок анаеробних умов у донних відкладах деструкція органічної речовини викликається процесом бактеріальної редукції як органічної речовини, так і сульфатів [11]. Треба відмітити, що присутність розчиненого кисню в придонних шарах води на межі донні відкладення – ропи забезпечує частково класичну аеробну деструкцію органічної речовини у воді. Значні градієнти концентрацій мінеральних і органічних сполук на межі «вода (ропа) - пелюїди» сприяють дифузії біологічно-активних сполук та мікроорганізмів з пелюїдів у водний шар (ропу) [12].

Окрім того, що мікробні угруповання відіграють виключно важливу роль у процесах, що відбуваються у воді та в донних відкладах, вони також дуже швидко реагують на всі чинники природного або антропогенного характеру, тобто є найвідчутливішими індикаторами змін в стані водних екосистем [13]. У зв'язку з цим детальні дослідження стану бактеріопланктону Куяльницького лиману на протязі біля 2 років дають змогу більш об'єктивно та всебічно оцінити наслідки впливу заповнення лиману морською водою на його екосистему.

Ціллю досліджень є вивчення причин змін чисельності бактеріопланктону в водах Куяльницького лиману в 2015-2017 рр. під впливом абіотичних факторів в умовах контрольованого унікального експерименту заповнення лиману морською водою.

Методи досліджень

В 2015-2017 рр. проведено 22 щомісячні експедиції, в процесі яких відібрано 134 зразки води Куяльницького лиману і 15 зразків з водних джерел, прилеглих до лиману, включаючи струмки, водотоки з балки та морську воду з труби. Зразки води відбиралися (рис. 1) у північній частині

лиману біля с. Ковальовка (станція 1) та в гирловій частині біля с. Шевченково (станції 8, 9а, 9б, 9с і 10). У березні та травні 2015 р. додатково проведено відбори зразків на станціях 13 (с. Ковальовка), 16 (с. Кубанка), 20 (с. Красносілка) і 25 (північ лиману).

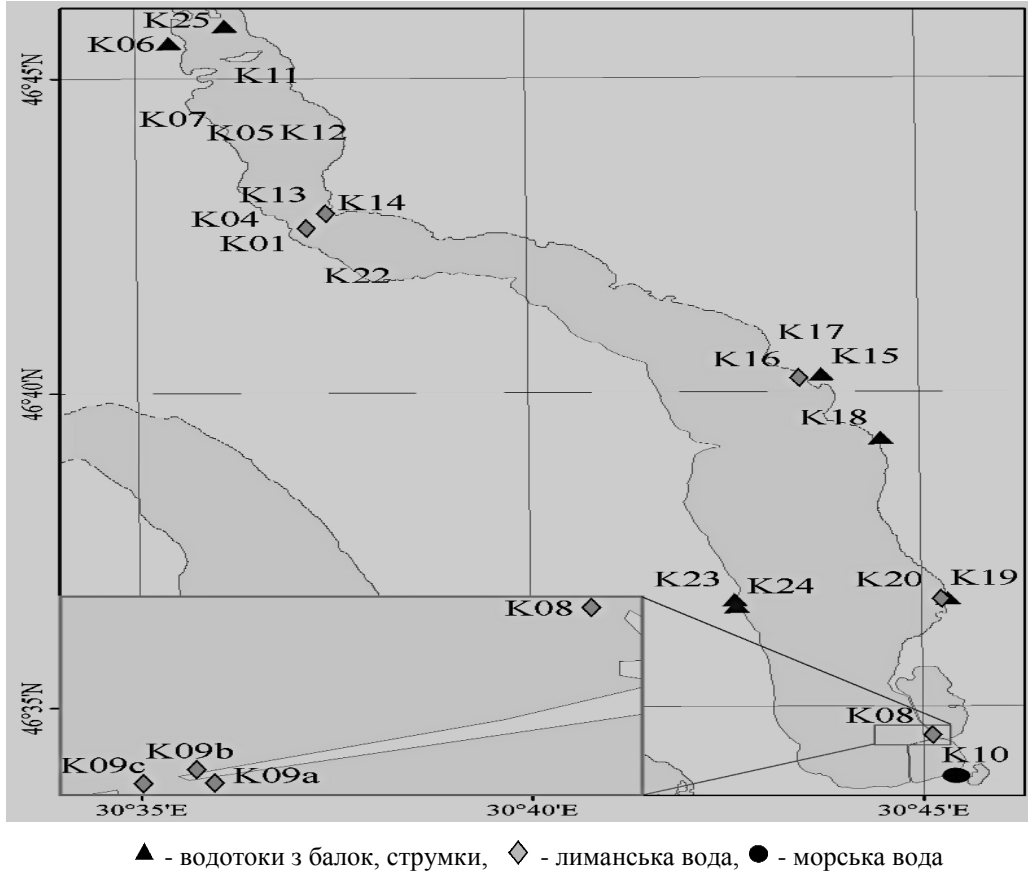


Рис. 1 - Розташування точок відбору зразків води для аналізу бактеріопланктону.

Для визначення загальної чисельності [14] бактеріопланктону воду з поверхневого шару відбирали класичним методом прямого відбору при заглибленні склянки в водойму на глибину 5-10 см. Воду з придонного шару відбирали за допомогою ручного трубчатого пробовідбірника, зробленого спеціально з цією метою – щоб уникнути перемішування і контамінації

зразків [15]. Відібрані зразки об'ємом 100 мл фіксувалися формальдегідом з кінцевою концентрацією 4%. Після доставки в лабораторію зразки води фільтрували через мембранні ультрафільтри Sartorius з діаметром пір 0,2 мкм, фарбували 5 % карболовим еритрозином і переглядали під мікроскопом при збільшенні 1200.

Результати та обговорення

Аналіз отриманих результатів визначення чисельності бактеріопланктону (ЧБ) в зразках води лиману в період з березня 2015 р. по червень 2017 р. показав, що їх значення коливалися в дуже широкому

діапазоні (табл.). Максимальні значення ЧБ сягали $(1,2-1,4) \cdot 10^8$ кл/мл навесні і осінню 2015 р. [16]. В липні і серпні 2015 р. спостерігалось зниження ЧБ до $(0,8-0,9) \cdot 10^8$ кл/мл). Мінімальні значення ЧБ $(1,4 \cdot 10^6$ кл/мл)

Таблиця

Середні і граничні значення чисельності мікроорганізмів (10^6 кл/мл) в поверхневих водах північної та південної частин Куяльницького лиману в 2015-2017 рр.

Рік	Місяць	Північ (станція К1)	Південь (ст. К8, 9а, 9б, 9с)		
			Середня	Мін.	Макс.
2015	Березень	98,2	104,1	98,2	110,0
	Квітень	124,7	82,3	62,6	102,0
	Травень	108,0	-	-	132,1
	Червень	110,7	-	-	-
	Липень	93,7	79,8	77,0	97,2
	Серпень	96,3	96,5	95,3	99,7
	Вересень	-	112,3	105,9	115,2
	Жовтень	-	129,2	116,9	140,0
	Листопад	78,7	113,8	91,0	133,6
2016	Грудень	-	20,6	1,4	45,6
	Лютий	45,8	74,6	55,4	105,3
	Березень	35,59	40,6	36,3	46,7
	Квітень	-	53,4	27,7	76,6
	Травень	27,4	39,8	35,4	45,9
	Липень	18,1	11,4	9,6	14,6
	Серпень	11,1	13,9	9,6	16,3
	Вересень	45,3	35,8	18,0	48,0
	Жовтень	46,7	40,6	35,9	45,2
2017	Листопад	-	49,4	44,4	53,5
	Грудень	30,5	34,0	26,0	44,2
	Березень	27,4	30,3	26,9	36,0
	Червень	49,4	10,7	6,4	13,6

визначені в поверхневих водах північної частини лиману в грудні 2015 р. при надходженні до лиману морських вод. Сезонні зміни ЧБ у 2016 р. як для північної, так і для південної частин лиману характеризувались найбільшою щільністю ($45,8 \cdot 10^6$ кл/мл та $105,3 \cdot 10^6$ кл/мл відповідно) в лютому і поступовим зниженням до мінімальних значень ($9,6 \cdot 10^6$ кл/мл) в липні-серпні. У вересні 2016 р. значення ЧБ зросли порівняно з літніми значеннями майже в 3 рази для південної частини і в 4 рази для північної частини, де було досягнуто рівня лютого максимуму ($45,3 \cdot 10^6$ кл/мл). Загальною рисою сезонної динаміки бактеріопланктону за два роки спостережень є зниження його чисельності в акваторії лиману в червні і серпні. Синхронність сезонних змін в усіх районах лиману підтверджує високий позитивний коефіцієнт кореляції ($r=0,86$) між чисельністю мікроорганізмів в північній і південній частинах. При цьому середні значення чисельності мікроорганізмів в північній ($6,15 \cdot 10^7$ кл/мл) і південній ($6,22 \cdot 10^7$ кл/мл) частинах лиману за період спостережень

були практично однаковими. Найпримітнішою особливістю динаміки мікроорганізмів Куяльницького лиману за досліджений період було різке зниження їх кількості в 2016 р. порівняно з 2015 р. (рис. 2).

Середнє значення ЧБ у 2015 р. склало $(9,3 \pm 3,4) \cdot 10^7$ кл/мл і було в 2,2 рази вищим, ніж в 2016 р. $(4,3 \pm 2,2) \cdot 10^7$ кл/мл. При цьому були зареєстровані значні зміни в морфології клітин мікроорганізмів. Морфологічними формами в 2015 р. були великі зігнуті палички і плоскі дисковидні клітини, які характерні для архей (Archaea). Крім того, фіксувалось рожеве забарвлення води лиману, що в літературі [7, 8] звичайно пов'язують з інтенсивним розвитком в гіпергалінних водоймах архей, які містять червоний пігмент бактеріоруберін. За спостереженнями дослідників Мертвого моря [7] інтенсивне цвітіння архей, яке супроводжувалося рожевим забарвленням води, спостерігалось після розбавлення поверхневих вод моря рясними зимовими дощами. Можна припустити, що цвітіння архей в 2015 р., в Куяльницькому лимані

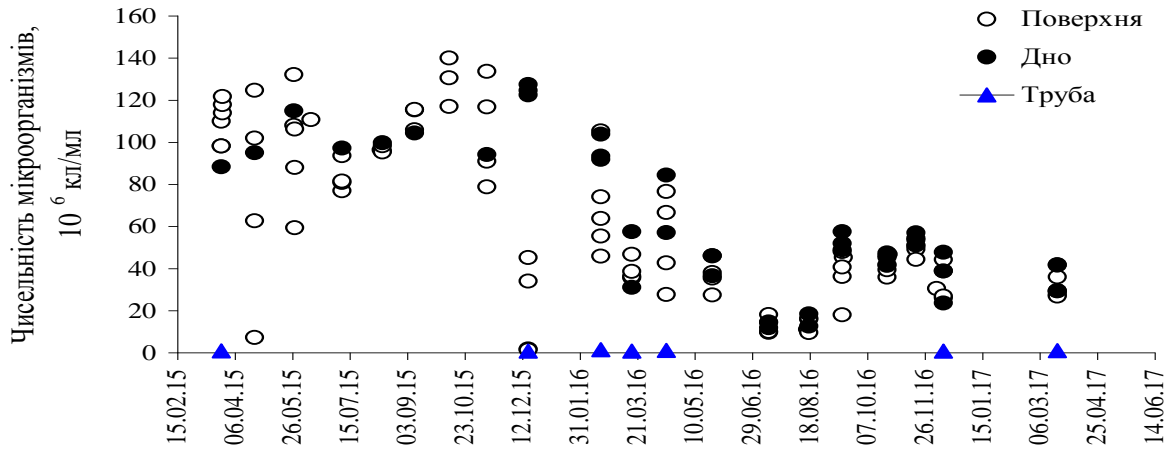


Рис. 2 – Чисельність бактеріопланктону в воді Куяльницького лиману в 2015-2017 рр.

було спровоковано поповненням лиману морською водою з Одеської затоки. У 2016 р. морфологія клітин бактеріопланктону змінилася на банальні дрібні форми паличок і коків, що більш властиво для звичайних водних бактерій. В 2016 р., при зменшенні чисельності мікроорганізмів, рожевого забарвлення води лиману не спостерігалося. Різке зменшення кількості мікроорганізмів в воді лиману в 2016 р., на нашу думку, також може бути пов'язано з випадінням гіпсу і утворенням гіпсової

кірки на дні лиману, що було зареєстровано нашими гідрогеологами [15]. Гіпсова кірка заважала дифузії з донних відкладень в воду мінеральних сполук біогенних речовин і мікроорганізмів, концентрація яких в пелоїдах значно перевищує їх вміст в воді.

Порівняльний аналіз ЧБ в поверхневому і придонному шарі води (рис. 3) показав, що їх значення в придонній воді були, в середньому, в 1,3 рази вищими, ніж у поверхневій.

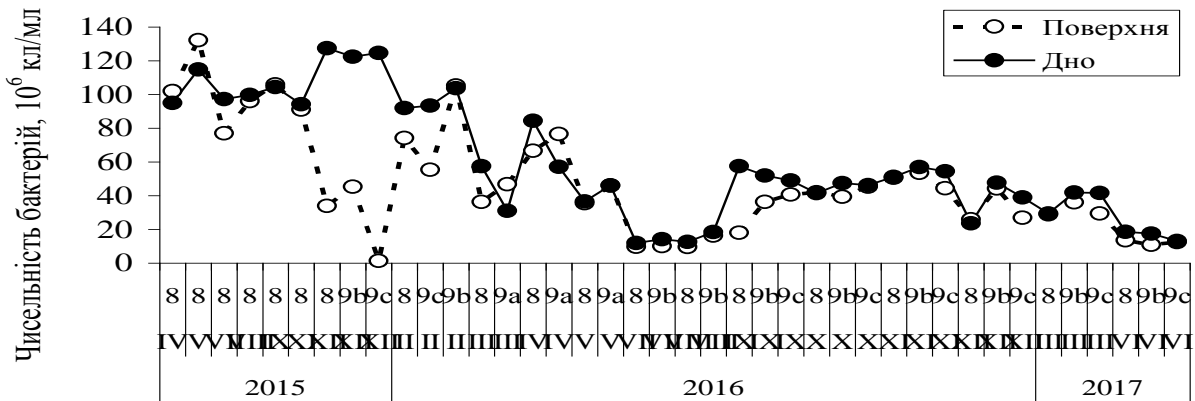


Рис. 3 - Розподіл ЧБ в поверхневому і придонному шарах вод різних станцій Куяльницького лиману в 2015-2017 рр.

Перевищення питомої чисельності мікроорганізмів в придонному шарі води, порівняно з поверхневим, відмічено в 80% спостережень. Найбільші градієнти вертикального розподілу ЧБ зафіксовані в зимовий період з грудня 2015 по лютий 2016. У грудні в поверхневих водах пониззя лиману визначено абсолютний мінімум ЧБ

($0,14 \cdot 10^7$ кл/мл), що, на нашу думку було визвано значним зниженням солоності (132,9 ‰) внаслідок надходження до лиману морських вод. В той же час в придонних водах лиману кількість мікроорганізмів сягала дуже високих значень ($12,5 \cdot 10^7$ кл/мл), які майже на два порядку перевищували значення на

поверхні. При цьому солоність придонного шару води складала 242,3‰ і була у 1,8 разів вищою, ніж на поверхні. Значне перевищення щільності мікроорганізмів біля дна у порівнянні з поверхнею спостерігалось також у вересні 2016 р., коли на станції 8 кількість мікроорганізмів в придонному шарі ($5,7 \cdot 10^7$ кл/мл) в 3 рази перевищувала значення, отримані в поверхневому шарі ($1,8 \cdot 10^7$ кл/мл). У цьому випадку також відмічено великі розбіжності в солоності поверхневих (67,21‰) і

придонних (333,14‰) вод, що було визвано значними поступленнями прісної води з інтенсивними дощами.

Для оцінки впливу на ЧБ і солоність поверхневих вод лиману водних джерел, що впадають у лиман, нами періодично аналізувалася кількість мікроорганізмів в струмках, водотоках з балок і морських водах, які надходять до лиману. Найнижчий вміст мікроорганізмів визначено в морській воді, що надходила до лиману через трубу (станція К10, рис. 4).

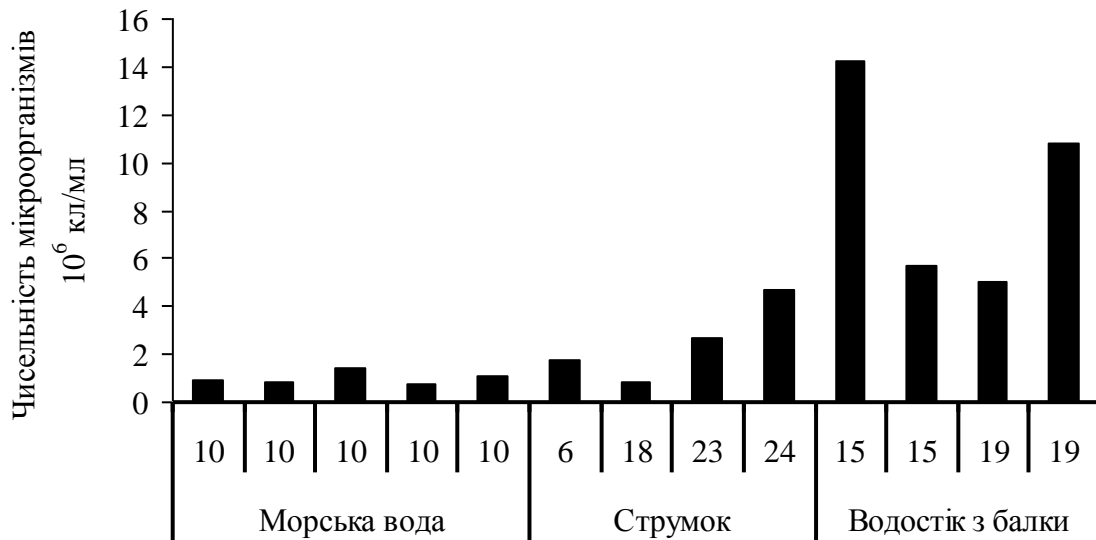


Рис. 4 – Чисельність мікроорганізмів у водотоках, що впадають до Куяльницького лиману

В період надходження морських вод у лиман (грудень-квітень) середня чисельність мікроорганізмів в морській воді $(1,01 \pm 0,28) \cdot 10^6$ кл/мл була в 40 разів меншою ніж у лимані в зазначений період і при цьому відповідала рівневі мезотрофних морських вод [17].

В воді струмків ЧБ $(2,50 \pm 1,66) \cdot 10^6$ кл/мл була, в середньому, у 2 рази вищою, ніж у морській воді, і, згідно з екологічною класифікацією якості поверхневих вод суші, відповідала категорії достатньо чистих вод [18]. При цьому, ЧБ у воді струмків на порядок величин поступалася їх значенням в лимані.

Ще вищим був вміст бактерій у водотоках з балок, де середня кількість мікроорганізмів становила $(8,94 \pm 4,37) \cdot 10^6$ кл/мл, що свідчить про значне забруднення вод, які за якістю відносяться до категорії брудні. Однак і ці значення були на порядок величин нижчими, ніж у лимані.

Отримані результати свідчать про те, що водні джерела, які впадають до Куяльнику, сприяють зниженню щільності мікроорганізмів в лимані, але цей вплив є досить локальним і стосується лише поверхневого шару вод.

Для оцінки впливу на мікробіологічний режим вод Куяльницького лиману абіотичних чинників було проведено аналіз статистичних взаємозв'язків рядів ЧБ з температурою, солоністю та рН, які показали, що коефіцієнти кореляції між ЧБ і температурою ($r = -0,14$) і рН ($r = -0,27$), хоча і були невеликими за значеннями, але вказували на тенденцію збільшення ЧБ при зниженні температури і рН. Зниження рН при збільшенні кількості мікроорганізмів це цілком природне явище бо в процесі своєї життєдіяльності більшість бактерій підкисляють довкілля. Коефіцієнт кореляції між ЧБ та солоністю ($r = 0,21$) також мав не високе значення. Однак при ранжируванні даних по станціях коефіцієнт кореляції між

чисельністю мікроорганізмів і солоністю зріс до значення $r=0,66$, при рівні значимості $0,01$.

Аналіз статистичних взаємозв'язків ЧБ з біомасою (БФ) та чисельністю фітопланктону (ЧФ), коливання якого детально проаналізовані в роботі [19] показав, що коефіцієнти парної кореляції між ними

були низькими і мали негативний знак (для пари ЧБ-БФ $r=-0,24$, для пари ЧБ-ЧФ $r=-0,11$). Тобто, хоча тісного взаємозв'язку між бактеріо- і фітопланктоном не спостерігалось, але можна відмітити тенденцію зменшення чисельності бактерій при зростанні кількісних характеристик фітопланктону в період досліджень.

Висновки

На основі проведених досліджень, можна сформулювати наступні висновки:

1. Чисельність бактеріопланктону Куяльницького лиману змінювалася в дуже широких межах від $1,4 \cdot 10^6$ кл/мл до $140 \cdot 10^6$ кл/мл і при цьому на 1-2 порядки перевищувала звичайні значення ЧБ як для морських вод, так і прісноводних джерел, які впадають до лиману, що свідчить про його автохтонність.

2. Аналіз дворічного ряду спостережень за бактеріопланктоном показав, що максимальні значення його чисельності спостерігалися у 2015 р. до початку зимового періоду заповнення лиману морською водою. В наступний 2016 рік чисельність мікроорганізмів в середньому зменшилася в 2,2 рази і досягла мінімальних значень в червні-серпні 2016 р., що за нашою думкою було викликано випаданням гіпсової кірки на дно лиману, яка зменшила всі обмінні процеси на границі вода-дно, і обумовило зменшення переходу мікроорганізмів із донних відкладень в придонні шари води. В 2017 році кількість мікроорганізмів та їх динаміка були близькі до той, що спостерігалися в 2016 р., тобто чисельність знижувалася від вересня до червня, коли, як і в попередньому році, реєструвалися найменші його значення.

3 Для вертикального розподілу бактеріопланктону було характерно збільшення його чисельності у придонному шарі води, що свідчить про те, що основним джерелом надходження мікроорганізмів до водного шару є донні відкладення лиману.

4. Різкі часові зміни чисельності бактеріопланктону у водах Куяльницького лиману, на нашу думку, були пов'язані з декількома факторами: з одного боку інтенсивний розвиток архей в 2015 р. міг бути спровокований змінами умов середовища у зв'язку з заповненням лиману морською водою, з іншого боку – різке зменшення

кількості мікроорганізмів в 2016 р. було викликано випаданням гіпсу і утворення гіпсової кірки на дні, що на деякий час практично припинило всі обмінні процеси на межі вода-дно.

5. Прогнозуючи подальші наслідки наповнення лиману морською водою, необхідно враховувати, що зі збільшенням товщини гіпсової кірки час її існування буде зростати, тому з одного боку, це буде сприяти зростанню часу анаеробних умов у донних відкладеннях та інтенсифікації розвитку сульфатредуючих бактерій, які відіграють основну роль у процесі грядеутворення, але з іншого боку гіпсова кірка стає перепорою для збагачення придонного шару води хімічно- і біологічно- активними компонентами, які виділяються в процесі аеробної деструкції органічної речовини з пелюдів.

6. Чисельність бактеріопланктону в придонних шарах води лиману можна використовувати в якості індикатора інтенсивності процесів обміну утворення біологічно-активних сполук на межі вода-дно, які є визначальними в процесах утворення унікальних куяльницьких грязей.

Дослідження проводились в рамках держбюджетної теми «Вивчити кризові зміни екосистеми Куяльницького лиману та обґрунтувати заходи щодо стабілізації його екологічного стану» (науковий керівник Черкез Є.А., д-р геол.-мінер. наук), яка виконувалася науковою групою Одеського національного університету імені І.І. Мечникова у 2015-2017 рр. за замовленням МОН України. Автори висловлюють подяку співробітникам Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень Одеського національного університету імені І.І. Мечникова Газетову Є.І., Піцику В.З., Абакумову О.М., та водію Гулому А.В. за велику допомогу у виконанні експедиційних спостережень та відборі зразків.

Література

1. Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах, Л., Наука, 1985, 294 с.
2. Романенко С.И., Кузнецов С.И. Микрофлора Сиваша некоторых соляных промыслов Крыма. Физиология водных микроорганизмов и их роль в круговороте органического вещества. Л.: Наука, 1969. С. 8–13.
3. Oren A. Diversity of halophilic microorganisms: environments, phylogeny, physiology, and applications. *J. Ind Microbiol Biotechnol.* 2002, Jan; 28(1): 56-63
4. Рубенчик Л.И. Микроорганизмы и микробные процессы в соляных водоемах Украины. К.: Изд-во АН УССР. 1948. 118 с.
5. Исаченко Б.Л. Микробиологические исследования над Грязевыми озерами. *Избр.тр.*, Т.2. М-Л., Изд. АН СССР. 1951. С. 26-142.
6. Ma1 Y, Galinski E. A, Grant W. D, Oren A, Ventosa A. Halophiles 2010: Life in Saline Environments. *Appl. Environ. Microbiol.* November 2010, vol. 76. no. 21. 6971-6981.
7. Oren A., and Gurevich P. 1995 Dynamics of a bloom of halophilic archaea in the Dead Sea, *Hydrobiologia*, 315: 149-158.
8. Post F.J. 1981 Microbiology of the Great Solt Lake north arm. *Hydrobiologia*, 81:59-69
9. Белкина Н. Ф. Роль донных отложений в процессах трансформации органического вещества и биогенных элементов в озерных экосистемах. *Труды Карельского научного центра РАН*, № 4. 2011. С. 35–41.
10. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / Под ред. Ю.П.Зайцева, Б.Г.Александрова, Г.Г. Миничевой. К.: Наук. думка. 2006. 701 с.
11. Добрынин Э.Г. Микробиологические процессы круговорота органического вещества в гипергалинных водоемах/автореферат дисс. к.б.н. по ВАК 03.00.07. Борок. 1984. 24 с.
12. Буторин А.Н. Активность микрофлоры на границе воды и донных отложений// Взаимодействие между водой и седиментами в озерах и водохранилищах. Л.: Наука, 1984. С. 248-253.
13. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. Л.: Гидрометеоздат. 1989. 528 с.
14. Разумов А.С. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха. *Микробиология.* 1932. Т.1, № 2. С.131-146.
15. Медінець В.І., Ковальова Н.В., Дерезюк Н.В., Снігір'єв С.М., Черкез Є.А., Медінець С.В., Газетов Є.І. Біологічні наслідки поповнення Куяльницького лиману морською водою з Одеської затоки. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології.* 2017. № 1-2 (27). С. 35-51.
16. Ковалева Н.В. Бактериопланктон воды Куяльницького лиману в 2013-2015 гг. / Н.В. Ковалева, В.И. Мединец . *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів, території міжлімання: сучасний стан, перспективи розвитку»*; ОДЕКУ; УКРМЕПА – Одеса: ТЕС, 2015. С. 65-68.
17. Заика В. Е. О трофическом статусе пелагических экосистем в разных регионах Черного моря/Морской экологический журнал, №1, Т. II, 2003. С. 5-11.
18. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк, та ін., К.: СИМВОЛ-Т, 1998. 28 с.
19. Дерезюк Н.В. Фітопланктон Куяльницького лиману у 2015-2017 рр. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології.* 2017. № 1-2 (27). С. 52-61.

References

1. Romanenko, V.I. (1985). Mikrobiologicheskie protsessy produktsii i destruktсии organicheskogo veschestva vo vnuuyrennih vodoyomah [Microbiological processes of organic matter production and destruction in inner water bodies]. L., Nauka. 294 [in Russian].
2. Romanenko, S.I., Kuznetsov, S.I. (1969). Mikroflora Sivasha nekotorykh solyanykh promyslov Kryma. Fiziologiya vodnykh mikroorganizmov i ih rol v krugovorote organicheskogo veschestva [Microflora of Sivash and some salt-works in the Crimea. Physiology of water microorganisms and their role in the turnover of organic matter]. L., Nauka. 8-13 (In Russian).
3. Oren, A. (2002). Diversity of halophilic microorganisms: environments, phylogeny, physiology, and applications. *J. Ind Microbiol Biotechnol.* Jan; 28(1): 56-63
4. Rubenchik, L.I. (1948). Mikroorganizmy i mikrobialnye protsessy v solyanyh vodoyomah Ukrainy [Microorganisms and microbial processes in saline water-bodies of Ukraine]. K., Publisher of AS of UkrSSR. 118 (In Russian).
5. Isachenko, B.L. (1951). Mikrobiologicheskie issledovaniya nad Gryazevymi ozerami [Microbiological studies over the Mud Lakes]. Selected works, V.2., M-L., Publisher of AS of USSR. 26-142 (In Russian).
6. Ma1, Y, Galinski, E. A, Grant, W. D, Oren, A, Ventosa, A. Halophiles 2010: Life in Saline Environments. *Appl. Environ. Microbiol.* November 2010, vol. 76. no. 21. 6971-6981.

7. Oren, A., and Gurevich, P. (1995) Dynamics of a bloom of halophilic archaea in the Dead Sea, *Hydrobiologia*, 315: 149-158.
8. Post, F.J. (1981). Microbiology of the Great Salt Lake north arm. *Hydrobiologia*, 81:59-69
9. Belkina, N.F. (2011). Rol donnyh otlozheniy v protsessah transformatsyi organicheskogo veshchestva i biogennyh elementov v ozernyh ekosistemah [Role of bottom sediments in the processes of organic matter and nutrients transformation in lake ecosystems]. Proceedings of Karelian research centre of RAS, No.4. 35-41 (In Russian).
10. Zaitsev, Yu.P., Aleksandrov, B.G., Minicheva, G.G. (2006). Severo-zapadnaya chast Chernogo moraya: biologiya i ekologiya [North-western Black Sea: biology and ecology]. K., Nauk. Dumka. 701 (In Russian).
11. Dobrynin, A.N. (1984). Mikrobiologicheskie protsessy krugovorota organicheskogo veshchestva v gipergalinnnyh vodoemah [Microbiological processes of organic matter turnover in hypersaline water-bodies]. Author's abstract of Ph.D theses on VAK 03.00.07. Borok. 24 (In Russian).
12. Buturin, A.N. (1984). Aktivnost mikroflory na granitse vody i donnyh otlozhenij [Activeness of microflora in the boundary between water and bottom sediment]. Interaction between water and sediment in lakes and reservoirs. L., Nauka. 248-253 (In Russian).
13. Izrael, Yu.A., Tsyban, A.V. (1989). Antropogennaya ekologiya okeana [Anthropogenic ecology of the ocean]. L., Gidrometeoizdat. 528 (In Russian).
14. Razumov, A.S. (1932). Pryamoy metod ucheta bakterij v vode. Sravnenie ego s metodom Koha [Direct method of bacteria counts in water. Comparison with Koch method]. *Microbiology*, V.1. No. 2. 131-146 (In Russian).
15. Medinets, V.I., Kovalova, N.V., Derezyuk, N.V., Snigirov, S.M., Medinets, S.V., Gazyetov, Ye.I. (2017). Biologichni naslidky popovnennya Kuyalnytskogo lymanu morskoyu vodoyu z Odeskoyi zatoky [Biological consequences of the Kuyalnyk Estuary refilling with marine water from Odessa Bay]. *Man and environment. Issues of neoecology*. 1-2(27). 35-51 [in Ukrainian].
16. Kovalova, N.V., Medinets, V.I. (2015). Bakterioplankton vody Kuyalnitskogo limana v 2013-2015 [Bacterioplankton of water of the Kuyalnyk Estuary in 2013-2015] Materials of all-Ukrainian scientific and practical conference "Natural and Resource Potential of Kuyalnyk and Khadzhibey Estuaries and the territory between them: current situation and future development". ODEKU; UKRMEPA. Odessa. 65-68 [in Russian].
17. Zaika, V.E. (2003). O troficheskom statuse pelagicheskikh ekosistem v raznyh regionah Chernogo morya [On trophic status of pelagic ecosystems in different Black Sea areas]. *Marine Ecological Journal*, No. 1, V.II. 5-11 (In Russian).
18. Romanenko, V.D., Zhukinskiy, V.M., Oksiyuk, O.P. (1998). Metodyka ekologichniyi otsinky yakosti poverhnevnyh vod za vidpovidnymi kategoriyamy [Methodology of surface waters environmental quality assessment in respective categories]. K., SYMVOL-T. 28 (In Ukrainian).
19. Derezyuk, N.V. (2017). Fitoplankton Kuyalnitskogo lymanu u 2015-2017 [Phytoplankton of the Kuyalnyk Estuary in 2015-2017]. *Man and environment. Issues of neoecology*. 1-2(27). 52-61 [in Ukrainian].

Надійшла до редколегії 13.09.2017

UDC 630.266:631.445.4

A. A. LISNYAK^{1,2}, docent, PhD., J. VILCEK³, prof., PhD.,
S. TORMA³, PhD.

¹ V.N. Karazin Kharkiv National University, ecological faculty, 6 Svobody Sq., 61077, Ukraine,
e-mail: anlisnyak@gmail.com

² Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, Pushkinska st.
86, Kharkiv, 61024, Ukraine

³ National Agriculture and Food Centre, Soil Science and Conservation Research Institute, Regional workplace Prešov,
Raimonov st. 1, Prešov, 08001, Slovak Republic

AGRO-ECOLOGICAL EFFECT OF THE USE OF SLOWLY SOLVABLE CAPSULAR MINERAL FERTILIZERS IN FORESTRY AND AGRICULTURAL SECTOR

Purpose. Rationale for the use of slowly soluble encapsulated mineral fertilizers and establishing an assessment of the effectiveness of their use. **Methods.** Field, laboratory, analytical and mathematical. **Results.** The results of the field and analytical stages of studies on the use of slowly soluble encapsulated mineral fertilizers, improvement of the nitrogen and phosphorus-potassium regime of the soil, improving the efficiency of fertilizers in forestry and agriculture are presented. The positive effect of the use of the slowly soluble encapsulated mineral fertilizers of the Superagro on pine seedlings, spring wheat, potato and sugar beet has been established. Our research in open soil has found that the use of slowly soluble capsular form Superagro with the coating of granules with a biocquel on the background without encapsulation Superagro ensure that 62% of the standard pine seedlings of the usual. We found that the encapsulated form of Superagro with pellets covered with biochemistry significantly increases the yield of crops, increases the quality of products and reduces the content of harmful substances. Yield of spring wheat, potatoes and sugar beet increased by 6.8%, 12.6% and 17.4% respectively. **Conclusions.** Our researches show, that capsulation of mineral fertilizers with the use of bio glue (furoplast), that means coverage of granules of fertilizers with thin layer with insignificant permeability, allows to increase considerably the productivity of cultures and to prolong the term of fertilizers' action in the soil. We have confirmed positive influence of the use of Superagro slowly solvable capsular mineral fertilizers on seedlings of an ordinary pine-tree, furious wheat, potato and sugar beet. All variants with capsular fertilizers have showed not only the increase of the productivity, but also amounts of dry matters, starch and decrease of amount of nitrates of the probed cultures. Conducted field researches confirm a positive agro-ecological effect of application of Superagro capsular form of fertilizers at coverage of their granules with furaplast.

Key words: slow-dissoluble fertilizers, bioadhesive coating, prolongation of fertilizers action, plants productivity, crop quality

Лісняк А. А.^{1,2}, Вілчек Й.³, Торма С.³

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агро меліорації імені Г. М. Висоцького

²Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

³Науково-дослідний інститут ґрунтознавства та охорони ґрунтів, регіональний філіал в Прешов

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЕФЕКТ ВИКОРИСТАННЯ ПОВІЛЬНОРОЗЧИННИХ КАПСУЛЬОВАНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ В ЛІСОВОМУ ТА СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Мета. Обґрунтування використання повільнорозчинних капсульованих мінеральних добрив та встановлення оцінки ефективності їх використання. **Методи.** Польовий, лабораторний, аналітичний та математичний. **Результати.** В умовах відкритого ґрунту встановлено, що використання повільнорозчинної капсульованої форми Суперагро з покриттям гранул біоклеєм на фоні без капсулювання Суперагро забезпечує одержання 62 % стандартних сіянців сосни звичайної. Максимальні приростки в рості сіянців мали місце на варіанті з повільнорозчинною капсульованою формою Суперагро. Аналізуючи вплив Суперагро і його повільнорозчинної модифікації на сільськогосподарських культурах (ярова пшениця, картопля і цукровий буряк), виявлено що капсульована форма Суперагро з покриттям гранул біоклеєм значно збільшує урожайність сільськогосподарських культур, збільшує якість продукції та зменшує вміст шкідливих речовин. Врожайність ярової пшениці, картоплі і цукрового буряку збільшилися на 6,8 %, 12,6 % і 17,4 % відповідно. При підживленні картоплі на варіанті з капсульованою формою Суперагро

зростають показники вмісту сухих речовин та крохмалю, а вміст нітратів навпаки зменшується. При підживленні цукрового буряку на варіанті з капсульованою формою Суперагро зростають показники вмісту сухих речовин, а вміст нітратів навпаки зменшується. При цьому, вміст цукру на всіх варіантах залишається без змін. Досягати підвищення використання поживних елементів в добриві Суперагро можна на основі капсулювання, з застосуванням біоклею (фуропласту) і тим самим створити повільнорозчинні добрива з високими агрохімічними показниками. Підвищена вологостійкість поживних елементів в добриві Суперагро дозволяє розглядати капсульовані добрива як пролонговані, що діють не тільки в рік внесення, але і в наступні. З точки зору охорони навколишнього середовища, застосування добрив у вигляді капсульованих гранул може істотно знизити забруднення поверхневих і підземних вод від компонентів мінеральних добрив. **Висновки.** Капсулювання мінеральних добрив з застосуванням біоклею (фуропласту), тобто покриття гранул добрив тонкою плівкою із незначною проникністю, дозволяє значно підвищити врожайність культур та подовжити термін дії добрив у ґрунті. Підтверджено позитивний вплив використання повільнорозчинних капсульованих мінеральних добрив Суперагро на сіянці сосни звичайної, ярої пшениці, картоплі та цукрового буряку. Підтверджено позитивний агроекологічний ефект від застосування капсульованої форми добрив Суперагро при покритті їх гранул фурапластом.

Ключові слова: повільнорозчинні добрива, біоклейове покриття, пролонгування дії добрив, урожайність рослин, якість урожаю

Лисняк А. А.^{1,2}, Вилчек Й.³, Торма С.³

¹Український научно-дослідницький інститут лісного господарства та агролісонадземності імені Г. Н. Высоцкого,

²Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

³Научно-дослідницький інститут ґрунтознавства та охорони ґрунту, регіональний філіал в Прешов

АГРОЕКОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕДЛЕННО-РАСТВОРИМЫХ КАПСУЛИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ЛЕСНОМ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Цель. Обоснование использования медленно-растворимых капсулированных минеральных удобрений и установления оценки эффективности их использования. **Методы.** Полевой, лабораторный, аналитический и математический. **Результаты.** В условиях открытого грунта установлено, что использование медленно-растворимых капсулированной формы Суперагро с покрытием гранул биоклея на фоне без капсулирования Суперагро обеспечивает получение 62% стандартных сеянцев сосны обыкновенной. Максимальные прибавки в росте сеянцев имели место на варианте с медленно-растворимой капсулированной формой Суперагро. Анализируя влияние Суперагро и его медленно-растворимые модификации на сельскохозяйственных культурах (яровая пшеница, картофель и сахарная свекла), нами выявлено что капсулированная форма Суперагро с покрытием гранул биоклея значительно увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур, увеличивает качество продукции и уменьшает содержание вредных веществ. Урожайность яровой пшеницы, картофеля и сахарной свеклы увеличились на 6,8%, 12,6% и 17,4% соответственно. При подкормке картофеля на варианте с капсулированной формой Суперагро растут показатели содержания сухих веществ и крахмала, а содержание нитратов наоборот уменьшается. При подкормке сахарной свеклы на варианте с капсулированной формой Суперагро растут показатели содержания сухих веществ, а содержание нитратов наоборот уменьшается. При этом, содержание сахара на всех вариантах остается без изменений. Проведенные исследования показали, что добиться повышения использования питательных элементов в удобрении Суперагро можно на основе капсулирования, с применением биоклея (Фуропласт) и тем самым создать медленно-растворимые удобрения с высокими агрохимическими показателями. Повышенная влагостойкость питательных элементов в удобрении Суперагро позволяет рассматривать капсулированные удобрения как пролонгированные, действующих не только в год внесения, но и в последующие. С точки зрения охраны окружающей среды, применение удобрений в виде капсулированных гранул может существенно снизить загрязнение поверхностных и подземных вод от компонентов минеральных удобрений. **Выводы.** Капсулирования минеральных удобрений с применением биоклею (Фуропласт), то есть покрытие гранул удобрений тонкой пленкой с незначительным проницаемостью, позволяет значительно повысить урожайность культур и продлить срок действия удобрений в почве. Подтверждено положительное влияние использования медленно-растворимых капсулированных минеральных удобрений Суперагро на сеянцы сосны обыкновенной, яровой пшеницы, картофеля и сахарной свеклы. Полевые исследования подтверждают положительный агроэкологический эффект от применения капсулированной формы удобрений Суперагро при покрытии их гранул фурапластом.

Ключевые слова: медленно-растворимые удобрения, биоклеевое покрытие, пролонгированное действие удобрений, урожайность растений, качество урожая

Introduction

With the development of forest and agrarian production, we face more frequently the problem of providing the balanced use of nature: from one side, achievement of high increase of cultivated plants requires bringing of a certain set of fertilizers, from the other side, it is difficult to avoid contamination of the agro-eco system by surplus amount of these materials.

Numerous researches of world's scientists [1-4] are directed to minimization of negative influence of fertilizers on the natural environment with simultaneous achievement of the required norm of their provision for the cultivated plants. There are new types of fertilizers and modern agro technologies of their application, which are developed and inculcated in the forest and rural economy on the basis of these researches. However, despite this, the question of contamination of agro system by mineral fertilizers remains actual until now.

Therefore, we conduct the complex of researches on the search of new forms of mineral fertilizers, which would provide minimization of fertilizers' losses, and, consequently, minimization of their negative influence on agro-ecosystem. One of perspective ways of their creation is facing a cover of granules (capsules), which slows the process of transition of feeding elements into the soil ground [1]. The slowly solvable capsular form of fertilizer allows them to prolong their action for a significant amount of time, and therefore reduce their number and frequency of introduction, as well as the loss of nutrient elements in the environment [2]. Such encapsulated mineral fertilizers in their composition contain inhibitors with a changed solubility period, as well as a shell of organic or inorganic origin. The results of research on this problem, which are widely presented in the scientific literature, show the high agrochemical and ecological effectiveness of such capsular fertilizers of prolonged action [3-4].

Thus, the purpose of our researches was explanation of the use of slowly solvable capsular mineral fertilizers and estimation of efficiency of their use. Solution of the noted agro-ecological problems, which accompanies crea-

tion and application of slowly solvable capsular mineral fertilizers, is an actual scientific direction, which contributes to improvement of soils' fertility and productivity of the grown plants, improvement of their biological quality, protection of environment from chemical pollution and degradation.

Nowadays, better conditions are required not only for the increase of production of industrial mineral fertilizers, but also to the increase of efficiency of their influence. A number of researchers have proved, that the greatest losses of elements of standard fertilizers happen with vertical and horizontal flows in the conditions of the washing water mode, and also in gaseous form in the first weeks after bringing into the soil [4, 5]. In this case both in forest and agricultural economy slowly solvable fertilizers are perspective, and their use reduces the unproductive losses of feeding elements (first of all nitrogen). As compared to traditional fertilizers they can make 40-60 % [6, 7].

Numerous studies in different countries also recognize the effectiveness of such forms of mineral fertilizers and reduce their negative environmental impact on the environment (soils, groundwater, atmosphere, flora and fauna) due to the gradual release of nutrients during the vegetative period of plants [8, 9].

Despite the large number of film-forming materials developed [3, 7], the production of encapsulated mineral fertilizers is small, mainly for nitrogen fertilizers and only 0.4-0.5% in world production [6]. Such a small amount of production of encapsulated mineral fertilizers is associated with a significant increase in their value compared to conventional granular fertilizers, which is associated, first of all, with the cost of film-forming compositions. The promising way to increase the availability of encapsulated mineral fertilizers for their use in mass agricultural production is the use of polymer waste and the improvement of coating technology. Polymer waste of industrial origin is recycled, as a rule, directly at enterprises, and household polymer waste that could be used as a part of film-forming compositions, virtually completely falls into landfills of solid household waste [9].

Methods of researches

Theoretical methods were used in the process of researches, namely: collection and description of facts, their analysis. Empiric methods stipulated conduction of the field and laboratory researches on the base of Regional workplace Prešov of the Soil Science and Conservation Research Institute (Slovakia Republic). Laboratory analytical researches were conducted with implementation of ISO standardized methods of measurements. Processing and generalization of experimental data were executed with the help of computer equipment and application software.

Production of slowly solvable fertilizers was carried out with physical method by put-

ting cover-up matter on their granules. The capsular method was tested on Superagro NPK fertilizer (15:15:15) with application of bio glue (furaplast), capable to create on granules a semi-permeable membrane at drying up and to slow considerably the solubility of mineral fertilizer. Fertilizer's granules were covered with 60 % solution of furaplast in acetone 0,8-1,2 % percent from the mass of fertilizer.

Superagro Fertilizer and its slowly solvable modification were brought while sowing of pine-trees' seedlings at the basic bringing (during the cultivating before sowing), for agricultural cultures – on sowing (furious wheat) and feeding (potato, sugar beet).

Results of researches

In conditions of the opened soil our researches showed, that the use of Superagro slowly solvable capsular formula with coverage of granules with bio glue on the background without capsulation of Superagro provides 62 % of standard seedlings of an ordinary pine-tree (on control – 9 %, without capsulation of Superagro – 28 %) (Table 1). Maximal increases in growth of seedlings were

noted with the use of Superagro slowly solvable capsular formula.

This can be explained by the fact, that kinetics of freeing of nourishing elements from the granules of Superagro slowly solvable capsular formula stipulates more continuous consumption of nourishing elements by fertilizer seedlings, along with this stress situations for plants are avoided.

Table 1
Effect of Superagro NPK fertilizers (15:15:15) and its slowly soluble modification at the main (under pre-sowing cultivation) introduction of the growth of annual pine seedlings

Variant	Average height		Weight of seedlings (average)						Output of stand. seedlings, %
			terrestrial		underground		of all		
	centimeter	%	grams	%	grams	%	grams	%	
No fertilizer	7,9±0,31	100	0,22±0,008	100	0,10±0,004	100	0,32	100	9
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	9,4±0,35	120	0,23±0,007	105	0,12±0,003	120	0,33	103	28
Capsulated N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	10,6±0,49	134	0,33±0,011	165	0,15±0,006	150	0,48	150	62
SSD _{0,5}	0,4		0,02		0,01				

On analyzing the influence of Superagro and its slowly solvable modification on agricultural cultures (spring wheat, potato and sugar beet), we discovered, that Superagro capsular form with coverage of granules with bio glue considerably increases the productivity of agricultural cultures, increases quality of products and diminishes content of harmful matters. So, from the table 2 it becomes evident, that the productivity of spring wheat, potato and sugar beet has increased on 6,8 %, 12,6 % and 17,4 % accordingly.

Feeding of potato with Superagro capsular form results in increase of the indexes of

content of dry matters and starch, and the content of nitrates decreases consequently (Table 3). So, in the variant of non-capsular Superagro the content of nitrates is 178 mg/kg of raw matter, but in the variant of capsular form of Superagro – 154 mg/kg of raw matter.

On feeding of sugar beet with the capsular form of Superagro, the indexes of content of dry matters increase, and content of nitrates decreases consequently (Table 4). So, in the variant of non capsular Superagro content of nitrates makes 408 mg/kg of raw matter, and in the variant of capsular form of Superagro –

Table 2

Influence of Suprago NPK (15:15:15) and its slowly soluble modification on yield of crops

Culture	Yield in variants, h/hectare		Increase productivity	
	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	Encapsulated N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	h/hectare	%
Spring wheat	47,1	50,3	3,2	6,8
Potato	437	492	55	12,6
Sugar beet	396	465	69	17,4

Table 3

Influence of Suprago NPK (15:15:15) and its slowly soluble modification on the quality of potatoes

Variant	Fractional composition, %			The content of dry matter, %	Starch content, %	Nitrate content, mg/kg of raw matter
	is great	average	small			
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	59,3	28,1	12,6	22,15	17,64	178
Capsulated N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	68,1	27,2	5,7	24,42	17,98	154

Table 4

Influence of Supergragon NPK (15:15:15) and its slowly soluble modification on the quality of sugar beet

Variant	Absolutely dry matter, h/ha	The content of sugar	Nitrate content, mg/kg of raw matter
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	93	16,8	408
Capsulated N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	125	16,9	342

342 mg/kg of raw matter. Thus, content of sugar in all these variants remains unchangeable.

The conducted researches witnessed, that achievement of increase of the use of nourishing elements in Superagro fertilizer is possible on the basis of capsulation, with the use of bio glue (furoplast) and at the same time it helps to create slowly solvable fertilizers with high agricultural chemistry indexes. Increased moisture resistance of nourishing elements in Superagro fertilizer allows to consider capsular fertilizers as prolonged, that remain active not only during the first year of bringing but also in the followings years. From the point of environmental protection, application of fertilizers in the form of capsular granules can substantially reduce contamination of superficial and underground waters from the components of mineral fertilizers. A number of scien-

tists define that fertilizers' capsulation also allows to decrease their remaining and water absorbance, and also to solve the question of transportation of fertilizers in embankment. Thus, different bio glue matters can be used for capsulation [9-11]. In many works, mechanisms of the influence of slowly soluble fertilizer forms on agrochemical properties of soils, increase of productivity of agricultural and forest crops, and also on the quality of the obtained products are recognized [11, 12].

In the case of use instead of traditional types of fertilizers encapsulated, in Ukraine it would be possible to reduce the introduction of fertilizers into the soil (subject to the unchanged effect of fertilizing) by 568 thousand tons - 16% of the total amount of fertilizers used in the forestry and agriculture of Ukraine annually (Fig. 1).

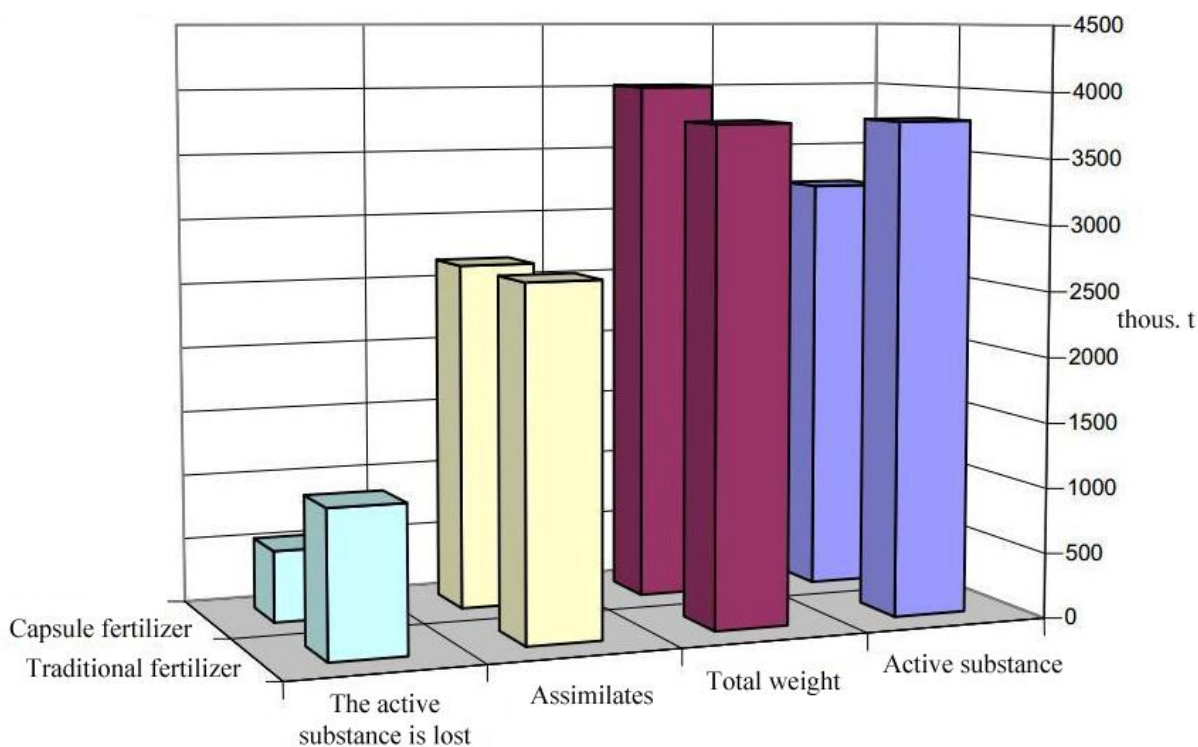


Fig.1 –Comparative characteristics of the use of capsulated and traditional fertilizers in Ukraine

Conclusions

Our researches show, that capsulation of mineral fertilizers with the use of bio glue (furaplast), that means coverage of granules of fertilizers with thin layer with insignificant permeability, allows to increase considerably the productivity of cultures and to prolong the term of fertilizers' action in the soil. We have confirmed positive influence of the use of Superagro slowly solvable capsular mineral fertilizers on seedlings of an ordinary pine-

tree, furious wheat, potato and sugar beet. All variants with capsular fertilizers have showed not only the increase of the productivity, but also amounts of dry matters, starch and decrease of amount of nitrates of the probed cultures. Conducted field researches confirm a positive agro-ecological effect of application of Superagro capsular form of fertilizers at coverage of their granules with furaplast.

Література

1. Господаренко Г. М. Основи інтегрованого застосування добрив. К.: ЗАТ НІЧЛАВА, 2002. 344 с.
2. Нагурський О. А., Мальований М. С., Бунько В. Я. Особливості капсулювання гранульованих мінеральних добрив в апаратах киплячого шару. *Хімічна промисловість України*. 2012. №5. С. 55-58.
3. Малюга Ю. Е. Эффективность применения медленно растворимого аммофоса на эродированной почве под мелиоративные насаждения. *Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту. Сер. «Ґрунтознавство і агрохімія, землеробство, лісове господарство»*. 2005. Вип. №1. С. 166–168.
4. Скрильчик Є. Органо-мінеральні добрива: перспективи їхнього застосування. *Пропозиція*. 2010. №12. С. 68-70.
5. Лісник А. А. Лісотипологічна оцінка еродованих ґрунтів на різних материнських породах в умовах різних природних зон України. *Вісник ХНУ ім. Каразіна. Серія Екологія*. 2015, Випуск 12, № 1147. С. 14-20. - ISSN 1992-4259.
6. Огліх В. В. Виробництво і застосування мінеральних добрив як вагомий фактор підвищення врожайності. *Економіка АПК*. 2012. №2. С. 38-43.

7. Малуґа Ю. Е. , Смольянинов И.И., Дегтярев В. В. Окклюди́рованные удобрения: их возможности для повышения качественной структуры урожая. *Агрохімія і ґрунтознавство [«Ґрунти – Екологія – продовольство»]*, X., 1998. С. 180–181.
8. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні [Текст]: монографія / Д. О. Тімченко, М. М. Гічка, М. В. Куценко, А. А. Лісняк [та інші]. Харків: НТУ "ХПІ", 2010. - 460 с. – ISBN 978-966-593-820-0
9. Нагурський О. А. Капсульовані мінеральні добрива. Кінетика вивільнення компонентів із полідисперсних сумішей. *Хімічна промисловість України*. 2012. №3 (110). С. 69-73.
10. Таран А. Л. Эффективные технологии капсулирования гранул азотсодержащих удобрений. *Химическая промышленность сегодня*. 2003. №7. С. 5-10.
11. Мальований М. С. , Нагурський О. А., Бунько В. Я., Друзюк В. М. Тепломасообмін процесу капсулювання мінеральних добрив водним розчином плівкоутворюючої композиції палигорськит-меляса. *Вісник Кременчуцького НУ ім. Михайла Остроградського*. 2012. №2 (74). С. 117-120.
12. Barna I., Gumnytskyi Y., Atamanyuk V. Intradiffusion mass transfer during drying of slag gravel raw granule. *Chemistry & Chemical Technology*. 2013. Vol. 7, №4. P. 461-465.

References

1. Hospodarenko H. M. (2002). *Osnovy intehrovanoho zastosuvannya dobryv*. [Fundamentals of Integrated Use of Fertilizers]. Kyiv: ZAO NICHLAWA. 344. [in Ukrainian].
2. Nahurs'kyu O. A., Mal'ovanyu M. S., Bun'ko V. Ya. (2012). Osoblyvosti kapsulyuvannya hranul'ovanykh mineral'nykh dobryv v aparatakh kyplyachoho sharu. [Features of capsulation of granular mineral fertilizers in the apparatus of a fluidized bed]. *Chemical Industry of Ukraine*. 5. 55-58. [in Ukrainian].
3. Malyuga YU. E. (2005). EHffektivnost' primeneniya medlenno rastvorimogo amfofosa na ehrodivovanoj pochve pod meliorativnye nasazhdeniya. [Efficiency of the use of slowly soluble ammophos on eroded soil under meliorative plantations]. *Kharkiv Bulletin. nats. agrar. the university. - Series "Soil Science and Agrochemistry, Agriculture, Forestry"*. 1. 166-168. [in Russian].
4. Skryl'nyk Ye. (2010). Orhano-mineral'ni dobryva: perspektyvy yikhnoho zastosuvannya. [Organomineral fertilizers: prospects for their application]. *Proposal*. 12. 68-70. [in Ukrainian].
5. Lisnyak A. A. (2015). Lisotypologichna otsinka erodovanykh ґруntiv na riznykh materyns'kykh porodakh v umovakh riznykh pryrodnykh zon Ukrayiny. [Forest-typological estimation of eroded soils on different maternal rocks under conditions of different natural zones of Ukraine]./ *Visnyk of V.N.Karazin Kharkin national university. Series Ecology*. . 1147(12). 14-20. ISSN 1992-4259. [in Ukrainian].
6. Ohlich V. V. (2012). Vyrobnystvo i zastosuvannya mineral'nykh dobryv yak vahomyy faktor pidvyshchennya vrozhaynosti. [Production and application of mineral fertilizers as a significant factor in increasing yields]. *Economy of the agroindustrial complex*. 2. 38-43. [in Ukrainian].
7. Malyuga YU. E. , Smol'yaninov I.I., Degtyarev V. V. (1998). Okklyudirovannyye udobreniya: ih vozmozhnosti dlya povysheniya kachestvennoy struktury urozhaya. [Occluded fertilizers: their potential for improving the qualitative structure of the crop]. *Interdepartmental thematic scientific collection Agrochemistry and Soil Science [Soils - Ecology - Food]*. P. 180-181. [in Russian].
8. Timchenko D. O., Hichka M. M., M. V. Kutsenko, A. A. Lisnyak [ta inshi] (2010). Naukovi ta prykladni osnovy zakhystu hruntiv vid eroziyi v Ukrayini. [Scientific and Applied Fundamentals of Soil Protection from Erosion in Ukraine]. *Kharkiv: NTU "KhPI"*. 460/ ISBN 978-966-593-820-0 [in Ukrainian].
9. Nahurs'kyu O. A. (2012). Kapsul'ovani mineral'ni dobryva. Kinetyka vyvil'nennya komponentiv iz polidispersnykh sumishey. [Capsulated mineral fertilizers. Kinetics of the release of components from polydisperse mixtures]. *Chemical industry of Ukraine*. 3 (110). 69-73. [in Ukrainian].
10. Taran A. L. (2003). EHffektivnye tekhnologii kapsulirovaniya granul azotsoderzhashchih udobrenij. [Effective technologies of capsulation of granules of nitrogen-containing fertilizers]. *Chemical industry today*. 7. 5-10. [in Russian].
11. Mal'ovanyu M. S. , Nahurs'kyu O. A., Bun'ko V. Ya., Druzyuk V. M. (2012). Teplomasoobmin protsesu kapsulyuvannya mineral'nykh dobryv vodnym rozchynom plivkoutvoryuyuchoyi kompozysiyi palyhors'kitmelyasa. [Heat-mass transfer of the process of encapsulation of mineral fertilizers by aqueous solution of the film-forming composition of paligorskyyt-molase]. *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyyi National University*. 2 (74). 117-120. [in Ukrainian].
12. Barna, I., Gumnytskyi, Y., Atamanyuk, V. (2013). Intradiffusion mass transfer during drying of slag gravel raw granule. *Chemistry & Chemical Technology*. 7(4). 461-465. [in English].

Надійшла до редколегії 08.09.2017

УДК: 911.6:504.75

Г. В. ТІТЕНКО, канд. геогр. наук, доц., **С. М. ШИРОКОСТУП**

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна

e-mail: titenko@karazin.ua

ПРОСТОРОВІ ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ТПВ В СИСТЕМІ «МІСТО-ПРИМІСЬКА ЗОНА»

Мета. Встановити залежність утворення несанкціонованих звалищ твердих побутових відходів з просторовими особливостями та соціально-економічними факторами. **Методи.** Польові, статистична обробка даних. **Результати.** В результаті проведення інвентаризації звалищ відходів, що відносяться до смт. Бабаї та с. Затишне виявлено 23 об'єкти. Кожний об'єкт проаналізовано відповідно до низки критеріїв, які розроблені для оптимізації процесів накопичення та видалення відходів в приміських зонах. На основі аналізу всі об'єкти класифіковано та об'єднано в групи за рядом спільних ознак. Проведений аналіз та класифікація звалищ дають змогу дати чітку прив'язку об'єктів до просторових особливостей, в межах яких вони були сформовані. Окрім цього, аналіз соціально-економічної складової дає уявлення про контекст утворення звалищ, особливості їх подальшого росту та морфологічний склад. На основі проведеного аналізу виділяються чотири зони ризику утворення та розвитку несанкціонованих звалищ відходів. Зони ризику виділяються на підставі кількості утворених звалищ, їх площі та особливостей динаміки зростання. **Висновки.** Виділені зони ризику утворення та росту несанкціонованих звалищ дають можливість побудови ефективної системи екологічного менеджменту та програми санітарного очищення територій. Прив'язка звалищ до просторових особливостей та соціально-економічних факторів дає змогу прогнозування та подальшого контролю, що буде направлений на зупинення утворення нових об'єктів. Важливим в даному підході є поняття «індивідуальності» населених пунктів, оскільки визначені зони ризику для одної групи населених пунктів, може бути неактуальним для наступного територіального кластеру управління.

Ключові слова: тверді побутові відходи, місто, приміська зона, критерії, показники, екологічний менеджмент територій

Titenko A. V., Shyrokostup S. M.

V. N. Karazin Kharkiv National University

SPATIAL CHARACTERISTICS OF WASTE MANAGEMENT IN THE "CITY-SUBURBAN" SYSTEM

Goal. To establish the dependence of the formation of unauthorized dumps of solid household waste with spatial features and socio-economic factors. **Methods.** Field, statistical data processing. **Results.** As a result of inventory of landfills of waste related to urban areas. Babai and s. Zatyshne 23 objects were discovered. Each object is analyzed in accordance with a number of criteria designed to optimize waste accumulation and disposal processes in suburban areas. On the basis of the analysis, all objects are classified and grouped into groups for a number of common features. The conducted analysis and classification of landfills enable to give a clear linking of objects to the spatial features within which they were formed. In addition, the analysis of the socio-economic component gives an idea of the context of the formation of landfills, the features of their further growth and morphological composition. On the basis of the analysis, four zones of risk of the formation and development of unauthorized waste landfills are allocated. Risk zones are allocated on the basis of the number of formed landfills, their area and the dynamics of growth. Conclusions dedicated areas of risk of the formation and growth of unauthorized dumps give the opportunity to build an effective system of environmental management and a program of sanitary clearing of territories. Binding landfill to spatial features and socio-economic factors allows for forecasting and subsequent control, which will be aimed at stopping the formation of new objects. Important in this approach is the concept of "individuality" of populated areas, since identified risk areas for one group of settlements, may be irrelevant for the next territorial cluster of management.

Keywords: municipal solid waste, city, suburban zone, criteria, indicators, ecological management of the territory

Титенко А. В., Широкоступ С. Н.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТБО В СИСТЕМЕ «ГОРОД-ПРИГОРОДНАЯ ЗОНА»

Цель. Установить зависимость образования несанкционированных свалок твердых бытовых отходов с пространственными особенностями и социально-экономическими факторами. **Методы.** Полевые,

статистическая обработка данных. **Результаты.** В результате проведения инвентаризации свалок отходов, относящихся к пгт. Бабаи и с. Затишное было обнаружено 23 объекта. Каждый объект проанализированы в соответствии с рядом критериев, которые разработаны для оптимизации процессов накопления и удаления отходов в пригородных зонах. На основе анализа все объекты классифицированы и объединены в группы по ряду общих признаков. Проведенный анализ и классификация свалок позволяют дать четкую привязку объектов к пространственным особенностям, в пределах которых они были сформированы. Кроме этого, анализ социально-экономической составляющей дает представление о контексте образования свалок, особенности их дальнейшего роста и морфологический состав. На основе проведенного анализа выделяется четыре зоны риска образования и развития несанкционированных свалок отходов. Зоны риска выделяются на основании количества образованных свалок, их площади и особенностей динамики роста. **Выводы.** Выделенные зоны риска образования и роста несанкционированных свалок дают возможность построения эффективной системы экологического менеджмента и программы санитарной очистки территорий. Привязка свалок в пространственных особенностях и социально-экономических факторов позволяет прогнозированию и последующего контроля, который будет направлен на остановку образования новых объектов. Важным в данном подходе является понятие «индивидуальности» населенных пунктов, поскольку определенные зоны риска для одной группы населенных пунктов, может быть неактуальным для последующего территориального кластера управления.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, город, пригородная зона, критерии, показатели, экологический менеджмент территории

Вступ

Система взаємодії міста та приміської зони являє собою складну модель, яка в комплексі охоплює всі можливі види людської активності та сфери життя.

Особливістю даних взаємовідносин є деяка односторонність, яка проявляється в повній ресурсній відданості приміських зон місту, та споживча роль другого у відношенні до першого. В таких умовах виникає необхідність модернізації підходу щодо менеджменту даних територій, оскільки, в першу чергу, наслідки «індивідуальних» систем менеджменту, в першу чергу, екологічного, відбиваються на стані навколишнього середовища всіх задіяних населених пунктів.

Розвиток міста неможливий без участі приміських поселень, вони є місцем зосередження об'єктів комунального господарства, центром виробництва продовольчих товарів та будівельних матеріалів, слугують джерелом водопостачання та забезпечують місто трудовими ресурсами. Окрім цього – населення приміської зони бере активну участь в економічному та культурному житті центрального міста.

В Україні взаємодія в даній системі є досить неоднозначною, зосереджую в собі ознаки як урбанізації, так і субурбанізації та урбанізації. Це в свою чергу викликає дисонанс не тільки з огляду теоретичного виявлення моделі розвитку системи, а й ставить безліч суперечливих питань щодо розвитку даного зв'язку.

Для міста Харкова дане твердження можна проілюструвати наступними населеними пунктами:

- с.м.т. Пісочин – спостерігається ак-

тивний процес урбанізації, збільшення кількості новобудов, селище фактично вже об'єдналось з сусідніми населеними пунктами, межа з м. Харків стає все дедалі умовною.

- с.м.т. Бабаї та с. Радгоспне – спостерігається процес субурбанізації – в селищах з'являються будинки заможних людей, починає домінувати двоповерхова забудова, населені пункти стали популярними серед людей високого достатку, як засіб відволіктись від міського життя (при цьому зберігаючи місце роботи в м. Харків). В той же час – інфраструктура селищ розвивається дуже повільно, не встигаючи за розвитку та потребами соціуму.

- с.м.т. Покотилівка – спостерігається процес рурбанізації – в населеному пункті спостерігається значна кількість багатопверхових будинків (здебільшого 5ти по верхівки), з'являється виражений ринок, є приміщення суду, школи, професійні заклади навчання, функціонує лікарня, є міський транспорт. Але в той же час – процес є не дуже активним та по суті «замороженим», оскільки за останні роки інфраструктура не почала розвиватися та відповідати вимогам, які почали формуватись в с.м.т. Через це – Покотилівка є доволі типовим поєднанням як міського так і селищного способу життя населення.

Як вже було сказано – приміська зона є важливим ресурсним центром для міста, але в свою чергу – місто не займається розвитком інфраструктури, що слугує як засіб комунікації двох об'єктів. В свою чергу це

викликає ряд проблем, в першу чергу екологічних.

Приміські зони не мають власних очисних споруд (споруди які є – як правило вже не функціонують та представляють собою болота рідких відходів), натомість в приміських зонах встановлюються очисні споруди, що обслуговують місто. Одним із таких прикладів є екологічна проблема, яка має регіональний масштаб, але знаходиться

без відповідної уваги – в с.м.т. Хорошево функціонує «Хорошевський геріатричний пансіонат», очисні споруди, які повинні обслуговувати даний об'єкт вже давно не функціонують, через це всі нечистоти сплавляються напряму до р. Уди, для міста Харкова це не є ключовою проблемою, оскільки цього місце знаходження вище за течією, але в той же час – основними клієнтами пансіонату являються мешканці м. Харкова.

Методи дослідження

Для складання системи управління потоками ТПВ в приміських зонах пропонується створення системи екологічного менеджменту, яка буде розроблятися окремо для кожного кластеру територій на основі групи розроблених критеріїв. При складанні груп критеріїв нами використана методика дослідження зв'язків між територіальними елементами земель приміської зони, які представлені системою та функціональними заходами землеустрою з використанням інженерної інфраструктури, що розміщена на землях різних категорій.

Серед основних етапів оптимізації структури приміських територій можна виділити наступні:

- проведення аналізу сучасної планувальної структури;
- проведення комплексної оцінки території;
- розробка перспективної структури території;
- складання схеми функціонального зонування території;

- розробка заходів з раціонального використання природних ресурсів та охорони довкілля [12].

Прийняття рішень з організації та розвитку територій приміських зон повинна передувати аналітична робота, яка включає в себе, з одного боку, комплексний та всебічний аналіз територій приміських зон, а з іншого дослідження, направлені на виявлення різноманітних функціональних особливостей приміських територій та на моделювання їх оптимальної планувальної структури. Основою розвитку приміських територій є комплексна їх оцінка, а початковим етапом щодо їх організації - функціональне зонування та побудова оптимальної структури землекористувань.

Одним із ключових важелів виконання вимог раціонального використання та розвитку приміських територій є еколого-економічне планування як метод ефективного і взаємоузгодженого розміщення всіх видів землекористувань на даній території.

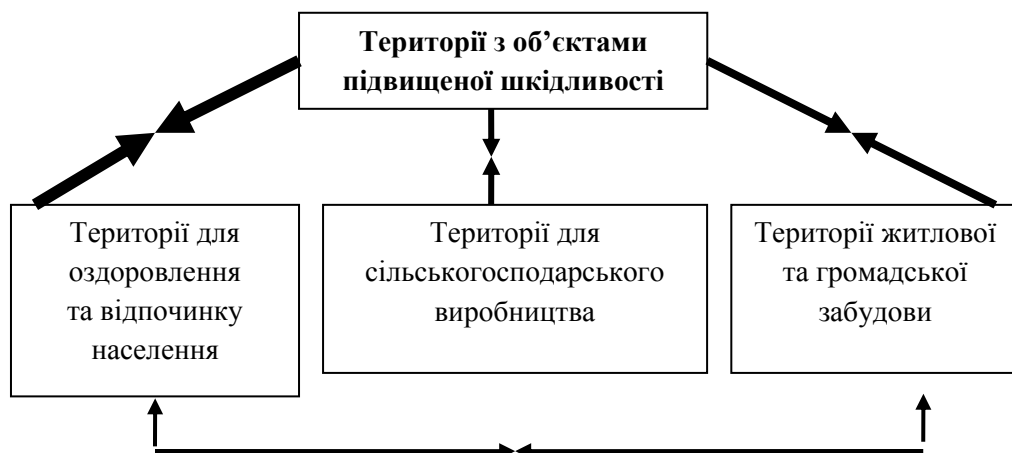


Рис. 1 - Схема конфліктності територій з позицій охорони довкілля [13]

Під еколого-економічним аналізом необхідно розуміти комплекс досліджень, спрямованих на виявлення особливостей територій, які визначають напрямки перспективного їх розвитку та використання і сприяють раціональному розміщенню галузей народного господарства, найбільш ефективному використанню природних ресурсів і охороні довкілля.

Ступінь конфліктності при встановленні територій переважного використання з позицій охорони довкілля можна представити у вигляді рис. 1.

В загальній схемі еколого-економічної оцінки приміських територій (рис. 2), встановлено, що оцінка території полягає в характеристиці загальної природної ситуації з визначенням закономірностей природних процесів, без знання яких неможливо розробляти і проводити заходи з раціонального еколого-економічного використання територій та охорони довкілля. Вона повинна включати характеристику тих природних умов, які мають значний вплив для вирішення проблем ефективності еколого-економічного розвитку території: клімат, гідрологічні особливості, ґрунтовий покрив, характер рослинності, ландшафтів тощо.

На основі даної методики виведено три

групи критеріїв, які в комплексі описують всі фактори утворення несанкціонованих звалищ ТПВ та технічні можливості створення системи збору та утилізації відходів і подальшого санітарного очищення територій. При виділенні та створенні кластерів виділяємо три основних групи критеріїв:

- Група соціальних критеріїв: кількість населення, кількість працездатного населення, кількість населення, що реально працюють, кількість населення, що працюють безпосередньо за місцем проживання, кількість населення, що працюють в центральних містах, кількість освітньо-виховних та соціальних закладів, наявність адміністративного управління.

- Група економічних критеріїв: стан дорожньо-транспортної системи, торгово-промисловий комплекс, забудова населеного пункту, зони рекреації, штучне освітлення населеного пункту, житлово-комунальне господарство.

- Група природних умов: віддаленість від центру міста; суміжна відстань; яружно-балочна система; наявність водних об'єктів; основні екологічні проблеми; наявність територій та об'єктів природно-заповідного фонду; землі зайняті сільським господарством [15].

Результати дослідження

В якості експерименту та побудови кластеру для створення системи екологічного менеджменту розглядається територія смт. Бабаї (Харківський район, віддаленість від м. Харків 3 км) та с. Затишне (Харківський район, віддаленість від м. Харків 5 км). Для збору необхідних даних було проведено інвентаризацію несанкціонованих звалищ відходів, які відносяться до вказаних населених пунктів. Морфологічний склад ТПВ звалищ у % від загального об'єму звалищ встановлено візуальним аналізом, тому несе в собі похибку, але дає уявлення про загальну динаміку та стан звалища. В результаті інвентаризації виявлені 23 об'єкти, що мають різні площі, морфологічний стан, фактори утворення то росту.

Для більш точного аналізу необхідно провести співставлення описаних при інвентаризації звалищ відходів до ряду розроблених критеріїв. Це дасть змогу визначити основні звалища відходів в населеному пункті та особливості їх утворення (що будуть

прив'язані до ряду факторів), потенційні місця утворення нових звалищ, та – визначити місця, в яких прецедент появи місця складування відходів можна віднести до випадкових факторів.

Об'єкт №1 – заходиться на території Бабаївського лісгоспу. Характерною особливістю – є його неправильна форма, він представляє собою ряд точкових звалищ, що утворенні відходами, здебільшого, зібраних в сміттєві пакети, поліпропіленові мішки та ін. Звалище знаходиться вздовж ґрунтової дороги. Домінуючою фракцією є пластик, поліетилен та упаковочна плівка. Звалище знаходиться біля вул. Сковороди, недалеко від рогу з вул. П. Потапенко. Забудова території представлена виключно приватним сектором, об'єкти інфраструктури – відсутні. Дорожній покрив – оцінюється в 3 бали (асфальтне покриття є, але потребує ремонту, наявні значні дефекти). Освітленість вулиці – відсутня. Контейнери для збору відходів знаходяться на відстані

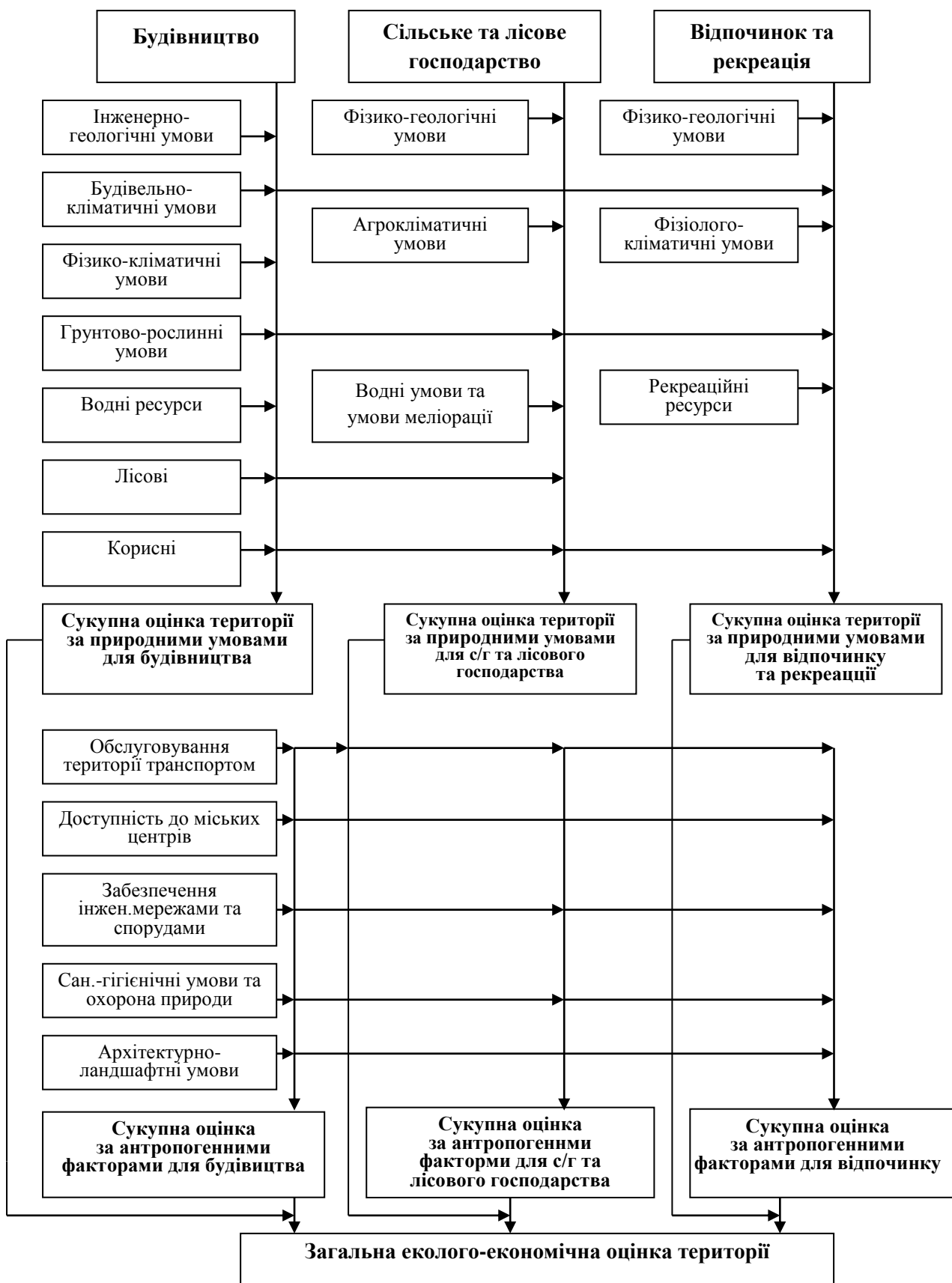


Рис. 2 – Схема еколого-економічної оцінки приміських територій [13,14]

150 м від звалища по вул. Сковороди (2 шт) та на відстані 200 м по вул. П. Потапенко (1 шт, біля приватного будинку). Рельєф ділянки є рівнинним, що є важливим фактором, оскільки утворення звалища не прив'язане до негативної форми рельєфу, а залежить від соціальних важелів. З аналізу звалища можна зробити висновок – джерелом утворення об'єкту, скоріш за все, є мешканці, які вивозять відходи з більш дальніх ділянок селища, в основній своїй частині. На це вказує ряд наступних факторів:

- Відходи (майже 60% всього об'єму) упаковані в мішки та пакети;
- Домінуючими фракціями є пластикова тара та скло;
- Майже відсутні великогабаритні відходи та відходи господарської діяльності
- Харчові відходи, які стихійно зведені до об'єкту – складають всього лише близько 10% від загального об'єму.

Окрім цього, звалище використовується не дуже активно, на що вказують покриття частини звалища рослинністю, та ґрунтова дорога, яка також починає заростати.

Об'єкт №2 – знаходиться на території Бабаївського лісгоспу. Звалище знаходиться на відстані 10 м від вул. Сковороди. Об'єкт має витягнуту форму, розташований вздовж ґрунтової дороги, що проходить лісом. Звалище складається з комплексу точкових об'єктів. Стан дорожнього покриття вул. Сковороди оцінюється в три бали. Забудова вулиці представлена приватним сектором. Освітленість вулиці представлена одним справним ліхтарем. На відстані 30 м від звалища знаходяться контейнери для збору відходів (2 шт). Найближчий рекреаційний об'єкт – ресторація «Сковорода», знаходиться на відстані 300 м. Територія звалища має рівний рельєф. Аналіз звалища дає наступні результати:

- Домінуючими фракціями звалища є пластик, поліетиленова упаковка та скло;
- Більшість відходів упаковані в сміттєві мішки, пакети та поліпропіленові мішки, що вказує на завезення відходів з інших вулиць селища;
- Ріст звалища є динамічним, на що вказує значна кількість нещодавно завезених відходів;
- На об'єкті присутні стихійно звалені харчові відходи та частково будівельні і господарчі відходи (пінопластові блоки, елементи одягу тощо), що говорить про ак-

тивну участь мешканців вул. Сковороди та сусідніх вулиць (вул. Грушнікова).

Таким чином, об'єкт №2 є динамічним, має потенціал до зростання. Місце накопичення відходів є не випадковим, та пояснюється рядом факторів.

Об'єкт №3 – представляє собою вищої, яка заповнена відходами. Площа об'єкта складає 1х6 м. Звалище знаходиться у лісі, джерелом поповнення та росту звалища – є Бабаївське кладовище, яке знаходиться в 50 м від об'єкта. Динамічність росту звалища досить низька, це можна побачити по відходам, які частково покритті минулорічним листям.

Об'єкт №4 – звалище, яке знаходиться на території Бабаївського кладовища. Ріст звалища має певну сезонність, домінуючими фракціями є відходи пластику та скла. Разом ці фракції займають близько 70% всього об'єму відходів. Стан дорожнього покриття біля кладовища оцінюється в 2 бали (твердого покриття майже немає). Освітлення – відсутнє. Контейнерів для збору відходів – немає. Важливим є факт періодичного спалювання звалища, це очевидно з візуальної оцінки його стану. Це є характерною рисою даного об'єкта, оскільки окрім фізичного забруднення, відбувається ще й хімічне.

Об'єкт №5 – представляє собою локальний об'єкт, фракційний склад в якому представлений виключно будівельними відходами. Рельєф території, на якій знаходиться об'єкт, рівнинний. Звалище знаходиться на території Бабаївського лісгоспу, має незначну площу. Перераховані факти, дають підставу для твердження, що об'єкт виник в результаті разового скиду відходів місцевими мешканцями. З іншої сторони – подібні звалища створюють прецедент утворення більш масштабних об'єктів, та утворює зону ризику на даній території.

Об'єкт №6 – представляє собою звалище на території нежилого будинку по вул. Козацькій. Стан дорожнього покриття по вулиці оцінюється в 2 бали. Об'єкти інфраструктури – відсутні. Освітлення вулиці – відсутнє. Рельєф території звалища – рівнинний. Домінуючою фракцією є відходи ПЕТ, скла, харчові відходи. Джерелом утворення є місцеві мешканці, які проживають в сусідніх будинках. Динамічність даного об'єкта є не дуже високою, через низьку щільність заселення вулиці.

Об'єкт №7 – звалище по вулиці Медовій. Об'єкт знаходиться на дніщі яру. Дорожнє покриття вулиці – оцінюється в 2 бали. Освітлення вулиці відсутнє. Об'єкти інфраструктури та господарчі об'єкти поруч відсутні. Домінуючими фракціями є пластик, поліетиленова плівка, скло та відходи класу інше (елементи одягу, будівельні відходи, харчові відходи). Перераховані фактори вказують на те, що джерелом утворення звалища є населення вул. Медова та сусідніх вулиць. Динамічність росту визначена як висока, на що вказую відсутність покриття відходів звалища рослинністю та опалим листям. Окрім цього – біля звалища є табличка з застереженням викидання відходів, що була встановлена місцевими активістами. Це говорить про високий резонанс серед населення щодо проблеми утворення цього звалища.

Об'єкт №8 – представляє собою звалище тари відходів обслуговування транспорту та будівельних відходів. Звалище знаходиться біля ставка Бабаївська гайдучка, рельєф території звалища – рівнинний. Джерелом утворення звалища може бути ТОВ «Антарекс», яке знаходиться на відстані 1200 м від об'єкта. Або інше автотранспортне підприємство, яке може бути офіційно не зареєстрованим на даній території.

Об'єкт №9 – представляє собою звалище відходів на схилі, біля ставка Бабаївська гайдучка. Фракції представлені виключно будівельними відходами. Стан дорожнього покриття по вулиці оцінюється в 2 бали. Джерелом утворення є будівництво, яке проходить поруч з об'єктом. Даний об'єкт має підвищений рівень ризику щодо подальшого розростання – наявний прецедент викидання відходів, рельєф є типовим для утворення стихійного звалища відходів.

Об'єкт №10 – представляє собою звалище по вул. Стадіонній, фракційний склад – відходи оргтехніки та скла. Об'єкт утворений в результаті разового викиду відходів, за своєю природою несе низький рівень ризику щодо подальшого росту, оскільки його місце розташування є доволі нетиповим.

Об'єкт №11 – представляє собою стихійне звалище відходів площею 25х30м, яке розташоване на схилі яру, що йде від вулиці Жовтневою, та проходить до вул. Стадіонної. Звалище знаходиться в зеленій зоні. Вул. Жовтнева має дорожнє покриття

з оцінкою 2 бали, вул. Стадіонна – дорожнє покриття з оцінкою 4 бали. Фракції, представлені на звалище, є доволі різноманітними (зустрічаються елементи живлення, великогабаритні відходи), що наближає даний об'єкт до несанкціонованого полігону. Звалище, очевидно, має високу динамічність, джерелом утворення є місцеве населення не тільки перерахованих вулиць, а й всього селища, про що свідчить масштабність об'єкту. Окрім цього, звалищем користується два підприємства, які знаходяться поруч – СТО «Дорожня карта» та ТОВ «Антарекс», що знаходяться по вул. Слобідська. Суміжним об'єктом є звалище під номером 12 (площа 30х35м), який територіально знаходиться через перешийок на схилі, і є ще масштабнішим та динамічнішим, про це свідчить наявність значної кількості великогабаритних відходів, та відкритість звалища, що пояснюється порушенням росту флори на даному об'єкті. На об'єкті присутні сліди техніки, яка розрівнює частину звалища.

Об'єкт №13 – розташований на схилі, що йде до Бабаївського ставка зі сторони вул. Весела, представляє комплекс точкових звалищ. Дорожнє покриття вулиці оцінюється в 2 бали. Джерелом утворення звалища є мешканці вулиці, на що вказує точковість та локальність об'єктів, фракційний склад – домінування пластику та скла, харчових відходів. Незважаючи на невелику площу об'єктів, вони є доволі динамічними, а площа окремих компонентів звалища, що коливається в межах 2х5м, пояснюється постійним виносом відходів зі схилу до ставка.

Об'єкт №14 – представляє собою звалище біля мосту, що йде через канал від ставка до заплави р. Уди. Звалище знаходиться на узбіччі вул. Командарма Шумілова, дорожнє покриття вулиці оцінюється в 4 бали. Поруч знаходиться автобусна зупинка, клуб «Європа». Контейнери для збору відходів поруч відсутні. Освітлення представлено ліхтарями біля клубу. Фракційний склад представлений здебільшого відходами ПЕТ, плівки та скла. Значна частина відходів упакована в пакети, мішки що говорить про джерело утворення звалища – місцеві мешканці, клуб «Європа». Звалище є динамічним, потенційним до зростання, що пояснюється його місцем знаходження (понижена частина рельєфу), здатністю до ви-

мивання по заплаві річки, густонаселеному районі.

Об'єкт №15 – представлений звалищем будівельних відходів – цегли. Рельєф територій об'єкту – рівнинний. Знаходиться поруч з вул. Михайлівською. Стан дорожнього покриття – 4 бали. Об'єкт не має закономірності утворення та динамічності, є локальним разовим викидом будівельних матеріалів. Цілком можливе його ліквідація в короткі терміни, оскільки даний вид відходів представляє ресурсну цінність для господарства приватного сектору. Але на даний момент – об'єкт представляє потенційне місце подальшого накопичення побутових відходів.

Об'єкт №16 – представлений масштабним несанкціонованим звалищем відходів, площа якого перевищує параметри 120x100 м. Знаходиться з південної сторони в'їзду до смт. Бабаї та с. Затишне. Стан дорожнього покриття – 4 бали. Освітлення відсутнє. Контейнери для збору відходів поблизу відсутні. Найближчий об'єкт інфраструктури – магазин продовольчих товарів та парк відпочинку ім. Софієнко, що знаходиться на відстані 1,5 км від об'єкту. Звалище займає частину вирівняної ділянки та частину схилу. Характерною рисою об'єкту є втручання техніки, яка займається розрівнюванням звалища, та просуванням його далі по схилу. Об'єкт по візуальній оцінці наближений до полігону – домінуючу фракцію одразу виявити дуже важко, оскільки наявні як харчові та побутові відходи, так і великогабаритні будівельні відходи, та відходи виробництва. Найближчий господарчий об'єкт – рілля, периферійна частина якої, вкрити фракціями, що легко видуваються з полігону (ПЕТ плівка та тара). Звалище є дуже динамічним, на що вказує його масштаби та втручання техніки. Джерелом утворення об'єкту є мешканці смт. Бабаї, с. Затишне, смт. Високий, смт. Хорошево, навіть населення м. Харків, яке використовує звалище як об'єктом нелегального та безкоштовного складування великогабаритних.

Об'єкт №17 – звалище по вул. Космічній (с. Затишне), розташоване в пониженій частині рельєфу. Стан дорожнього покриття оцінюється в 1 бал. Освітлення відсутнє. Забудова представлена приватним сектором (одно- та двоповерховими будинками). На відстані 400 м знаходиться парк відпочинку ім. Софієнко, магазин продовольчих

товарів. На відстані 200 м знаходиться 1 контейнер для збору відходів. Домінуючою фракцією на звалищі є ПЕТ відходи. Присутні елементи оргтехніки, харчових та будівельних відходів. Неоднорідний склад говорить про те, що місце утворення відходів є типовим місцем складування відходів місцевим населенням. Звалище є динамічним відносно потенціалу свого росту.

Об'єкт №18,19 – за своїм походженням та складом є доволі однорідними. Знаходяться на відстані 200 м один від одного, займають понижену частину рельєфу в зеленій зоні. Стан дорожнього покриття оцінюється в 1 бал. Освітлення вулиці відсутнє. Забудова представлена приватним сектором. На відстані 150 м від звалища наявний контейнер для збору відходів. Джерелом утворення звалищ є місцеве населення. Ріст звалищ є динамічним.

Об'єкт №20 - звалище знаходиться між Шевченківським провулком та вул. Шляховою. Місце знаходження – покинуті будинки. Звалище представляє собою розтягнутий об'єкт, основними точками концентрації відходів є споруди, та зелені зони. Поруч зі звалищем знаходиться багатоквартирний будинок (3 поверхи). Стан дорожнього покриття оцінюється в 2 бали. Об'єктів інфраструктури немає. Характерною рисою звалища – є зібрані в пакети та мішки відходи, що говорить про джерело утворення звалища – активність місцевого населення. Звалище є динамічним, та слугує місцем викидання відходів жилим масивом, що оточує даний об'єкт.

Об'єкт №21 – представлений звалищем на заплаві р. Уди біля вулиці Михайлівська. Стан дорожнього покриття оцінюється в 1 бал. Найближчі будинки знаходяться на відстані 250 м (приватний сектор). Звалище є невеликим об'єктом, домінують побутові відходи (ПЕТ), динаміка звалища є не дуже високою, це пояснюється малою щільністю населення на даній території. Рельєф розміщення об'єкту – рівнинний.

Об'єкт №22 – представляє собою звалище побутових відходів біля вулиці Літня. Об'єкт знаходиться в пониженій частині рельєфу. Дорожнє покриття по вулиці оцінюється в 2 бали. Освітлення відсутнє. Забудова не дуже щільна, представлена приватним сектором. Звалище має низьку динаміку росту, через знижений рівень ак-

тивності населення. Домінуючою фракцією є ПЕТ та скло.

Об'єкт №23 – представлений звалищем відходів на пониженій частині заплави р. Уди. Знаходиться по вул. 22го Січня, стан дорожнього покриття оцінюється в 4 бали. Освітлення відсутнє. Забудова вулиці представлена приватним сектором. Домінуючою фракцією є ПЕТ та відходи класу інше (елементи одягу, тощо), що є типовим для звалища, що розташоване в приватному секторі низької щільності забудови. Це і пояснює відносно низьку динаміку росту звалища. Контейнерів для відходів по вулиці немає. Найближчим об'єктом інфраструктури є Будинок Культури смт. Бабаї, що знаходиться на відстані 250 м від об'єкту.

По вулиці Командарма Шумілова знаходяться два важливих об'єкти – сільська лікарня та відділення Нової Пошти. Зва-

лищ поблизу даних об'єктів виявлено не було, так само як і не було виявлено контейнерів для збору відходів.

З огляду на результати дослідження видно, що домінуючими фракціями на звалищах є відходи пластику та скла, третьою домінуючою фракцією є відходи класу інше, куди відносяться харчові відходи, будівельні відходи, елементи одягу тощо. У відсотковому відношенні середні показники кожної фракції складають: відходи пластику 40%, скло 10%, відходи класу інше – 25%.

Наступним важливим показником аналізу звалищ – є їх площа. Площа звалища дає уявлення про активність використання об'єкта місцевим населенням та господарчими суб'єктами. Результати аналізу площі звалищ показані на рис. 3 (діаграма подана без об'єкта 16, його площа складає близько 12000 м²).

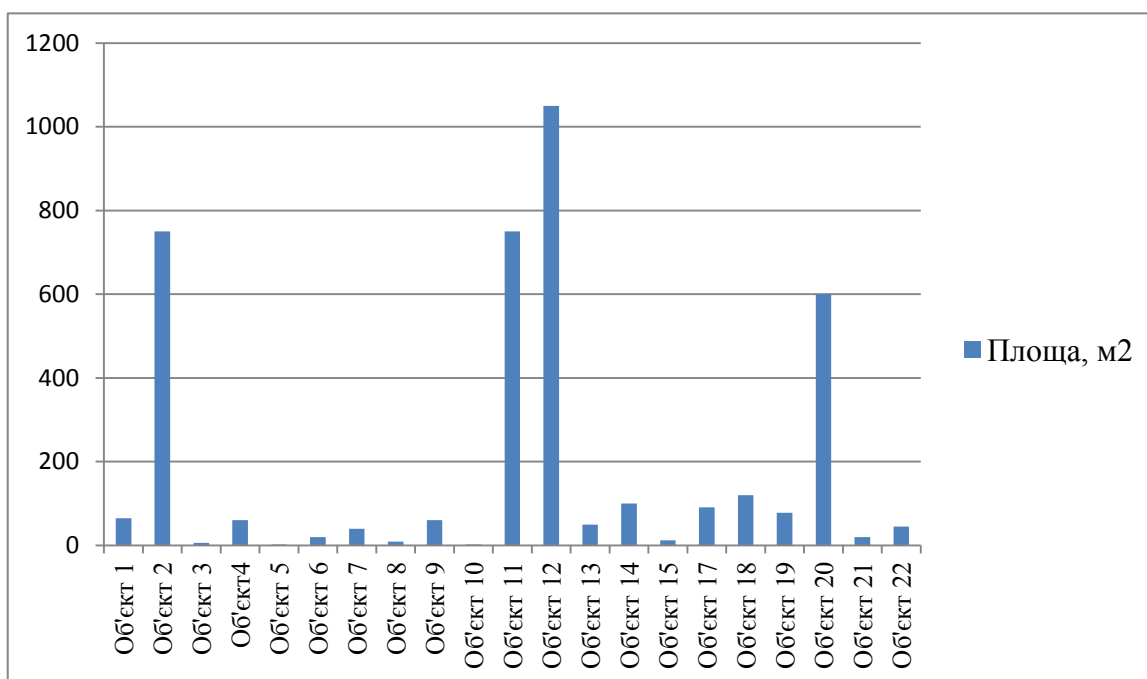


Рис. 3 – Співставлення площ несанкціонованих звалищ ТПВ смт. Бабаї та с. Затишне

Аналізуючи дані дослідження визначаємо, що найменша площа звалища складає 2м² – об'єкт №5 та об'єкт №10, найбільшу площу має об'єкт №16, його площа складає близько 12000 м². Наступною задачею – є виділення найбільших звалищ та пошук закономірності їх утворення – прив'язка до рельєфу, господарських об'єктів, особливості інфраструктури. Це дасть змогу виділення поясів ризику утво-

рення та розростання несанкціонованих звалищ в приміській зоні.

Виявлені об'єкти, які мають площу до 20м² не мають динамічності, та чітких прив'язок за розробленими критеріями. Як правило – це звалища, які утворилися в результаті разового вивозу відходів мешканцями приватного сектору. Дані об'єкти розташовуються вздовж доріг або ж на території лісу, в значній віддаленості від приват-

ного сектору. Натомість об'єкти, які мають площу від 20м² можуть складати вірогідність подальшого розвитку та утворення масштабного звалища, оскільки вони мають прив'язку до відповідних природних чи антропогенних факторів утворення. На рис. 4 вказані звалища з площею від 20м² (діаграма подана без об'єкта 16, його площа складає близько 12000 м²).

З аналізу обраних об'єктів можна визначити таку закономірність – всі вони мають прив'язку до особливостей рельєфу або

ж прив'язку до зеленої зони. Окремо можна виділити території утворення звалищ, яка представляє собою покинуті будинки. Сегментуючи звалища за принципом територіального утворення маємо результат, який вказано на рис.5 (діаграма подана без об'єкта 16, його площа складає близько 12000 м², місце знаходження – південь смт. Бабаї, схил яру).

Дані, які представлені на діаграмі вказують, що основна частина звалищ має прив'язку до понижених частин рельєфу –

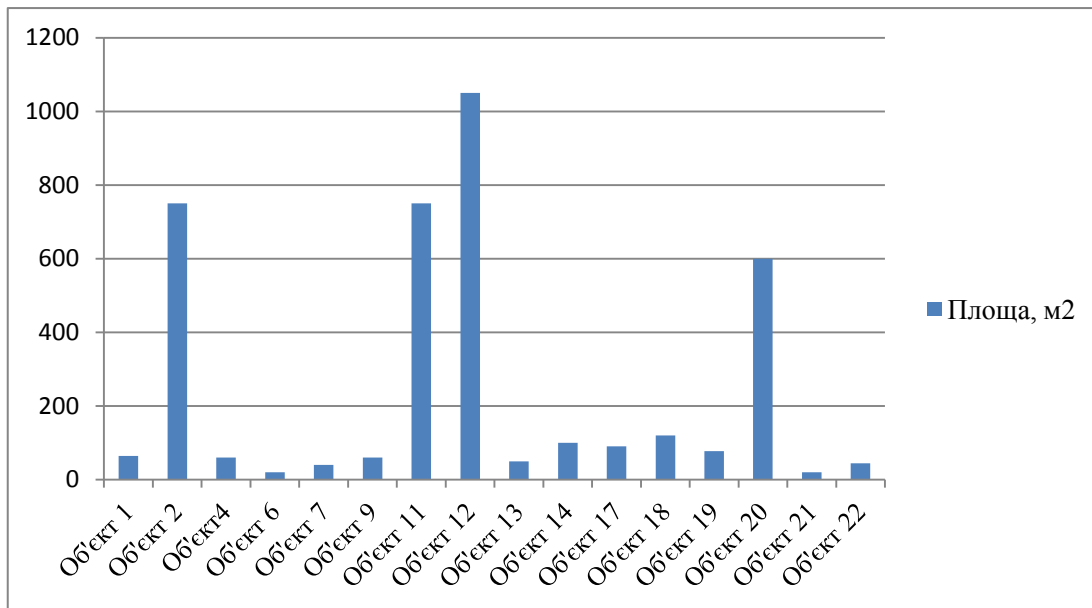


Рис. 4 Звалища ТПВ смт. Бабаї та с. Затишне площею більше 20м²

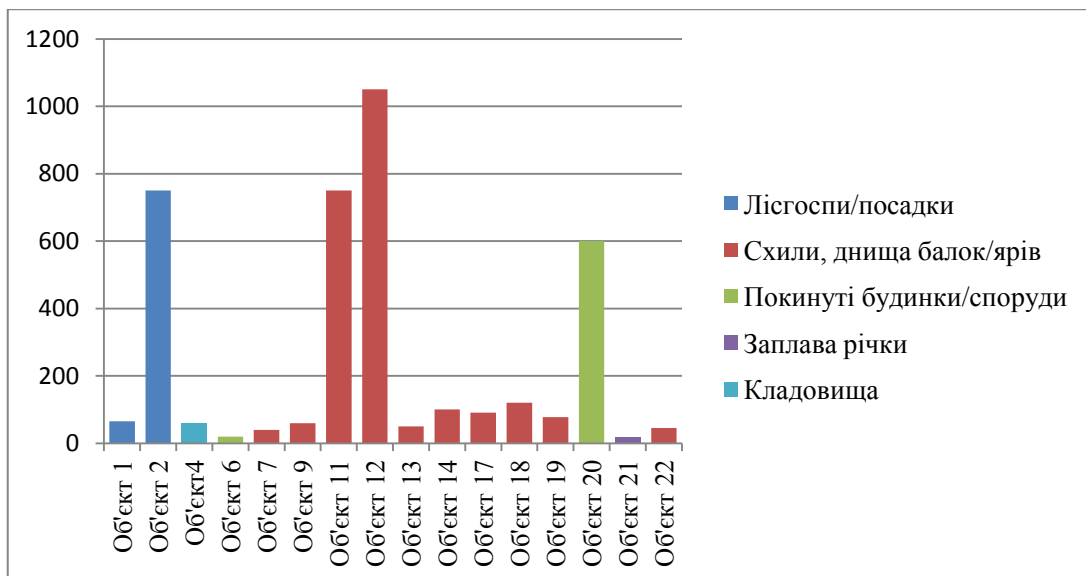


Рис. 5 – Прив'язка звалищ ТПВ до просторових факторів утворення

звалища – територія лісгоспу. Окремо слід виділити антропогенні об'єкти, що стали місцем розвитку несанкціонованих звалищ – покинуті будинки та споруди, а також кладовище. В конкретному випадку – заплава річки включає лише одне звалище, але це не вказує на закономірність для інших населених пунктів.

Окрім цього, важливим є оцінка здатності звалищ до переміщення основною своєю масою або ж окремими фракціями. Дані переміщення можуть здійснюватись в результаті випадання опадів, танення снігів, паводків, дії вітру тощо. Оцінка за даними параметрами дасть комплексне уявлення щодо прив'язки об'єктів до сусідніх населених пунктів. Для прикладу: звалища, що розташовані в зеленій зоні (лісгоспи/посадки) мають низьку пересувну здатність, оскільки тут буфером слугують дерева; звалища що розташовані та прив'язані до негативних форм рельєфу є більш «рухливими» оскільки можуть транспортуватися по ярочно-балочній системі під час танення снігів або сильних опадів, або ж (у разі близькості до водного об'єкту) – вимиватись до водоймищ та транспортуватись під силою течії тощо.

Таким чином, можна виділити чотири пояси ризику утворення несанкціонованих звалищ в приміській зоні з відсутньою централізованою системою збору та видалення побутових відходів. Зони ризику пропонується оцінювати за 4 бальною шкалою відповідно, де:

- 4 – зона підвищеного ризику, території що типові для утворення звалищ та подальшого їх розростання, характеризується високою динамічністю росту, утворені звалища мають змогу до транспортації під дією опадів, сезонного танення снігів, можливості виносу вітром тощо;

- 3 – зона високого ризику утворення локальних звалищ, територія типова для утворення звалища, має меншу динамічність, здатність до розповсюдження фракцій понижена;

- 2- зона помірному ризику утворення звалищ, помірна динамічність росту, здатність до транспортації окремих фракцій – середня.

- 1 – низький рівень ризику утворення та росту звалищ відходів, має прив'язку до забудови населення або інфраструктурних об'єктів, являють собою «закриті» об'єкти в межах населеного пункту.

Використовуючи дану шкалу оцінювання зон ризику утворення та розвитку несанкціонованих звалищ відходів надаємо оцінку для територій, на яких було виявлено звалища відходів в смт. Бабаї та с. Затишне (рис.6).

Таким чином, зоною найбільшого ризику утворення та розростання звалищ відходів є негативні форми рельєфу – це типові об'єкти, що стають центром для утворення та розвитку несанкціонованих звалищ.

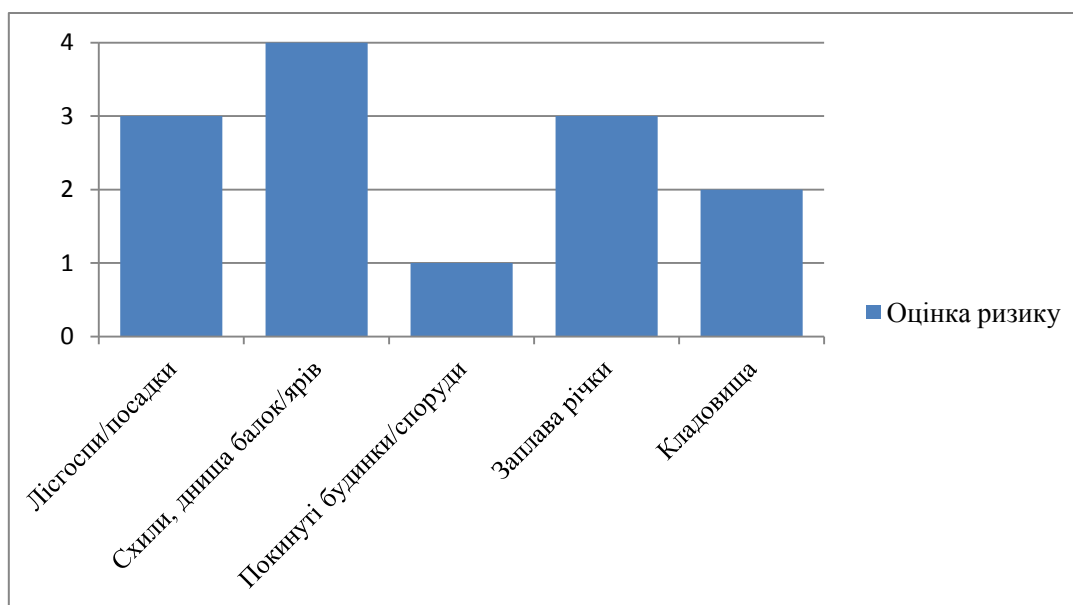


Рис. 6 – Зони ризику утворення звалищ ТПВ смт. Бабаї та с. Затишне

Висновки

При аналізі населених пунктів приміських зон на предмет утворення несанкціонованих звалищ відходів важливим є комплексний аналіз еколого-економічних критеріїв та соціальних факторів, які дають дані та уявлення не тільки про фактичний стан та кількість звалищ, а також дають змогу прогнозування подальшого росту та виділення зон ризику місць утворення звалищ відходів. Таким чином, вивчається не тільки факт утворення звалища та наявність проблеми, а виділяється контекст, в якому дана проблема була утворена.

- За даними інвентаризації виявлено 23 звалища відходів на території смт. Бабаї та с. Затишне. Шляхом співставлення об'єктів з розробленими критеріями виділяється 4 зони ризику утворення та росту звалищ на території даних населених пунктів:

- 4 – зона підвищеного ризику, території що типові для утворення звалищ та подальшого їх розростання, характеризуються високою динамічністю росту, утворені звалища мають змогу до транспортації під дією опадів, сезонного танення снігів, можливості виносу вітром тощо;

- 3 – зона високого ризику утворення локальних звалищ, територія типова для утворення звалища, має меншу динамічність, здатність до розповсюдження фракцій понижена;

- 2- зона помірного ризику утворення звалищ, помірна динамічність росту, здатність до транспортації окремих фракцій – середня.

- 1 – низький рівень ризику утворення та росту звалищ відходів, має прив'язку до

забудови населення або інфраструктурних об'єктів, являють собою «закриті» об'єкти в межах населеного пункту.

Важливим в даному підході є поняття «індивідуальності» населених пунктів, оскільки визначені зони ризику для одної групи населених пунктів, може бути неактуальним для наступного територіального кластеру управління.

З огляду на результати дослідження видно, що домінуючими фракціями на звалищах є відходи пластику та скла, третьою домінуючою фракцією є відходи класу інше, куди відносяться харчові відходи, будівельні відходи, елементи одягу тощо. У відсотковому відношенні середні показники кожної фракції складають: відходи пластику 40%, скло 10%, відходи класу інше – 25%.

Ефективне управління та впровадження системи екологічного менеджменту територій в системі «місто-приміська зона» в частині управління потоками ТПВ є складним та неоднозначним завданням і, скоріш за все, буде вимагати покрової оптимізації критеріїв та показників. Але, за умови коректного створення і впровадження, система буде мати не трафаретний характер адміністративного управління, що націлений на процес, та не може бути втілений в населеному пункті через проблеми (які по суті є особливостями стану та розвитку), а буде окремо (індивідуально) розробленою системою екологічного менеджменту території, що включає в себе всі сучасні та актуальні для окремого населеного пункту показники та критерії.

Література

1. Джекобс Д., Смерть и жизнь больших американских городов/ пер. С англ. М: Новое издательство. 2011. 460 с.
2. Перцик Е.Н. Геоурбанистика : учебник для студ. высш. учеб. заведений . М. : Издательский центр «Академия», 2009. 432 с.
3. Безлюбченко О.С., Завальний О. В., Черноносова Т. О. Планування і благоустрій міст : навч. посібник для студентів усіх форм навчання та слухачів другої вищої освіти за напрямом підготовки 0921 (6.060101) – «Будівництво», Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х. : ХНАМГ, 2011. 191 с.
4. Наказ Міністерства будівництва, архітектури та ЖКГ України від 05.04.07 № 121 «Правила з технічної експлуатації полігонів твердих побутових відходів». URL: http://www.uazakon.com/documents/date_6s/pg_gewcov.htm
5. Краснянский М.Е. Утилизация и рекуперация отходов. Харьков: Бурун Книга, 2007. 265с.
6. Державні санітарні правила та норми ДСанПіН 2.2.7. 029-99. URL: <http://dei.gov.ua/menyu-4/2012-01-22-11-28-44/1298-sanpin-gigiyena.html>
7. Державні будівельні норми України. Проектування. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування. ДБН В.2.4-2 2005. URL: <http://profidom.com.ua/v-2/v-2-4/1703-dbn-v-2-4-2-2005-poligoni-tverdh-pobutovih-vidkhodiv-osnovni-polozhenna-projektuvanna>

8. Любешкина Е. Г. Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения. *Ресурсосберегающие технологии : Экспресс-Информ. ВИНТИ*. 2002. № 24. С. 3-7.
9. Пинаев В. Е. Проблемы загрязнения окружающей среды твердыми отходами. *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 6, Экономика*. 2003. №4. С. 92-106.
10. Плаксицкая И. П. (Кремнева И. П.). Косинова И. И. Классификация полигонов отходов и экологическая безопасность территории. *Экология ЦЧО РФ*. 2008. № 1-2. С. 54-62.
11. Гуман О. М. Экологический мониторинг на полигонах твердых бытовых и промышленных отходов. Записки Горного института. *Проблемы современной инженерной геологии*. Санкт-Петербург, 2003. С.58-60.
12. Кахнич П.Ф., Причинно-наслідкові зв'язки землекористувань з екологічною ситуацією в приміських зонах. *Інженерна геодезія*. 2003. Вип. № 49. С.141-151.
13. Кахнич П.Ф., Основні принципи формування та оцінки приміських територій. *Вісник НУВГП*. Рівне: НУВГП, 2006. №1. С.194-200.
14. Кахнич П.Ф., Формування приміських територій крупних та великих міст. Праці міжн. конф. "Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища". Алушта. 2005. С.102-107.
15. Тітенко Г.В., Широкоступ С.М., Підходи до вирішення проблеми видалення твердих побутових відходів в системі екологічного менеджменту територій. Людина та довкілля. *Проблеми неоекології*. 2017. №1-2 (27) С. 136-142.

References

1. Dzhekobs, D. (2011). Smert' i zhizn' bol'shih amerikans'kih gorodov [Death and the life of large American cities]. Moscow: The new publishing house, 460 [in Russian].
2. Percik, E.N. (2009). Geourbanistika: uchebnik dlya stud. vyssh. ucheb. zavedenij [Geo-urbanistics]. Moscow: Publishing Center «Academy», 432 [in Russian].
3. Bezlyubchenko, O.S., Zaval'nyy, O. V., Chernonosova T. O. (2011). Planuvannya i blahoustriy mist [Planning and improvement of cities]. Kharkiv: Budivnytstvo, 191 [in Ukrainian].
4. Nakaz Ministerstva budivnytstva, arkhitektury ta ZhK-H Ukrayiny vid 05.04.07 № 121 «Pravyla z tekhnichnoyi ekspluatatsiyi polihoniv tverdych pobutovykh vidkhodiv» (2007). [Order of the Ministry of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of Ukraine dated 05.04.07 No. 121 "Rules for the technical operation of solid waste landfills"] [in Ukrainian].
5. Krasnyanskij, M.E.(2007). Utilizaciya i rekeruaciya othodov. Kharkiv: Burun Book,265 [in Russian].
6. Derzhavni sanitarni pravyla ta normy DSanPiN 2.2.7. 029-99 (1999).[State sanitary rules and norms ДСанПиН 2.2.7. 029-99]. Available at: <http://dei.gov.ua/menyu-4/2012-01-22-11-28-44/1298-sanpin-gigiyena.html> [in Ukrainian]
7. Derzhavni budivel'ni normy Ukrayiny. Proektuvannya. Polihony tverdych pobutovykh vidkhodiv. Osnovni polozhennya proektuvannya. DBN V.2.4-2(2005) [State building norms of Ukraine. Designing. Polygons of solid household waste. Basic design provisions]. Available at: <http://profidom.com.ua/v-2/v-2-4/1703-dbn-v-2-4-2-2005-poligoni-tverdih-pobutovih-vidkhodiv-osnovni-polozhenna-projektuvanna> [in Ukrainian]
8. Lyubeshkina, E. G. (2002). Tverdye bytovye othody. Problemy i resheniya [Municipal solid waste. Problems and solutions]. Resursosberegayushchie tekhnologii : EHkspress-Inform. VINITI [Resource-saving technologies: Express-Inform. VINITI]. 24, 3-7 [in Russian].
9. Pinaev, V. E. (2003). Problemy zagryazneniya okruzhayushchej sredey tverdymi othodami [Problems of environmental pollution with solid waste]. Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 6, Ehkonomika [Vestn. Moscow. University. Ser. 6, The Economy]. 4, 92-106 [in Russian].
10. Plaksickaya, I. P., Kremneva, I. P. Kosinova, I. I. (2008). Klassifikaciya poligonov othodov i ehkologicheskaya bezopasnost' territorii [Classification of waste polygons and ecological safety of the territory]. EHkologiya CCHO RF : nauch.-tekhn. Zhurn [Ecology of the Central Russian Federation: scientific-technical. Journal]. 1-2, 54-62 [in Russian].
11. Guman, O. M. (2003). EHkologicheskij monitoring na poligonah tverdych bytovyh i promyshlennykh othodov [Ecological monitoring at solid domestic and industrial waste landfills]. Zapiski Gornogo instituta. Problemy sovremennoj inzhenernoj geologii [Notes of the Mining Institute. Problems of modern engineering geology]. Sankt-Peterburg, 58-60 [in Russian].
12. Kakhnych, P.F. (2003). Prynchno-naslidkovi zv'yazky zemlekorystuvan' z ekolohichnoyu sytuatsiyeyu v prymis'kykh zonakh[Causal and consequential connections of land use with the ecological situation in suburban areas]. Engineering geodesy. 49. 141-151. [in Ukrainian]
13. Kakhnych, P.F. (2006). Osnovni pryntsyipy formuvannya ta otsinky prymis'kykh terytoriy[Basic principles of formation and evaluation of suburban territories]. Visnyk of NUVGP. 1.194-200. [in Ukrainian]
14. Kakhnych, P.F. (2005). Formuvannya prymis'kykh terytoriy krupnykh ta velykykh mist [Formation of suburban territories of large and large cities. Internship conf]. Geo-formational monitoring of the environment. Alushta. 102-107. [in Ukrainian]
15. Titenko, H.V., Shyrokostup, S.M. (2017). Pidkhody do vyrishennya problemy vydalennya tverdych pobutovykh vidkhodiv v systemi ekolohichnoho menedzhmentu terytoriy [Approaches to solving the problem of removing solid household waste in the system of ecological management of territories]. Man and the environment. Issues of neocology. 1-2 (27). 136-142. [in Ukrainian] Надійшла до редакції 08.09.2017

УДК 910.3:379.837

С. В. АНІСІМОВ

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»

вул. Бакуліна 6, 61166, Харків, Україна

e-mail: s_anisimov@meta.ua

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕКРЕАЦІЙНОГО ПОПИТУ І СПОЖИВЧИХ ПЕРЕВАГ РЕКРЕАНТІВ НА ЗАМІСЬКИХ ТЕРИТОРІЯХ

На підставі літературних даних і анкетного опитування досліджено мотивації, очікування і інтереси неорганізованих відпочиваючих, які виїжджали на відпочинок в літні періоди 2014-2016 рр. на узбережжі р. Сіверський Донець. Визначено структуру та тривалість рекреаційних занять, територіальні переваги. Досліджені показники природно-ресурсного потенціалу території і господарської інфраструктури, які вважаються рекреантами необхідними і бажаними при виборі місця відпочинку. Сформовано 3 групи критеріїв оцінки рекреаційних територій локального рівня, які є основою для формування наборів кількісних показників і обчислення оціночного рангу обраних територій.

Ключові слова: рекреаційні послуги, анкетне опитування, територіальні переваги рекреантів, структура і тривалість рекреаційних занять

Anisimov S. V.

Research establishment "Ukrainian Scientific Research Institute of Ecological Problems"

INVESTIGATION OF DEMAND AND CONSUMER REQUIREMENTS OF HOLIDAYMAKERS IN SUBURBAN AREAS

At present, the suburban areas are of primary importance for short-term summer rest. Equally important is the fact that a country recreation facilities in the perception of a person is a direct embodiment of nature and counterbalance the urban environment. Departure from the city on weekends has already become an important part of the rhythm of life of the citizens. The requirements for the selection of recreational facilities best reflect the unorganized repose, because they are mobile and able to choose the locations of summer camps that are not tied to existing recreational facilities and where it is possible to do swimming, walking, picking mushrooms and berries, etc. Investigation of consumer preferences of recreational establishments can justify indicators of evaluation of local area territories for further development in the most suitable territories of recreational activity on the basis of small recreational objects. On the basis of literary data, the consumer preferences of recreationists who plan and make a short-term recreation on the shore of a water object are investigated. The peaks of the desired duration of the trip are determined, as well as the requirements for the presence in the landscape of a combination of elements such as mountains, hills, forest, water spaces, while most tourists consider it compulsory to have a water object near the recreation area. The most desirable holiday season is summer. Within the framework of this work, demand, motivation, expectations and interests of unorganized vacationers on the coast of the river Siversky Donets in the summer period of 2014-2016 were also studied. In the study, simple random sampling procedures were used. The total number of respondents was 167 people: 65 people in 2014, 53 people in 2015 and 48 people in 2016. The questionnaire included several question groups. Based on the answers of tourists three groups of criteria for evaluation of recreational territories of the local level were formed: natural resource criteria, environmental criteria and socio-economic criteria. These criteria are the basis for the formation of sets of quantitative indicators and calculation of the estimated rank of selected territories.

Keywords: recreational services, questionnaire survey, territorial preferences of holidaymakers, structure and duration of the recreational activities

Анисимов С. В.

Научно-исследовательское учреждение «Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем»

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО СПРОСА И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ РЕКРЕАНТОВ НА ЗАГОРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

На основании литературных данных и анкетного опроса исследованы мотивации, ожидания и интересы неорганизованных отдыхающих, выезжавших на отдых в летние периоды 2014-2016 гг. на побережье р. Северский Донец. Определена структура и продолжительность рекреационных занятий, территориальные преимущества. Исследованы показатели природно-ресурсного потенциала территории и хозяйственной инфраструктуры, которые считаются рекреантами необходимыми и желательными при выборе места отдыха. Сформировано 3 группы критериев оценки рекреационных территорий локального уровня,

которые являются основой для формирования наборов количественных показателей и вычисления оценочного ранга избранных территорий.

Ключевые слова: рекреационные услуги, анкетный опрос, территориальные преимущества рекреантов, структура и продолжительность рекреационных занятий

Вступ

Постановка проблеми. В даний час для короткочасного літнього відпочинку основне значення мають замські території. Це можна пояснити традиціями і доступністю замських місць відпочинку, навіть віддалених від міст, зростаючою мобільністю людей, тимчасовою втратою частини морських побереж, а також складними економічними обставинами в Україні. Не менш важливо і те, що замські місця відпочинку в сприйнятті людини є прямим уособленням природи і протидією міському середовищу. Виїзд з міста у вихідні дні вже став важливою складовою частиною ритму життя городян.

Попит на рекреаційні послуги є одним з рушіїв економічного розвитку території, особливо це актуально для сільських територій, де розвиток малого рекреаційного бізнесу дозволяє підвищити зайнятість населення і його добробут. Для вибору територій, потенційно придатних для розвитку малих рекреаційних об'єктів літнього короткочасного відпочинку необхідна розробка критеріальної основи оцінювання цих територій.

Критерії оцінки рекреаційних територій локального рівня є похідними від структури попиту на рекреаційні послуги, переваг рекреантів і просторового поширення відповідних компонентів, які можуть бути використані для відпочинку.

Найкращим чином відображають вимоги до вибору місць відпочинку неорганізовані рекреанти, тому що вони мобільні та здатні обирати місця розташування літніх таборів не прив'язані до існуючих установ відпочинку і де можливо здійснювати купання, прогулянки, збір грибів та ягід тощо.

Будь-яка галузь економіки, орієнтована на кінцевого споживача, і особливо

сектор послуг, до якого відноситься індустрія відпочинку, зазвичай планує свій розвиток відповідно до актуальних запитів цільової споживчої аудиторії, тому дослідження споживчих переваг рекреантів дозволяють обґрунтувати показники оцінки територій локального рівня для подальшого розвитку на найбільш придатних територіях рекреаційної діяльності на підставі малих рекреаційних об'єктів.

Суспільно-географічним дослідженням переваг рекреантів, що обрали замський короткочасний літній відпочинок, присвячено небагато публікацій. В Україні практично відсутні дослідження таких характеристик попиту населення на відпочинок як кількість людей, які від'їжджають на вихідні дні за місто, переважаючий тип відпочинку (організований або «дикий»), рід занять на відпочинку, бажана відстань від населеного пункту до місця відпочинку, вимоги рекреантів до природних особливостей і інфраструктурного оточення тощо.

В основному, вивченню підлягали туристично-рекреаційні потоки та ступінь задоволення рекреаційними послугами різних категорій туристів, що відображено в роботах К. Кілінської, О. Бейдика, С. Дутчак, О. Любіцевої, В. Кифяк, А. Рогаченко, Ю. Кузьменко, Т. Тавкешевої, Н. Щитової, Т. Шеховцевої та ін.

Мета – провести аналіз літературних даних і дослідити на підставі очного анкетного опитування мотивації, очікування і інтереси неорганізованих відпочиваючих на берегах водного об'єкту для подальшої розробки набору показників, за допомогою яких можна провести оцінювання рекреаційних територій локального рівня для розвитку на них малих рекреаційних об'єктів.

Результати дослідження

Споживчі переваги рекреантів, що планують і здійснюють оздоровчий короткочасний відпочинок на березі водного об'єкта досліджувалися на підставі літературних даних і методами очного анкетного опитування.

На підставі досліджень [1-7] були зроблені наступні висновки:

– більшість відпочиваючих вважають обов'язковим наявність водного об'єкта поблизу місця відпочинку – 87 %. Респонденти зазначають: «Без води немає відпо-

чинку», «Вода заспокоює, розслаблює», «Люблю купатися», «Люблю насолоджуватися тишею, самотою, красивими пейзажами, дикою природою»;

– сезоном року, якому найбільш віддається перевага, є літо - для 87,2 % рекреантів воно є улюбленим часом відпочинку;

– піки бажаної тривалості поїздки припадають: на 3 дні (12,1 %); на 5 днів (12,7 %), 7 днів (17,9 %), 10 днів (12,5 %) і 14 днів (19,6 %);

– території викликають найбільший інтерес в тому випадку, коли ландшафт поєднує такі елементи як гори, пагорби, ліс, водні простори. При відсутності на території такого елемента ландшафту як ліс, зацікавлення відпочивальників до цього місця знижується.

У рамках даної роботи також досліджувалися попит, мотивація, очікування і інтереси неорганізованих відпочиваючих на узбережжі р. С. Донець в літній період 2014-2016 рр. [8].

Основою ресурсного потенціалу досліджуваних рекреаційних систем є водний об'єкт і прилеглі до аквальної комплексу території, що формують морфологічну структуру систем і визначають структуру рекреаційних занять. Методом очного анкетного опитування проведено дослідження особливостей використання природно-ресурсного потенціалу, структури рекреаційних занять, часових переваг і очікувань в області перспектив розвитку стаціонарних організованих рекреаційних об'єктів.

При дослідженні застосувались процедури простої випадкової вибірки. Загальна кількість опитаних склала 167 чоловік: 65 чол. в 2014 р., 53 чол. в 2015 р. і 48 чол. в 2016 р. Відмінності в обсязі вибірки обумовлені диференціацією рекреаційної ємності і масштабами потоків рекреантів досліджуваних територій.

Анкетний опитувальний лист включав кілька груп питань. У першу групу входили питання про територіальні переваги, структуру та тривалість рекреаційних занять самодіяльних відпочиваючих. У другій групі питань пропонувалося дати оцінку бажаних характеристик природно-ресурсного потенціалу території. До них належали такі критерії, як переваги в якісних характеристиках пляжної території, зон мілководдя і прилеглих до пляжу рослин-

них угруповань, глибинних і швидкісних характеристиках водного об'єкта; екологічний стан території, пейзажна привабливість та ін. Третя група питань була присвячена оцінці впливу таких критеріїв, як віддаленість рекреаційної території від місця постійного проживання респондента і населених пунктів, розташованих в безпосередній близькості, транспортна доступність, забезпеченість питною водою та базовими потребами людини (туалет).

При обробці результатів анкетування було виявлено, що 52,1 % відпочиваючих виїжджають на відпочинок на 3 дні (з двома ночівлями), переважно у вихідні та святкові дні, 19,8 % рекреантів залишаються на відпочинку 5-7 днів, 10,2 % - на одноденний відпочинок, інші - на 7 і більше днів. При цьому 63,5 % відпочиваючих воліли б відпочинок більшої тривалості в стаціонарних організованих кемпінгах або туристичних базах, що свідчить про недостатній розвиток таких об'єктів на прибережних територіях р. С. Донець.

Розбіжності в результатах дослідження літературних даних і анкетування можна пояснити тим, що при обробці літературних даних використовувалися відомості, надані відпочиваючими не тільки річкових узбереж, але і морських, куди зазвичай виїжджають на більш тривалий період.

Для вивчення рекреаційного попиту, у відпочиваючих, які виїжджають на 1-3 дні, тобто у 61,4 % опитаних респондентів, виявлялася частота виїздів неорганізованим чином на відпочинок. Результати анкетування показали, що з опитаних респондентів у літній період виїжджають: 1 раз – 37,8 %; до 5 разів – 31,7 %; 5-7 разів – 23,2 %; практично кожен вихідні дні та свята – 7,3 %.

Таким чином, існує достатній рекреаційний попит для розвитку організованих стаціонарних малих рекреаційних об'єктів.

Аналіз результатів анкетування виявив кілька основних факторів при виборі місць відпочинку неорганізованими рекреантами:

– можливість відпочинку безпосередньо в прибережній зоні і на акваторії - 91,3 %;

– наявність вільної території для облаштування табору під пологом рослинності – 84,6 %;

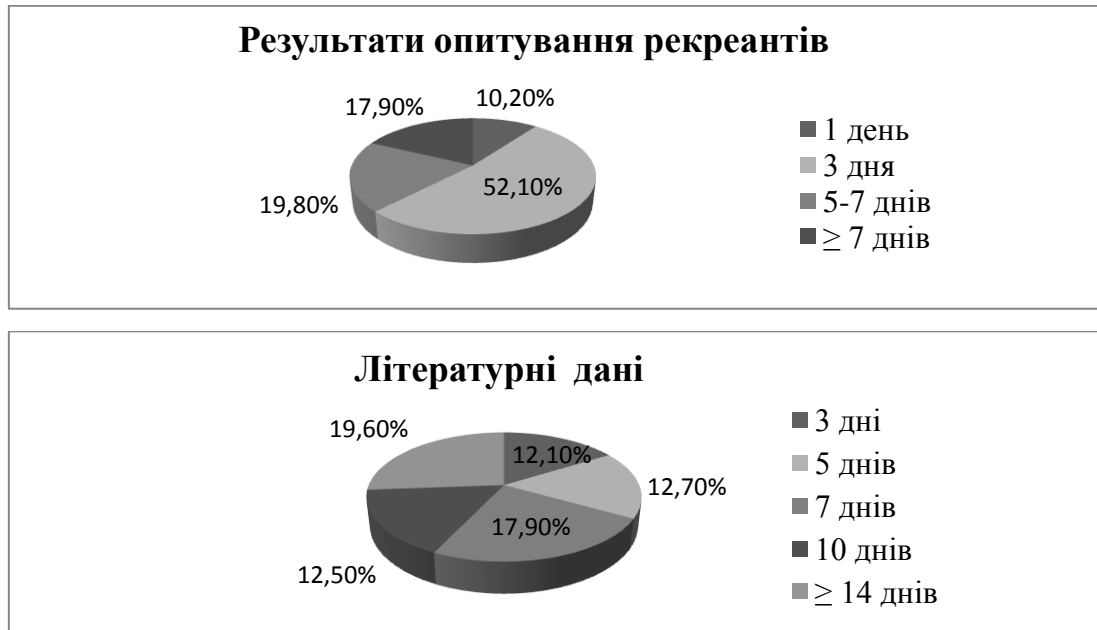


Рис. 1 – Частота виїздів на відпочинок неорганізованих рекреантів в літній період

- високі естетичні властивості ландшафту – 75,7 %;
- ступінь збереження природних ландшафтів – 54,6 %;
- висока якість пляжної зони (піщаний пляж, дно на мілководді, незамуленого) – 73,9 %;
- наявність лісових масивів для здійснення прогулянок, збору ягід та грибів – 17,7 %;
- можливість риболовлі – 12,4 %;
- гарний екологічний стан – 68,3 %;

- комфортність погодних умов – 67,8 %;
- віддаленість від місця постійного проживання в межах 1-1,5 годин доступності на легковому транспорті – 62,7 %;
- віддаленість від місця постійного проживання в межах 1,5-2,5 годин доступності на громадському транспорті – 20,3 %.

– Основні критерії, за якими рекреанти вибирають місце відпочинку, представлені на рис. 2.

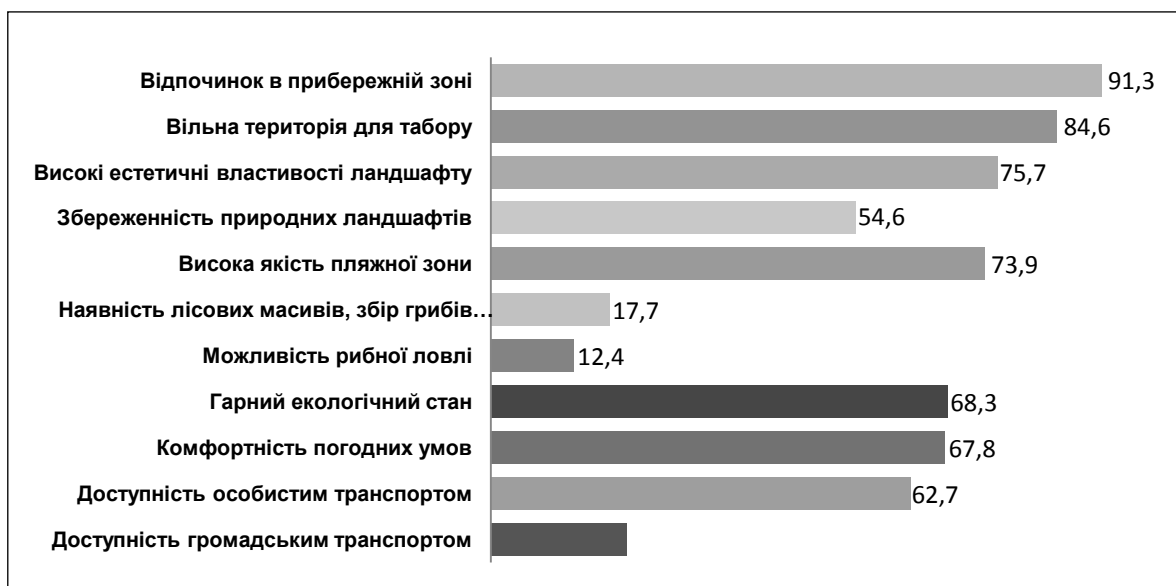


Рис. 2 – Характеристика основних переваг рекреантів при виборі території для відпочинку

На підставі аналізу літературних джерел і результатів проведеного очного анкетного опитування визначені особливості використання природно-ресурсного потенціалу, структури рекреаційних занять, тимчасових переваг і очікувань в області перспектив розвитку стаціонарних організованих рекреаційних об'єктів для короткочасного літнього відпочинку.

В результаті дослідження сформовано 3 групи якісних критеріїв оцінки рекреаційних територій локального рівня: природно-ресурсні критерії, екологічні критерії та

соціально-господарські критерії. Перші дві групи – це блага, які надають нам екосистеми в процесі їх функціонування, група соціально-господарських критеріїв хоча і не є безпосередньо пов'язаною з природними системами, але вибір для відпочинку тих чи інших територій здійснюється також з урахуванням і цих критеріїв. Групи критеріїв оцінки трансформовані у властивості природного і техногенного комплексу і визначена їх приналежність до типу послуг, надаваних рекреаційною територією.

Висновки

На даний час існує рекреаційний попит на літній короткочасний відпочинок на базі стаціонарних малих об'єктів на берегах р. С. Донець.

Визначення переваг рекреантів щодо природних та господарських умов проведення відпочинку доцільно проводити на підставі прямого опитування відпочиваючих.

Розроблені оціночні критерії служать основою для подальшого визначення наборів кількісних показників природно-ресурсних і соціально-господарських властивостей рекреаційних територій локального рівня і обчислення оціночного рангу обраних територій.

Література

1. Биркович В. І. Сільський зелений туризм – пріоритет розвитку туристичної галузі України. *Стратегічні пріоритети*. № 1 (6), 2008. С. 138–143.
2. Кифяк В.Ф. Організація туристичної діяльності в Україні. URL: http://tourlib.net/books_ukr/kyfjak_10.htm
3. Кузьменко Ю. Туризм: екологический, зелёный или сельський? URL: <http://www.ruraltourism.com.ua>.
4. Перспективы развития туризма в Автономной Республике Крым. Часть 1. Исследование туристов Украины. Отчет «Research and Branding Group Co» // ПРООН, Совет по человеческой безопасности при Председателе Верховного Совета АРК, 2013. – 57 с.
5. Рогаченко А.С., Карлова А.И.. Анализ деятельности санаторно-курортного комплекса АР Крым и перспективы его развития. *Культура народов Причерноморья*. №220, 2012. С.90-93.
6. Тавкешева Т. Х., Каранашев А.Х. Маркетинговое исследование потребительских предпочтений на региональном рынке туристско-рекреационных услуг (на примере Кабардино-Балкарской республики). *ФЭН-Наука*. № 7, 2012. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n>
7. Щитова Н. А. География образа жизни: теория и практика регионального исследования: Дис. ... д-ра геогр. наук: 25.00.24. Москва, 2005. 334 с.
8. Анісімов С.В. Аналіз споживчих переваг рекреантів щодо короткочасного літнього відпочинку. *Вісник Київського національного університету ім. Т.Г.Шевченка. Географія*. вип.1 (63). 2015. С.91-93.
9. Анисимов С.В., Анисимова С.В. Обоснование приоритетности развития рекреационных территорий локального уровня. *East European Scientific Journal*. N10, part 4, 2016. С. 53-57.
10. Анисимов С.В. Обоснование выбора локальных территорий для организации малых рекреационных объектов. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. № 1-2(25). 2016. С. 70-76.

References

1. Byrkovych V. I. (2008). Silskyi zelenyi turizm – priorytet rozvytku turystychnoi haluzi Ukrainy [Green tourism – a priority development of tourism industry in Ukraine], *Stratehichni priorytety*, 1 (6). 138–143 [in Ukrainian]
2. Kyfiak V.F. (2015). Orhanizatsiia turystychnoi diialnosti v Ukraini [The organization of tourism in Ukraine], Available at: http://tourlib.net/books_ukr/kyfjak_10.htm [in Ukrainian]
3. Kuz'menko Ju. (2016). Turizm: ekologicheskij, zeljonyj ili sel's'kij? [Tourism: eco, green, or rural?], Available at: <http://www.ruraltourism.com.ua> [in Russian]
4. Perspektivy razvitija turizma v Avtonomnoj Respublike Krym. (2013). Chast' 1. Issledovanie turistov Ukrainy [The prospects of tourism development in the Autonomous Republic of Crimea. Part 1. Investigation of

Ukrainian tourists], Report «Research and Branding Group So». *PROON*, Council on Human Security under the Chairman of the Supreme Council of the ARC. 57 . [in Russian]

5. Rogachenko A. S., Karlova A.I. (2012). Analiz dejatel'nosti sanatorno-kurortnogo kompleksa AR Krym i perspektivy ego razvitija [Analysis of a sanatorium complex of Crimea and its development prospects], *Kul'tura narodov Prichernomor'ja*. 220.90-93 [in Russian]

6. Tavkeshva T. H., Karanashev A.H. (2012). Marketingovoe issledovanie potrebitel'skih predpochtenij na regional'nom rynke turistsko-rekreacionnyh uslug (na primere Kabardino-Balkarskoj respubliki) [Marketing research of consumer preferences in the regional market of tourist and recreational services (on an example of the Kabardino-Balkarian Republic)], *FEN-Nauka*. 7. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n> [in Russian]

7. Shhitova N. A.(2005). Geografija obraza zhizni: teorija i praktika regional'nogo issledovanija [Lifestyle Geography: theory and practice of regional research], Doctor Thesis, Moscow, 334 . [in Russian]

8. Anisimov, S.V. (2015). Anisimov S. Analiz spozhyvchykh perevah rekreativ shchodo korotkochasnoho litn'oho vidpochynku [Analysis of consumer preferences of holidaymakers on their short summer holidays]. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Geography*. 1 (63), 91-93 [in Ukrainian].

9. Anisimov S.V., Anisimova S.V.(2016). Obosnovanie prioritetnosti razvitiya rekreacionnyh territorij lokal'nogo urovnya. [Justification of the priority of development of recreational territories of the local level]. *East European Scientific Journal* . 10(4). 53-57. [In Russian]

10. Anisimov S.V. (2016).Obosnovanie vybora lokal'nyh territorij dlya organizacii malyh rekreacionnyh ob"ektov. [Justification of the choice of local territories for the organization of small recreational facilities]. *Man and the environment. Issues of neecology*. 1-2 (25). 70-76. [In Russian]

Стаття надійшла до редакції 9.09 2017

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

УДК 551.4.08

О. Б. БАГМЕТ, канд. геогр. наук, с. н. с.

Інститут географії НАН України,

вул. Володимирська, 44. м. Київ, 01030

e-mail: bagmet@ukr.net

ВПЛИВ ДНІПРОВСЬКОГО КАСКАДУ ВОДОСХОВИЩ НА СУЧАСНИЙ ГЕОМОРФОГЕНЕЗ ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ

Аналіз впливу Дніпровського каскаду водосховищ на рельєф і перебіг екзогенних процесів; гідрологічні та гідрогеологічні умови території. **Результати.** Будівництво та експлуатація гідротехнічних споруд невідворотно провокують різкі зміни в характері перебігу екзогенних рельєфоутворювальних процесів. Наслідком чого є втрата динамічної рівноваги в межах берегових систем водосховищ і неминуча трансформація рельєфу, які часто кардинально змінюють інженерно-геоморфологічні умови регіону та умови ведення господарства. Зміни гідрологічного режиму і гідрогеологічних умов у басейні Дніпра, внаслідок зміни водообміну і рівня ґрунтових вод, сприяли розвитку абразії та активізації гравітаційних, ерозійних, суфозійних, карстових процесів; явищ підтоплення та заболочування. Залучення територій з інтенсивним проявом природних екзогенних рельєфоутворювальних процесів до сфери господарської діяльності призводить до неминучих змін навколишнього середовища, що супроводжуються техногенним посиленням природного перебігу екзогенних процесів. Прогнозування розвитку цих процесів належить до числа найважливіших завдань інженерної, антропогенної та екологічної геоморфології.

Ключові слова: берегові геоморфосистеми, трансформація берегів, водосховище, абразія

Bagmet O. B.

Institute of geography NAS of Ukraine

INFLUENCE OF THE DNIPRO CASCADE OF RESERVOIRS ON THE CURRENT GEOMORPHOGENESIS OF ADJOINING TERRITORIES

The construction of the Dnipro cascade of reservoirs caused one of the largest transformations of natural relief in Ukraine. The result of which was the following: regional activation of land flooding (an area of over 1 million hectares); strengthening of erosion processes, abrasion of shores of reservoirs; the development of dangerous exogenous relief-forming processes (landslide, sinking and suffosion).

An increase of the water-edge in the Dnipro river has led to a sharp and significant increase of the local base level of erosion. As a result, a new coastline with a total length of about 3,5 thousand km was formed. More than a third of which is actively damaged by denudation, especially abrasive and erosive processes, and needs protection. In this area there are more than 190 settlements where more than 600 thousand inhabitants live. Such excessive anthropogenic loading on the Dnipro basin disturbed its natural balance and greatly increased the risk of developing dangerous exogenous processes, caused the ecological state crisis of many territories.

The features of the formation of the banks of reservoirs are influenced by a number of factors, the most important of which are: geomorphological conditions (confinement to certain forms of relief, dissection of the coast, slope steepness, spectrum and intensity of manifestation of exogenous processes); the lithologic composition of the rocks involved in the structure of the shores; wave mode and level reservoir regime. The combined influence of these and other factors is determined by: the local features of the reformation of the banks, the development of complexes of exogenous processes with distinctions of their activity and formation of certain forms of relief. In conditions of increasing technogenic loading on the relief monitoring and forecast of the development of exogenous processes are among the most important applied objectives of geomorphology.

Keywords: transformation of relief, technogenesis, reservoir, abrasion

Багмет О. Б.

Інститут географії НАН України

ВЛИЯНИЕ ДНЕПРОВСКОГО КАСКАДА ВОДОХРАНИЛИЩ НА СОВРЕМЕННЫЙ ГЕОМОРФОГЕНЕЗ ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

Сооружение Днепровского каскада водохранилищ обусловило масштабную трансформацию естественного рельефа и существенно повлияло на ход экзогенных процессов. Следствием чего стали: региональная активизация подтопления земель (площадью более 1 млн.га), активизация эрозионных процессов; переработка берегов водохранилищ; развитие опасных экзогенных рельефообразующих процессов

гравитационных, просадочных, суффозионных). Привлечение территорий с интенсивным проявлением природных экзогенных рельефоутворювальних процессов в сферу хозяйственной деятельности приводит к неизбежным изменениям окружающей среды, сопровождающиеся техногенным усилением естественного течения экзогенных процессов. Прогнозирование развития этих процессов принадлежит к числу важнейших задач инженерной, антропогенной и экологической геоморфологий.

Ключевые слова: береговые геоморфосистемы, трансформация берегов, водохранилище, абразия

Вступ

Постановка проблеми. У період з 1932 по 1974 рр. в долині р. Дніпро було створено шість крупних водосховищ, які докорінним чином вплинули на: рельєф і перебіг екзогенних процесів; гідрологічні та гідрогеологічні умови території; природний гідрологічний режим Дніпра (річковий тип замінено на озерний); стійкість природних систем річки та суходолу. Спорудження каскаду Дніпровських водосховищ позначилося і на кліматичних характеристиках прилеглих територій: відбулося зростання на кілька градусів середньорічних показників температури повітря; на 40% збільшилась швидкість вітрів; на 20% зросли показники середньорічної кількості опадів. Усе це мало вплив і на перебіг екзогенних процесів. Порівняно зі станом на початок 1970-

х років, загальна площа, що була уражена різними екзогенними процесами, зросла в 1,5-2 рази [2]. За даними моніторингу геологічного середовища, проведеного Держкомгеологією України, за період з 1960 по 1996 роки кількість випадків несприятливих екзогенних процесів зросла у 3 – 5 разів. Ця територія характеризується надзвичайно потужним антропогенним навантаженням: вздовж берегів Дніпровських водосховищ зосереджено 50 великих міст, 46 крупних енергетичних об'єктів, 10 000 промислових об'єктів та близько 1000 комунальних господарств [12]. Тому дослідження розвитку цих процесів належить до числа найважливіших завдань інженерної, антропогенної та екологічної геоморфологій.

Результати дослідження

Особливості рельєфу, геологічної будови та прояву екзогенних процесів у межах долини Дніпра тісно пов'язані з історією неотектонічного минулого регіону. Важливою особливістю цієї території є приуроченість долини Дніпра до зони контакту УЩ та ДДЗ, що має прояв у різкій асиметрії берегів в межах Київського, Канівського, Кременчуцького, Дніпродзержинського та Дніпровського водосховищ.

Кристалічний фундамент, що залягає в основі осадової товщі розділено системою розломів на блоки різного порядку, для кожного з яких властивий свій режим неотектонічних рухів. Амплітуда неотектонічних піднять в зоні правобережжя становить 150 – 175 м, що зумовило більш високе гіпсометричне положення рельєфу та високу активність прояву екзогенних процесів. Для території лівобережжя Дніпровського каскаду середні показники сумарних амплітуд неотектонічних піднять становлять 100 – 125 м.

На правобережжі Дніпра від Прип'яті до Києва поширенні морено-воднольодовикові пологогорбиста та пологохвилясті розчленовані рівнини, а на південь від Киє-

ва – акумулятивно-денудаційні та структурно-денудаційні, хвилясті, сильнорозчленовані височини та рівнини. Для лівобережжя Дніпра характерна більша одноманітність рельєфу, що представлений алювіальними (терасовими) плоскими та слабохвилястими, слаборозчленованими рівнинами. Знаходячись в межах Придніпровської височини, крутий, високий, сильно розчленований розгалуженою яружно-балковою мережею, правий схил на багатьох ділянках підходячи впритул до Дніпра утворює стрімкий уступ висотою до 100м і більше. Лівобережжя є частиною слаборозчленованої, терасованої акумулятивної Придніпровської низовини.

У межах долини р. Дніпро мають прояв різноманітні екзогенні рельєфоутворювальні процеси: ерозія (лінійна, площинна), гравітаційні процеси (обвали, осови, осипи, опливини), переробка берегів, суфозія, карст. Особливості їх прояву визначаються зональними та азональними факторами. Так, зональними умовами визначено домінування в Поліссі процесів підтоплення і заболочування; в зоні Лісостепу ерозії та зсувів; суфозії і карсту в умовах Степу. Створення Дніпровського каскаду водосхо-

вищ значно ускладнило інженерно-геологічну обстановку території та зумовило виникнення низки небажаних та небезпечних процесів: переробки берегів; просідання поверхні і пов'язані з ними деформації та руйнування споруд; підтоплення сільськогосподарських земель та території міст.

Прибережні території *Київського та Канівського водосховищ* характеризуються подібністю геоморфологічних умов, що знайшло прояв і в подібності наслідків від створення водосховищ. Правобережжя цих водосховищ знаходиться в межах горбисто-хвилястої морено-водно-льодовикової рівнини, що залягають на крейдових та палеоген-неогенових відкладах. В той час як лівобережжя займає I та II надзаплавні тераси. У межах правобережжя, для якого властиві більші показники гіпсометрії, розчленованості, енергії рельєфу та кутів нахилу, значного розвитку набули яружна ерозія та зсуви, в межах пониженого, плаского рельєфу лівобережжя інтенсивний прояв мають процеси підтоплення та заболочування.

Правобережжя Київського та Канівського водосховищ є районом найактивнішого прояву гравітаційних процесів у межах усєї долини Дніпра. Нині тільки на території Київського Придніпров'я нараховується близько 800 зсувів що значно ускладнюють морфологію дніпровських схилів.

До створення Київського та Канівського водосховищ провідна роль з помірних екзогенних процесів належала ерозійним. Зсувні процеси перебували у стадії затухання, мали незначні ареали поширення. Створення водосховищ викликало розвиток підпору ґрунтових вод і абразійну переробку схилу, які спровокували активізацію старих стабілізованих зсувних форм та виникнення нових. Так, на ділянці долини Дніпра від с. Старі Петрівці до м. Вишгород та у районі м. Київ були поширені давні стабілізовані форми. Найбільші зсуви були зосереджені в районі м. Канів та с. Пекарі [7]. На теперішньому етапі найактивнішими є зсуви на ділянці м. Вишгород – с. Нові Петрівці (Київське водосховище), а також на ділянці сс. Халеп'я – Ходорів (Канівське водосховище), що представлені трьома видами: фронтальні, циркоподібні та зсуви-потоки. В цілому в межах правобережжя Київського водосховища домінуючими є циркоподібні зсуви, а для Канівського – фронтальні [6]. Ураженість території зсува-

ми становить 50% для Київського зсувного підрайону та 20% для Канівського [4].

На ділянках інтенсивного розвитку яружно-балкової мережі часто спостерігається сумісний прояв ерозійних та зсувних процесів. Зсуви формуються здебільшого на схилах балок та ярів і проходять по поверхні червоно-бурих глин. Парагенетичні зв'язки встановлюються і між зсувами та переробкою берегів, сумісний прояв яких визначає тип формування берегової лінії. Так, якщо інтенсивність зсувної діяльності перевищує темпи переробки, то відбувається наступ берегу в глиб водосховища. В іншому випадку – розмив та відступ берегової зони.

Переробка берегів, з різною інтенсивністю відмічається на правобережжі Київського та Канівського водосховищ. Довжина ділянки переробки на Київському водосховищі становить 50 км (Лютіж – Ясногородка – гирло р. Тетерів), на Канівському – 101 км (Трахтемирів – Канів, Трипілля – Ходорів). Швидкість переробки берегів Київського водосховища в середньому сягає 8 – 10 м/рік, Канівського – 6 - 7 м/рік [10]. У межах Київського водосховища активним проявом екзогенних процесів виокремлюється ділянка Вишгород – Нові Петрівці, де берег підноситься на 80 м над урізом води. Для Канівського водосховища такою ділянкою є район гляціодислокацій.

На правобережжі *Кременчуцького водосховища* на більшій частині прибережної території знаходиться III-а та IV-а надзаплавні тераси, в північній та південній частинах території – поширена слабонахилена горбисто-хвиляста морено-водно-льодовикова рівнина на крейдових та палеоген-неогенових відкладах. У рельєфі ці території відповідають Придніпровській височині – припіднятій хвилястій рівнині, з розгалуженою яружно-балковою мережею, схили якої стрімко уриваються в долині Дніпра. Абсолютні позначки рельєфу коливаються від 160 до 200 м. На лівобережжі водосховища поширені I-а, II-а, IV-а та V-а надзаплавні тераси, що сформувалися в умовах Придніпровської низовини, яка характеризується значно меншою розчленованістю, а абсолютні позначки земної поверхні здебільшого не перевищують 120 м.

Після сформування Кременчуцького водосховища відбулася значна переробка берегів та активізація підтоплення. У перші

сім років експлуатації Кременчуцького водосховища показники лінійної переробки (відступ бровки схилу вглиб суходолу) берегів сягали 150 м. Процеси переробки спостерігалися вздовж близько 325 км берегової лінії, при загальній її протяжності у 800 км. За перші десять років експлуатації водосховища втрати внаслідок переробки берегів склали 828 га земель [9].

Підвищення рівня ґрунтових вод у перші роки після наповнення водосховища викликало тут розвиток різноманітних просядкових явищ, наслідком чого стали деформації та руйнування споруд. Ще одним наслідком функціонування водосховища стало заболочування низького лівобережжя. Вплив водосховища позначився також на режимі підтоплення: якщо у природніх умовах підтоплення мало сезонний характер (з активізацією навесні), то зі створенням водосховища антропогенно зумовлене підтоплення набуло постійного прояву та значних масштабів у просторі.

Зона впливу підтоплення поширюється на 10 км і більше. Тому у зв'язку з інтенсифікацією підтоплення в зоні впливу Кременчуцького водосховища була створена система захисту, що охоплює значні за площею території. Система захисту від підтоплення включає: Будище-Свидівський масив (площа 6,83 тис.га; довжина Будище-Свидівської дамби –16,7 км; захищає 8 населених пунктів); Золотоніський масив (площа 8,8 тис.га, захищає 7 населених пунктів); Оболонський масив (площа 16,6 тис.га, захищає 19 населених пунктів); масив «Захист долини р. Тясмин» (площа 16,5 тис. га.; довжина Тясминської дамби – 1,9 км; захищає 26 населених пунктів); площа Вільшанського масиву 9,33 тис.га; площа масивів «Захист м. Черкаси» і «Червонослобідський» становить відповідно 0,97 і 0,9 тис. га.

Велика водна площа водосховищ стала ареною виникнення крупних хвильових явищ (хвилі висотою до 3,5м; шторми) подібних до морських, що провокують інтенсивну берегову переробку. Їх виникнення стало наслідком появи сильних швальних вітрів північно-західного напрямку, які до створення водосховищ тут не спостерігалися. Ділянки, що вивільнюються при зниженні рівня водосховища стають місцем розвитку не типових для цієї місцевості еолових процесів [4].

Дніпродзержинське водосховище розміщується теж на межі між Придніпровсь-

кою височиною (аккумулятивно-денудаційна хвиляста, розчленована рівнина) та Придніпровською низовиною (алювіальна плоска, слабозчленована рівнина), що визначає морфолого-морфометричні характеристики берегів та специфіку прояву екзогенних процесів. Високий правий берег має звивисту форму і характеризується активним розвитком яружної ерозії у районах значного поширення лесовидних порід. Звивистість форми правого берегу зумовлена чергуванням мисів та бухт, утворення яких є наслідком впливу абразії. Гіпсометричні позначки правого берегу змінюються від 120 до 190 м. Лівий берег представлений широкою, слабо розчленованою алювіальною рівниною, абсолютні висоти в межах якої змінюються від 60 до 120 м.

Розміщення водосховища на стику геоструктур УЩ та ДДЗ позначилося не тільки на рельєфові, геологічних умовах, але і на гідрогеологічній ситуації в межах прилеглої території. На правобережжі домінують процеси переробки берегів та незначний прояв підтоплення. У межах лівобережжя головним процесом є підтоплення. Найактивніше процеси переробки проявляються на правобережжі на ділянці між м. Кременчук – с. Мишуричів, де у перші три роки експлуатації водосховища показники глибини переробки сягали 64 м. На сьогодні переробка, з середньою швидкістю 3,2 м/рік, спостерігається вздовж абразійно-обвальних берегів водосховища (у районі с. Дніпровське швидкість переробки – 5,6 м/рік, ширина смуги переробки абразійно-обвального берегу – 117,9 м) [11]. На території лівобережжя, яке характеризується незначними показниками розчленованості, кутів нахилів та перевищень земної поверхні, переробка берегів суттєвого значення не відіграє.

Зсуви у береговій зоні Дніпродзержинського водосховища переважно стабілізовані, фронтальні та циркоподібні з радіусом до 500 м. Активні зсуви поширені у районі населених пунктів Мишуричів, Верхньодніпровськ, Дніпровське, Кам'янське, де вони займають значну площу та завдають значних збитків господарству. Гравітаційні процеси (опливини, зсуви-потоки) взаємопов'язані з активною яружно-балковою ерозією, а також з інтенсивною абразійною діяльністю хвиль Дніпродзержинського водосховища (зсуво-обвали) [5].

Підйом рівня Дніпра викликав значний підпір рівня ґрунтових вод, що максимально проявився в межах пониженого лівобережжя, де підтопленими є значна кількість населених пунктів. Загалом в районі водосховища підтопленими та заболоченими є близько 180 тис.га. земель. На правобережжі Дніпродзержинського водосховища зона підтоплення змінюється від кількох метрів до майже 2 км, зазвичай не перевищуючи 100 м. Для лівобережжя характерні значно більші показники зони підтоплення, що пояснюється пониженим рівнинним рельєфом території. Максимальні показники ширини цієї зони сягають 8 км, але у більшості випадків вона коливається від кількох сотень метрів до 1 – 2 км [9]. Ці процеси викликали зміни у стійкості рельєфу, спровокувавши розвиток просадкових деформацій, що мали значний вплив на господарство регіону (зміни в структурі сільськогосподарських земель, деформації та руйнування споруд, необхідність проведення захисних заходів, улаштування дренажних систем, відселення тощо).

Дніпровське водосховище в долині Дніпра знаходиться в межах однієї тектонічної структури – УЩ. Правобережжя зайняте Придніпровською височиною із середніми абсолютними висотами 120 – 140 м, являє собою лесову акумулятивно-денудаційну хвилясту, розчленовану рівнину з розвиненою яружно-балковою мережею. Лівобережжя Дніпра знаходиться в межах Придніпровської низовини з середніми абсолютними висотами 100 – 120 м, яка представлена лесовою акумулятивно-денудаційною хвилястою, слабкорозчленованою рівниною.

У зоні впливу водосховища найактивніший прояв мають: підтоплення, площинний змив, яружна ерозія, переробка берегів, зсуви, просадкові процеси. На даному етапі переробка знаходиться в стадії затухання. Активний розмив спостерігається в межах берегів загальною протяжністю 7 км, а швидкість переробки становить 0,1–0,7 м/рік. Це пояснюється тим, що Дніпровське водосховище має найдовшу історію експлуатації та максимально наблизилось до вироблення профілю рівноваги. Найактивніше переробка проявлялася відразу після заповнення водосховища, коли протягом 1934– 48 рр. показники лінійної переробки становили 50 – 120 м.

З підйомом рівня водосховища просадкові та зсувні процеси набули небезпечного та катастрофічного прояву у великих містах регіону – Запоріжжі та Дніпрі, де спостерігається руйнування промислових та цивільних споруд. Причиною цих проявів є техногенне підтоплення, перенасичення порід на схилах водою та втрата ними стійкого, зв'язаного стану. Тільки у межах м. Дніпро виділено 133 зсувні ділянки та близько 100 споруд з ознаками деформацій. У зсувонебезпечних зонах розташовано понад 500 житлових будинків і близько 50 промислових підприємств [8]. Активні зсувні процеси на узбережжі Дніпровського водосховища зафіксовані на ділянці берегового схилу між сс.Круглик і Грушівка Вільнянського району.

Широкому розвитку процесів лінійної і площинної ерозії сприяють значні потужності (до 30 м) лесових відкладів, що залягають вище базису ерозії і легко розмиваються. Зсувні форми часто приуроченні до яружно-балкової мережі. Широкий розвиток лесових порід сприяє активному прояву і просадкових явищ. Переважають западини розміром 25-100 м, рідше до 500 м у діаметрі. Щільність розповсюдження, в залежності від розчленування поверхні, становить від 20 до 60 западин на 1 км².

Каховське водосховище знаходиться в межах контакту Придніпровської височини та Причорноморської низовини, на межі зчленування УЩ та Північного крила Південноукраїнської монокліналі. Територія правобережжя, в межах височини, характеризується стрімкими схилами, має розгалужену річкову мережу, що надає тут рельєфу горбистого вигляду. За геоморфологічним районуванням ця територія знаходиться в межах акумулятивно-денудаційної хвилястої, розчленованої рівнини. Рельєф Причорноморської низовини в зоні водосховища набуває специфічних рис – хвилястого вигляду, за рахунок інтенсивного розвитку яружної ерозії. Ширина цієї смуги в зоні водосховища змінюється від 10 до 15 км. На півдні вона переходить у алювіальну (давньотерасову) пласку, слабкорозчленовану Причорноморську низовину з відмітками поверхні 50 – 75 м.

Зі створенням Каховського водосховища відбулись активізація старих задренованих зсувів (сс. Ушкалка, Скельки) та виникнення нових форм (сс. Михайлівка, Ка-

рай-Дубіна, Яковлево). Зсуви фронтального типу з середньою протяжністю 30 – 200 м, інколи 250 – 750 м (Вищегарасівські зсуви) подекуди утворюють парагенези з яружною ерозією.

На сучасному етапі активний прояв зсувів спостерігається на північному узбережжі Каховського водосховища, у районі сс. Придніпровське, Новокиївка, Балка, Маячка, Добра Надія, Капулівка та Покровське. Тут поширені значні фронтальні зсуви довжиною до 175 м, складної будови з чисельними сходами. Зсувна активність тісно пов'язана з абразійною діяльністю Каховського водосховища. Абразійні береги займають приблизно 400 км берегової лінії водосховища, ерозійні близько 30 км, нейтральні близько 310 км [3]. Таким чином, ключову роль у переформуванні берегів відіграла абразія. У перші роки після створення водосховища ширина зони переробки берегів становила до 90 м, за 10 років експлуатації максимальні показники переробки склали 140 м. Переробкою берегів уражено майже 200 км схилів Каховського водосховища (87%). Лівий схил водосховища, де активність процесів переробки вища, зазнає переробки на ділянці довжиною 99 км. Правий схил на ділянці довжиною 101 км руйнується менш активно. Загалом швидкість переробки не перевищує 0,3 м/рік, але на окремих ділянках, особливо в районах розвитку зсувів, деформовані породи розмиваються з більшою швидкістю (від 0,3 до 0,5 м/рік). Такі ділянки, зафіксовані на правому схилі водосховища, мають довжину близько 8,4 км. Моніторингові спостереження останніх років показали, що переробкою було захоплено 6470,0 м² схилів Каховського водосховища (6355,3 м² на лівобережжі і 114,7 м² – на правобережжі) [5].

Створення Каховського водосховища спричинило розвиток тріщин та подальших деформацій споруд на значній відстані. Це відбувається внаслідок підпору та подальшого підвищення рівня ґрунтових вод, що призводить до зволоження лесових порід та втрати ними стійкості. Інтенсивність розви-

тку просадкових явищ знаходиться в прямій залежності від темпів та масштабів підвищення рівня ґрунтових вод в породах з різною водопроникністю. Так, якщо лесові породи підстиляють мало водопроникні алювіальні чи делювіальні суглинки, то відстані на які поширюються великі тріщини вимірюються першими сотнями метрів. У вапняках, в зоні впливу Каховського водосховища, підпір розповсюдився на відстань у 10–15 км. Руйнівні наслідки просадкових явищ спостерігаються в сс. Дудчани, Олексіївка, Капулівка, Покровське, Мілове, Нікольське, Лапинка, Каїри та у м. Нікополь [1]. Зона розвитку просадкових деформацій на лесових схилах захоплює значну територію, яка в 10 разів перевищує зону багаторічної переробки берегів.

Масштаби та інтенсивність прояву просадкових явищ залежать насамперед від: просадкових властивостей порід в зоні підпору; висоти підйому рівня ґрунтових вод внаслідок підпору; віддаленості від водосховища та його рівневого режиму.

Впливи, що збільшують гідравлічні градієнти і водообмін в товщі порід, посилюють перенос осадів і викликають утворення провалів. Збільшення обсягу живлення (інфільтрація) та водовідбір призводять до посилення карстових процесів. У межах української частини басейну Дніпра знаходиться 12 з 55 карстових районів України [1]. Найбільшою закарстованістю виділяється район Каховського гідровузла [9]. Карст відкритого типу виявлений лише на узбережжі Каховського водосховища та схилах річкових долин, де він розвивається у вапняках сармату. Карстопрояви представлені нішами, кавернами, невеликими порожнинами. Уздовж узбережжя Каховського водосховища зафіксовано 94 поверхневі карстопрояви [5].

Замочування лесовидних суглинків та супісків внаслідок підтоплення та абразії, з подальшим розвитком зсувних процесів, є основним фактором переформування берегів Каховського водосховища.

Висновки

Каскад Дніпровських водосховищ розміщується в межах трьох природних (фізико-географічних) зон; геологічних структур УЩ, ДДЗ та Південноукраїнської монокліналі, яким у рельєфі відповідають Придніпровська височина, Придніпровська низови-

на та Причорноморська низовина. Ці території, що мали різну історію розвитку протягом неотектонічного етапу та суттєво відрізнялися за показниками сумарних амплітуд неотектонічних рухів і умовами осадонакопичення, на сучасному етапі мають

істотні відмінності у: закономірностях прояву (спектр та інтенсивність) екзогенних процесів; генетичних типах форм рельєфу з відмінними морфолого-морфометричними характеристиками; особливостях літологічних будови; гідрологічних та гідрогеологічних умовах територій. Дніпровський каскад водосховищ виступив потужним техногенним фактором, внаслідок впливу якого відбулися зміни в інтенсивності прояву зональних рельєфоутворювальних процесів та обумовив значну трансформацію рельєфу в зоні впливу водосховищ.

Зі створенням водосховищ пов'язані різкі зміни морфометричних та морфологічних характеристик існуючого рельєфу; розширення спектру екзогенних процесів та

підвищення інтенсивності їх прояву; зміни гідрогеологічних умов регіону. Після заповнення водосховищ, із розвитком масштабних проявів переробки берегів, зсувів, підтоплення, заболочування, виникла потреба у створенні широкої мережі захисних споруд. За короткий проміжок часу природні системи долини Дніпра зазнали кардинальних змін, на які в природних умовах потрібні були би цілі епохи. Втручання людини в природний хід процесів, регулювання і підтримка нової природно-техногенної системи у долині Дніпра, позбавили її природних механізмів саморегуляції, визначило формування нових техногенних та техногенно-природних геоморфосистем і природно-антропогенних процесів.

Література

1. Благомыслов Н.Н., Иванов А.В. Отчет Каховской гидрогеолпартии по инженерно-геологическим исследованиям прибрежной зоны Каховского водохранилища за 1966 г. К.: ДНВП «Геоинформ», 1967, Кн.1 99с.
2. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Каскад днепровских водохранилищ. Л.: Гидрометеоиздат, 1967. 348 с.
3. Даценко Л.М., Молодиченко В.В., Акімов В.Ю. Геоморфологічні процеси на південному узбережжі Каховського водосховища. *Геолого-мінералогічний вісник*. Вип. 1 (25). 2011 р. С. 89 – 92.
4. Демчишин М.Г. Звіт за темою: «Закономірності зміни інженерно-геологічних умов в зоні впливу Дніпровських водосховищ». К.: ІГН НАНУ, 1999. Кн.1 222 с.
5. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП. К.: Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2016. 90 с.
6. Кондратюк С.В. Звіт за темою: «Вивчення сучасних екзогенних процесів на території Київської, Чернігівської та Житомирської областей за 2001 – 2005 рр.» К.:ГТП ПДРГП «Північгеологія», 2006. Кн.1. 154 с.
7. Межибовский А.Х. Инженерно-геологические условия Кременчугской ГЭС на реке Днепр. К.: ДНВП «Геоинформ», 1948. Кн.1. 233 с.
8. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2011 р. URL: <http://www.mns.gov.ua/content/nasdopovid2011.html>
9. Нищименко А. Я. Гидрогеологические условия и переформирование берегов водохранилищ Днепровского каскада ГЭС, 1956 – 70 гг. – К.: ДНВП «Геоинформ», 1971. – 265 с.
10. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Київській області за 2009 рік. URL: www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2009-rotsi/kyivska%20obl_2009.doc
11. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2014 рік. Дніпропетровськ, 2015. 262с.
12. Саніна І.В. Регіональна оцінка стану геологічного середовища басейну р. Дніпро (територія України). К.: ДНВП «Геоинформ», 1999. Кн.1. 191 с.

References

1. Blagomyslov ,N.N., Ivanov, A.V. (1967). Otchet Kakhovskoi gidrogeolpartii po inzhenerno-geologicheskim issledovaniyam pribrezhnoi zony Kakhovskogo vodokhranilishcha za 1966 g. [Report of the Kakhovka Hydrogeolarrarty on engineering-geological studies of the coastal zone of the Kakhovka reservoir for 1966]. Kiyv, DNVP Geoinform.1, 99. [In Russian].
2. Gidrometeorologicheskii rezhim ozer i vodokhranilishch SSSR. Kaskad dneprovskikh vodokhranilishch(1967). [Hydrometeorological regime of lakes and reservoirs of the USSR. Cascade of Dnieper reservoirs]. Leningrad, Gidrometeoizdat. 348. [In Russian].

3. Datsenko, L.M., Molodychenko, V.V., Akimov, V.Iu. (2011). Heomorfolohichni protsesy na pivdennomu uzberezhzhi Kakhovskoho vodoshkovyshcha [Geomorphological processes on the southern coast of Kakhovsky reservoir]. Heoloho-mineralohichnyi visnyk, 1. 89 – 92. [In Ukrainian].
4. Demchyshyn, M.H. (1999). Zvit za temoiu: Zakonomirnosti zminy inzhenerno-heolohichnykh umov v zoni vplyvu Dniprovskykh vodoshkovyshch. [Patterns of engineering-geological conditions change in the Dnipro reservoir impact zone]. Kiyv, IHN NANU, 1 . 222. [In Ukrainian].
5. Informatsiinyi shchorichnyk shchodo aktyvizatsii nebezpechnykh ekzohennykh heolohichnykh protsesiv na terytorii Ukrainy za danymy monitorynhu EHP. (2016).[Information yearbook on the activation of dangerous exogenous geological processes in Ukraine according to monitoring of exogenous geological processes]. Kiyv, Derzhavna sluzhba heolohii ta nadr Ukrainy, Derzhavne naukovo-vyrobnyche pidpriemstvo Derzhavnyi informatsiinyi heolohichnyi fond Ukrainy. 90. [In Ukrainian].
6. Kondratiuk, S.V. (2006). Zvit za temoiu: Vyvchennia suchasnykh ekzohennykh protsessiv na terytorii Kyivskoi, Chernihivskoi ta Zhytomyrskoi oblasti za 2001 – 2005 rr. [Study of modern exogenous processes on the territory of Kyiv, Chernihiv and Zhytomyr regions for 2001-2005]. Kiyv, HHP PDRHP Pivnichheolohiia, 1. 154. [In Ukrainian].
7. Mezhibovskii, A.Kh. (1948). Inzhenerno-geologicheskie usloviia Kremenchugskoi GES na reke Dnepr. [Engineering geological conditions of Kremenchug hydroelectric power station on the river Dnepr]. Kiyv, DNVP Geoinform, 1 . 233. [In Russian].
8. Natsionalna dopovid pro stan tekhnogennoi ta pryrodnoi bezpeky v Ukraini u 2011 r. (2012).[National report on the state of technogenic and natural safety in Ukraine in 2011]. Available at: <http://www.mns.gov.ua/content/nasdopovid2011.html> [in Ukrainian].
9. Nishchimenko, A. Ia. (1971). Hidrogeologicheskie usloviia i pereformirovanie beregov vodokhranilishch Dneprovskogo kaskada GES, 1956-70 gg. [Hydrogeological conditions and transformation of the banks of reservoirs of the Dnieper Cascade Hydropower Plant, 1956-70.]. Kiyv, DNVP Geoinform. 265. [In Russian].
10. Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha v Kyivskii oblasti za 2009 rik.(2010). [Regional report on the state of the environment in the Kyiv region for 2009]. Available at: www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2009-rotsi/kyivska%20obl_2009.doc [in Ukrainian]
11. Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha v Dnipropetrovskii oblasti za 2014 rik.(2015) [Regional report on the state of the environment in Dnipropetrovsk region for 2014] Dnipropetrovsk, 262. [in Ukrainian]
12. Sanina, I.V. (1991). Rehionalna otsinka stanu heolohichnoho seredovyshcha baseinu r. Dnipro (terytorii Ukrainy). [Regional assessment of the geological environment of the Dnipro river basin (territory of Ukraine)]. Kiyv, DNVP Heoinform. 1. 191. [in Ukrainian].

Надійшла до редколегії 30.08.2017

УДК: 911.5+711+504

А. А. КЛЄЩ

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна
e-mail: klieshch@karazin.ua

ІСТОРІЯ ФОРМУВАННЯ МІСЬКОГО ЛАНДШАФТУ ХАРКОВА: ДОСВІД ТА МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета. Дослідження історії картографування формування ландшафту міста Харкова за період від початку активного містобудівного освоєння і до наших днів (кінець XVIII – початок XXI ст.), що здійснювалось з огляду на перспективи залучення результатів у процес територіального планування сучасного розвитку міста. **Методи.** Дослідження ґрунтувалось на застосуванні принципів діахронічного та порівняльно-історичного методичних підходів та використанні картографічного, геоінформаційного, історико-географічного методу та методу історичних зрізів. **Результати.** Методичні особливості проведення історико – географічних досліджень найкращим чином враховуються шляхом використання засобів ГІС. В статті представлені результати картографічного моделювання процесу освоєння території міста, вказано на труднощі проведення цієї операції та ймовірні похибки, зумовлені методологією її проведення, окреслено можливості використання подібних досліджень для вирішення задач практики містобудування. Підхід, викладений у цій статті, дозволив дослідникам з різних наукових напрямів - історикам міста, археологам, демографам, економістам і т. ін. - інтерпретувати феноменологію міст за різними тематичними ключами. **Висновки.** Методологія, використана в цьому дослідженні, дозволяє ефективно використовувати ГІС-методи для розв'язання прикладних конструктивно-географічних завдань, а саме – вивчення еволюції міських ландшафтів на основі аналізу і синтезу картографічних творів за весь період формування міста.

Ключові слова: історія міського ландшафту, давня карта, хронотоп, ГІС-технології, історична реконструкція, динаміка територіальної організації природокористування.

Klieshch A. A.

V. N. Karazin Kharkiv national university

HISTORY OF FORMATION OF URBAN LANDSCAPE KHARKOV: EXPERIENCE AND METHODOLOGICAL FEATURES OF THE RESEARCH

Purpose of the article is to study the history of mapping the formation of the landscape of the city of Kharkiv from the beginning of active urban development to the present day (the end of the XVIII - the beginning of the XXI century), which was carried out in view of the prospects of the results in the process of territorial planning of the city's modern development. **Methods.** The research was based on the application of the principles of diachronic and comparative-historical methodological approaches and the use of cartographic, geoinformation, historical-geographical method and the method of historical sections. **Results.** The methodological features of carrying out of historical and geographical research are best taken into account by means of the use of GIS. The article presents the results of cartographic modeling of the development of the city's territory, the difficulties in conducting this operation and the probable errors caused by the methodology of the operation. outlined the possibility of using such studies to solve the problems of urban planning practice. The approach outlined in this article allowed researchers from different scientific fields - historians of the city, archaeologists, demographers, economists, etc. - to interpret phenomenology of cities according to different thematic keys. **Conclusions.** The methodology used in this study allows the effective use of GIS methods for solving applied constructive and geographic tasks, namely, the study of the evolution of urban landscapes on the basis of the analysis and synthesis of cartographic works for the entire period of city formation.

Key words: history of urban landscape, ancient map, chronotope, GIS-technologies, historical reconstruction, dynamics of territorial organization of nature use.

Клєщ А. А.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ЛАНДШАФТА ХАРЬКОВА: ОПЫТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель. Исследование истории картографирования формирования ландшафта города Харькова за период с начала активного градостроительного освоения и до наших дней (конец XVIII - начало XXI в.), которое осуществлялось с учетом перспективы привлечения результатов в процесс территориального планирования современного развития города. **Методы.** Исследование основывалось на применении принципов диахронического и сравнительно-исторического методических подходов и использовании

картографического, геоинформационного, историко-географического метода и метода исторических срезов. **Результаты.** Методические особенности проведения историко - географических исследований наилучшим образом учитываются путем использования средств ГИС. В статье представлены результаты картографического моделирования процесса освоения территории города, указаны сложности проведения этой операции и возможные погрешности, обусловленные методологией её проведения, очерчены возможности использования подобных исследований для решения задач практики градостроительства. Подход, изложенный в этой статье, позволил исследователям из разных научных направлений - историкам города, археологам, демографам, экономистам и т. д. - интерпретировать феноменологию городов по различным тематическим ключам. **Выводы.** Методология, использованная в этом исследовании, позволяет эффективно использовать ГИС-методы для решения прикладных конструктивно-географических задач, а именно - изучение эволюции городских ландшафтов на основе анализа и синтеза картографических произведений за весь период формирования города.

Ключевые слова: история городского ландшафта, древняя карта, хронотоп, ГИС-технологии, историческая реконструкция, динамика территориальной организации природопользования.

Вступ

Дослідження ландшафтів в межах напрямку історичної географії традиційно націлене на виявлення та аналіз їх змін протягом історичного часу існування взаємодії між людською спільнотою та географічним середовищем. Однак, помилковим було б вважати, що цілі, які ставляться перед історико-географічними дослідженнями ландшафтів, зводяться лише до виявлення, ресстрації та періодизації антропогенних або природних змін ландшафтів. Результати наукових спроб зазирнути у нещодавнє минуле сучасних ландшафтів дозволяють з'ясувати причинно-наслідкові зв'язки змін географічного середовища у історичний проміжок часу існування людства, розкрити механізми формування структури та режимів функціонування сучасних ландшафтів як культурно-природних феноменів.

Одержані у ході історико-географічного аналізу ландшафтів дані про вік та генезу сучасних ландшафтів сьогодні широко використовуються для вирішення різних задач суспільного розвитку. Так, наприклад, висвітлений Колбовським Е. Ю. [1] досвід наукової програми Historic Landscape Characterisation свідчить про значні успіхи у картографуванні «історичного виміру» сучасних ландшафтів Великої Британії – результати досліджень ефективно інтегровані в практику державного управління в природоохоронній діяльності та галузі збереження національної культурної спадщини.

Обґрунтовані протягом другої половини минулого століття теоретико-методологічні підвалини дослідження ландшафтів історичною географією, висвітлені у чисельних наукових працях (Darby Н. С.

[2], Williams М. [3], Sauer С. О. [4], Harris С. [5], Жекулін В. С. [6, 7]) сьогодні переживають новий етап розвитку – геоінформаційний. Серед нових перспектив, які відкриває застосування геоінформаційного підходу у картографічних дослідженнях історичної географії ландшафтів, Нізовцев В. А. [8] особливо відмічає можливість спряженого аналізу різночасових картографічних творів, швидке подолання проблеми сумісного аналізу різномасштабних картографічних зображень, реконструкції та кількісного просторового аналізу динаміки природокористування. Як зазначають Грегорі І. Н. та Елл П. С. [9], запровадження ГІС-технологій оголошує новий порядок денний проведення досліджень у галузі історичної географії, розширюючи арсенал методів та встановлюючи чіткі межі точності досліджень, тим самим відкриваючи більш широкі можливості використання їх результатів.

Особливе місце як об'єкти досліджень історичної географії ландшафтів займають міста. Пошук відповідей на традиційні питання історичної географії «якими були природні ландшафти території сучасних міст?» та «які процеси і в якій послідовності сформували його сучасний ландшафт?» ускладнений труднощами однозначної ландшафтної інтерпретації географічного середовища сучасних міст. Причинами, що визначили специфічність географічного середовища міст можна назвати багатівіковий процес освоєння ландшафтів територій міст, що зумовив їх систематичне перетворення та сучасне інтенсивне використання їх природних ресурсів, яке, відповідно, викликає цілий комплекс впливів на всі природні

компоненти його середовища [10].

Не дивлячись на вказані складності, накопичено значний досвід досліджень у галузі історичної географії ландшафтів міст. Відомі результати чисельних наукових проектів реконструкцій генетико-морфологічної структури природних ландшафтів Москви [11], Санкт-Петербургу [12] та Саратова [13] (Росія), проектів «Mannahatta» та «The Welikia» з відтворення структури та біологічного різноманіття природних ландшафтів території Нью-Йорку (США) [14], реконструкції територіальної організації природокористування Риму у XVIII столітті (Італія) [15], Лодзю на період XIX-XX ст. (Польща) [16] свідчать як про наявність методичних можливостей та теоретичних підвалин їх здійснення, так і про значний інтерес до них з боку суспільства.

Вітчизняний досвід історико-географічних досліджень ландшафтів міст здебільшого набутий у результаті їх конструктивно-географічних досліджень. Так, Дмитруком О. Ю. та ін. розроблено картографічну модель реконструкції «корінних» ландшафтів м. Києва [17], Керничною О. О. [18] здійснено ретроспективний аналіз освоєння ландшафту території м. Дніпро, комплексне дослідження історії міського ландшафту Сум проведено Шевченко Г. Є. [19], тощо.

Разом з тим, сфера практичного використання результатів історико-географічних досліджень міських ландшафтів, хоч і відзначається як перспективна для вирішення окремих екологічних проблем міст (передусім, озеленення), та, зазвичай, пов'язується виключно із задачами збереження історико-культурної спадщини та екологічного виховання місцевого населення. Таке бачення практич-

ного значення результатів історико-географічного дослідження міських ландшафтів хоч і є самодостатнім, проте, на наш погляд, є певною мірою усіченим.

Вважаємо, що інформація, отримана у ході досліджень історії формування, а саме динаміки територіальної організації природокористування міських ландшафтів здатна дати значну кількість відповідей на питання, що виникають в процесі територіального планування міст, особливо з огляду на сучасні потреби екологізації проектів містобудування, та може слугувати цілям комплексного обґрунтування їх узгодженого розвитку.

Харків є динамічним та порівняно «молодим» метрополітним містом, що і сьогодні перебуває у фазі активного територіального росту. Чималу увагу до географічних та геоекологічних досліджень середовища міського ландшафту Харкова, в тому числі і ретроспективному аналізу функціонування його окремих компонентів, особливо ґрунту, результати яких висвітлено у чисельних дослідженнях Черваньова І. Г. та співавт. [20], Ричак Н. Л., Некос В. Ю. [21] та інш. Та не зважаючи на це, комплексні історико-географічні дослідження історії формування міського ландшафту Харкова як цілісного природно-культурного феномену залишаються залишаються мало вивченими.

Метою статті є дослідження історії картографування формування ландшафту міста Харкова за період від початку активного містобудівного освоєння і до наших днів (кінець XVIII – початок XXI ст.), що здійснювалось з огляду на перспективи залучення результатів у процес територіального планування сучасного розвитку міста.

Методи дослідження

Об'єктом дослідження є територія міського ландшафту Харкова в межах сучасних адміністративних меж міста.

Під час дослідження історії формування міського ландшафту використано низку наукових **методів** – як загально географічних (картографічний та геоінформаційний методи), так і власне спеціальних історико-географічних методів (історичного зрізу) та підходів до дослідження (діахроні-

чний та порівняльно-історичний підхід).

Вихідними матеріалами даного дослідження слугували 37 давніх картографічних творів, що охоплюють часовий діапазон від кінця XVIII – початку XXI ст. Даним творам відповідають 29 хронотопів – історичних зрізів географічного середовища міського ландшафту Харкова, дати яких відображені на рис.1.

Використані у дослідженні карто-

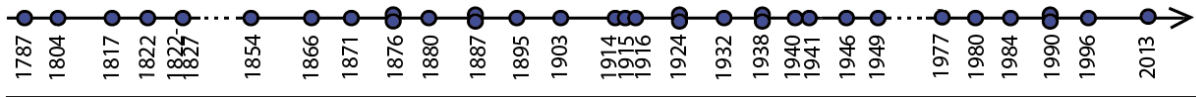


Рис. 1– Хронотопи, що досліджувались за матеріалами давніх картографічних творів Харкова

графічні твори мають різні масштаби, і, як наслідок, їх картографічні зображення охоплюють відмінні за площею території, що повністю або частково відображують територію в межах сучасного міста.

Джерелами можливих помилок, що можуть суттєво впливати на результати досліджень є здебільшого фактори, що пов'язані із використанням давніх картографічних творів як основного джерела інформації. До ймовірних причин виникнення похибок у результатах дослідження слід віднести: неточність картографічних зображень давніх карт, пов'язаних із недосконалістю техніки зйомки та (або) картографування, недостовірність інформації,

невірну сучасна інтерпретація географічних даних, що містяться у картографічному творі.

Картографічні дослідження історії формування міського ландшафту Харкова здійснювались у геоінформаційному середовищі ArcGIS 10.0. Методику даного дослідження можна стисло окреслити наступним алгоритмом створення ГІС-проекту: 1) *Попередня підготовка даних*: Сканування паперових карт → Обробка растрових даних → Географічна прив'язка → Трансформація растрів → 2) *Геообробка даних*: Векторизація растрових даних → Редагування шарів векторних даних → Укладання підсумкових картографічних творів.

Результати та обговорення

Результати застосування операцій ГІС для інтерпретації географічного змісту давніх карт Харкова. Після сканування паперових карт та попередньої обробки одержаних растрових даних, всі картографічні твори пройшли процедуру просторової прив'язки в єдиній географічній системі координат WGS 1984, що має проекцію UTM (Universal Transverse Mercator), Zone 37N. За допомогою інструменту ArcMap 10.0 «Georeferencing» растрові дані карт були прив'язані до сучасних векторних шарів географічних даних та одна до одної.

Точками прив'язки слугували орієнтири з відомими координатами, такі як, дорожні перехрестя, мости та нині існуючі будівлі, що зображені на історичних картах. Мінімальна кількість опорних точок, за якими здійснювалась географічна прив'язка однієї окремої карти дорівнювала 50, максимальна – понад 700.

Після цього растрові дані були перетворені за допомогою методу поліноміальної трансформації третього порядку. Кількість точок прив'язки та розраховані значення середньої квадратичної помилки (RMS Error) між трансформованим растром та точками прив'язки наведено у табл. 1.

Обчислені значення RMS Error, який покликаний характеризувати точність тран-

сформації картографічного зображення, варіюють від 9,48 м до 221 м. Найменші значення помилки трансформації притаманні детальним планам міста та топографічним картам різних років, найбільші значення – картографічним творам схем міського транспорту 1980, 1984 та 1990 років. Відмітимо, що для проаналізованих в ході даного дослідження картографічних творів, картографічна точність зображення здебільшого визначалась призначенням картографічного твору, а отже, і його деталізацією, ніж залежала від давнини його укладання.

Крім того, розраховані значення показника RMS Error, за умови припущення щодо відсутності суттєвих помилок при виборі точок прив'язки, дають можливість сформулювати уявлення щодо їх картографічної точності та достовірності змісту давніх карт. Так, в окремих випадках, високі значення RMS Error окремих груп точок прив'язки по відношенню до значень загального масиву точок прив'язки певної карти, що не спостерігаються на відповідних ділянках карт «сусідніх» хронотопів, слугували підставами для виявлення картографічних помилок та фальсифікацій зображень географічних об'єктів.

Наприклад, виявлене суттєве зміщення фрагменту русла р. Лопань (приблизно на

Таблиця 1

Результати географічної прив'язки історичних картографічних творів Харкова

Карт. твір, рік	1787	1804	1817	1822	1822 1827	1854	1866	1871	1876 (I)	
Кількість точок прив'язки	165	102	50	154	129	200	183	95	200	
RMS Error (метри)	68,89	48,16	9,48	16,08	94,12	103,7	49,93	21,65	47,95	
Карт. твір, рік	1876 (II)	1880	1887 (I)	1887 (II)	1895	1903	1914	1915	1916	
Кількість точок прив'язки	163	128	132	150	203	143	82	50	719	
RMS Error (метри)	63,64	42,10	32,78	65,31	38,68	23,75	23,82	22,28	57,32	
Карт. твір, рік	1924 (I)	1924 (II)	1932	1938 (I)	1938 (II)	1940 а б		1941	1946	
Кількість точок прив'язки	190	280	258	383	51	53	54	141	181	
RMS Error (метри)	21,19	17,68	62,04	48,5	86,08	33,17	26,98	52,02	43,06	
Карт. твір, рік	1949 а б в			1977	1980	1984	1990 (I)	1990 (II)	1996	2013
Кількість точок прив'язки	59	56	52	87	91	92	104	64	54	68
RMS Error (метри)	16,5	14,3	41,8	38,68	216,8	210,67	221,8	40,39	52,87	41,4

*Примітка: (I), (II), ... – порядковий номер картографічного твору, у випадку, якщо на один хронотоп припадає декілька карт; а, б, ... – кодування картографічного твору, у випадку, якщо хронотоп представлений декількома листами топографічної карти.

800 м на північ) на плані 1787 року визначене як навмисна помилка, що, ймовірно, допущена задля вирішення задач компонування карти, «стрибокподібна» зміна конфігурації та кількості кварталів міської забудови на плані 1938 року – результат фальсифікацій з метою приховання розташування об'єктів стратегічного значення (промислових підприємств, залізничних колій), тощо.

Геометрична точність просторової прив'язки для кожної карти оцінювалась експертно шляхом візуального визначення ступеню відповідності розташування кварталів забудови до їх розташування на сучасних векторних шарів географічних даних.

Результатом просторової прив'язки та трансформації растрових даних давніх карт стало зведення їх до єдиного масштабу (рис. 2), що дозволило здійснити сумісних аналіз серії карт для відтворення процесу формування міського ландшафту – виявлення закономірностей та особливостей динаміки його територіальної організації природокористування.

Виявлені геодані класифіковані за двома типами: дані стосовно територіальної структури природокористування (забудова,

дороги, залізничні шляхи, городи, пашня, парки та сквери, промислові підприємства) та дані про природні компоненти ландшафту (передусім про топологію елементів та форм рельєфу, гідрографію річкової мережі, конфігурацію ареалів природної рослинності).

Структура історико-географічного ГІС-проекту «ландшафтів Харкова: та можливості використання». Відповідно до змісту, логічно розділити структуру розробленого ГІС-проекту на два блоки, які між собою тісно взаємопов'язані: А саме ретроспективний аналіз формування та динаміки територіальної структури природокористування міського ландшафту Харкова.

Так, на рис. 3 наведено фрейм даних ГІС для хронотопів, що відповідають історико-географічним зрізам 1822-1827, 1887, 1938, 1989 років. Завдяки їм маємо змогу не тільки прослідкувати забудову території, але і побачити якісну сторону «експансії» урбанізації на ландшафт даної території, «стати свідками» змін територіальної конфігурації окремих природних комплексів, що дає змогу прослідкувати шляхи впливу на вихідний ландшафт та може бути вико-

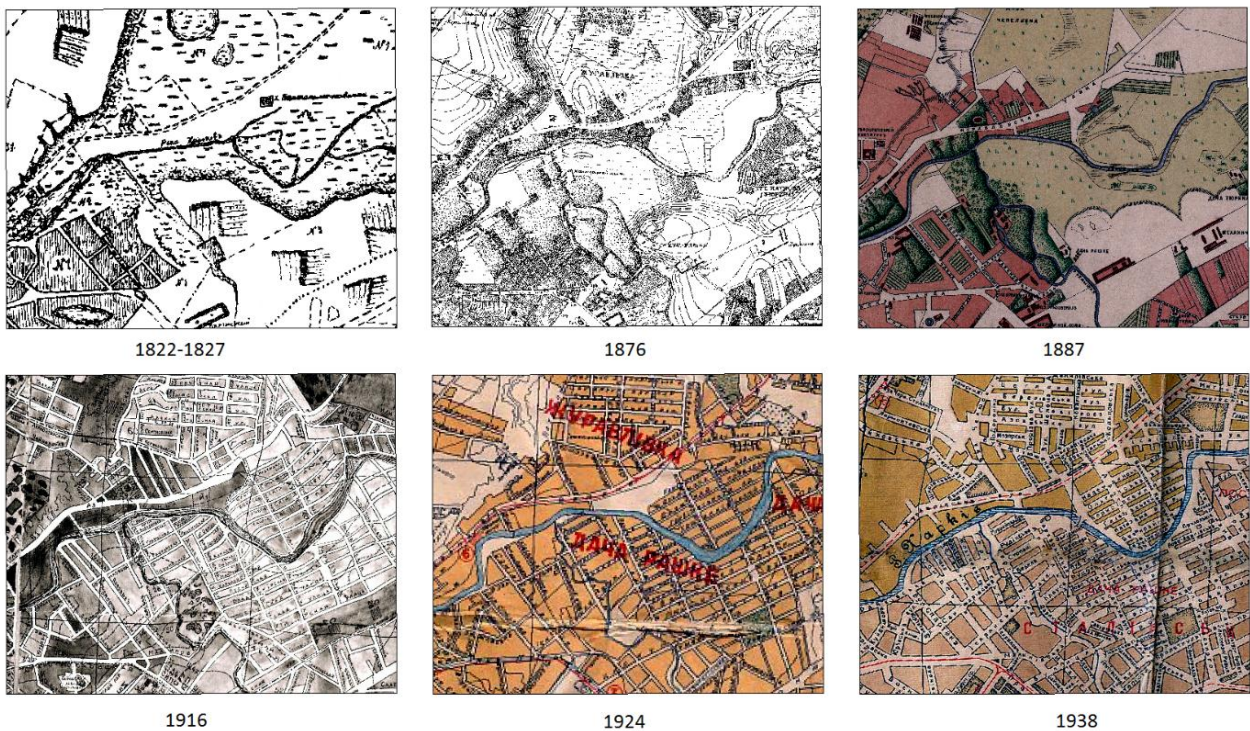


Рис. 2 – Фрагменти зведених до єдиного масштабу картографічних зображень деяких давніх карт Харкова, використаних у дослідженні

ристане у якості основи для встановлення «глибини часу» містобудівного освоєння даної території, а також дати відповіді на питання:

- як узгодити планові наміри використання територій, з ландшафтною структурою території, що докорінно змінена;

- яка «часова глибина» перетворення процесами освоєння окремих територій ландшафтів міста, які екологічні ризики ведення діяльності ймовірні;
- які варіанти відмов стійкості ландшафті в можуть бути спричинені в результаті певних впливів, тощо.

Висновки

Таким чином, можна сказати, що давні карти є цінним джерелом географічної інформації про міський ландшафт. Можна зробити висновок, що використання ГІС є ефективним підходом для проведення подібних досліджень та відкриває широкі можливості географічної інтерпретації географічних даних, що містяться у давніх картах.

Особливий інтерес нами вбачається в інтеграції істориків, містобудівників і географів в змістовному наповненні та розкриття

характеристик режимів природокористування конкретних територій шляхом історіографії, відомостей, планів землекористування. Однак це розширення потребує міждисциплінарного підходу до його здійснення.

Наведений досвід проведення подібних досліджень дозволяє розглядати їх результати як перспективні матеріали, що можливо залучати в структуру вишукувань для проведення територіального планування розвитку міста.

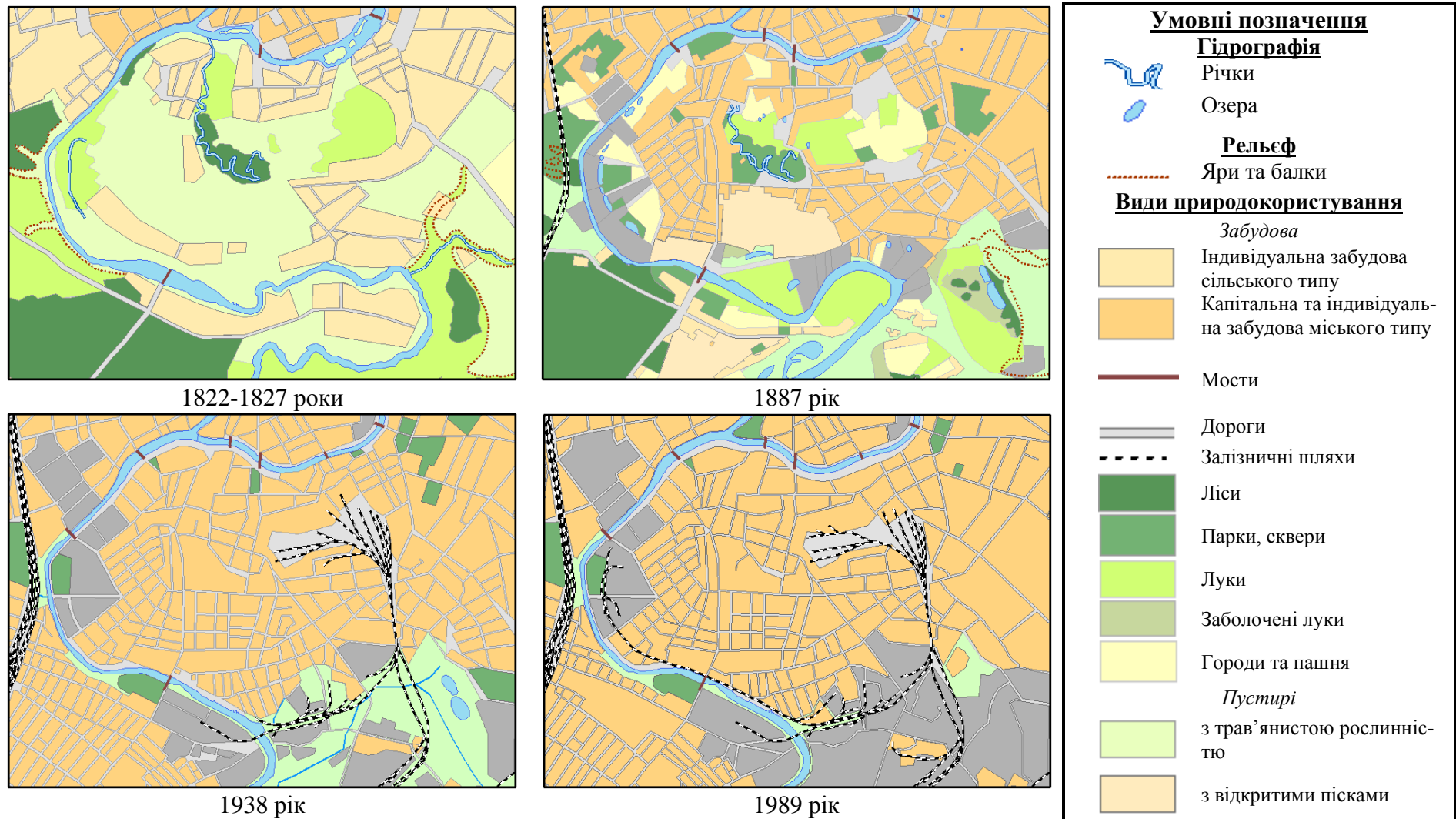


Рис. 3 – Територіальна організація природокористування міста Харків у хронотопи 1787, 1887, 1854, 1938 рік. (фрагменти загального фрейму даних Гіс-проекту)

Література

1. Колбовский Е.Ю. Исследование культурных ландшафтов средствами исторических геоинформационных систем: опыт Великобритании. *Ярославский педагогический вестник*. Том III (Естественные науки), 2011. №2 . С.119-126.
2. Darby H.C. On the relations of geography and history. *Transactions and Papers (Institute of British Geographers)*. 1953. № 19. P.1-11.
3. Williams M. Historical geography and the concept of landscape // *Journal of Historical Geography*. 1989. 15, 1. С. 92-104.
4. Sauer C. O. Foreword to Historical Geography // *Annals of the Association of American Geographers*. 1941, No. 1, Vol. XXXI. P. 1-24. <http://dx.doi.org/10.1080/00045604109357211>
5. Harris C. Theory and synthesis in historical geography. *Canadian geographer*. 1971. № 3. P. 157-172.
6. Жекулин В.С. Историческая география ландшафтов (курс лекций). Новгород, 1972. 229 с.
7. Жекулин В.С. Историческая география : предмет и методы. Ленинград: «Наука», 1982. 224 с.
8. Низовцев В.А. Ландшафтно-историческое картографирование и Гистехнологии. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2012. Вип.16. С. 84–87
9. Gregory I.N., Ell P.S. Historical GIS: Technologies, Methodologies, and Scholarship (Cambridge Studies in Historical Geography). Cambridge: Cambridge University Press, 2007 . 240 с.
10. Klieshch A.A. The effects of urbanization on the environment. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2015. № 3-4. С.28-31.
11. Коренные и современные ландшафты Москвы. Геопортал МГУ. URL: <http://www.geogr.msu.ru:8082/> ные и современные ландшафты Москвы. Геопортал МГУ. URL: <http://www.geogr.msu.ru:8082/Moscow/> (Дата звернення:01.09.2017)
12. Исаченко Г.А., Резников А.И. Ландшафты Санкт-Петербурга: эволюция, динамика, разнообразие .. *Биосфера*. 2014. № 3. С. 231–249.
13. Макаров В.З., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н. Эколого-географическое картографирование городов. Саратов: Научный мир, 2002. 196 с.
14. Sanderson E. Beyond Manhattan. The Welikia project. URL: <https://welikia.org/explore/manhattan-map/> (дата звернення: 01.11.2017)
15. Lelo K. A GIS Approach to Urban History: Rome in the 18th Century. // *ISPRS International Journal Of Geo-Information*. 2014. № 3. P. 1293-1316. <http://dx.doi.org/doi:10.3390/ijgi3041293>
16. Mapy historyczne Łodzi [Електронний ресурс] // *Łódzki Ośrodek Geodezji* URL: <http://gis2.mapa.lodz.pl/MapyHistoryczne/default.aspx>. звернення:01.09.2017)
17. Методика урболандшафтних досліджень / О.Ю. Дмитрук та ін. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія*. 2009. Вип. 18. С. 76 – 81.
18. Кернична О.О. Ландшафтний аналіз індустріально-урбанізованих територій (на прикладі міста Дніпропетровська) : автореф. дис. ... канд. географічних наук : 11.00.11 "Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів" / Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна . Харків, 2002. 19 с.
19. Шевченко Г.С. Аналіз ландшафтно-екологічної ситуації території міста Суми в цілях містобудування (ландшафтної архітектури) : дис. ... канд. географічних наук : 11.00.11 "Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів" / Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна . Харків, 2013. 274 с.
20. Городская среда Харькова: географический анализ загрязнения, самоочищение земель, возможные влияния на здоровье : под ред. И. Г. Черванева. Харьков: ХГУ, 1994. 81 с.
21. Ричак Н.Л., Некос В.Ю. Забруднення у ґрунтах великого міста за історичний час (на прикладі м. Харкова) . *Захист довкілля від антропогенного навантаження*. 2004. Вип.9 (11). С. 67- 74.

References

1. Kolbovskij, E.Yu. (2011) Issledovanie kul'turnyh landshaftov sredstvami istoricheskikh geoinformacionnyh sistem: opyt Velikobritanii [Using Historical Geoinformation Systems to Research Cultural Landscapes: Great Britain Experience]. *Yaroslavskij pedagogicheskij vestnik*. (Estestvennye nauki), (2:3), 119-126 [In Russian].
2. Darby, H.C. (1953) On the relations of geography and history. *Transactions and Papers (Institute of British Geographers)*, (19), 1-11.
3. Williams, M. (1989) Historical geography and the concept of landscape. *Journal of Historical Geography*, (15, 1), 92-104.
4. Sauer, C. O. (1941) Foreword to Historical Geography. *Annals of the Association of American Geographers*, (31:1), 1-24. <http://dx.doi.org/10.1080/00045604109357211>
5. Harris, C. (1971) Theory and synthesis in historical geography. *Canadian geographer*, (3), 157-172.
6. Zhekulin, V.S. (1972). *Istoricheskaya geografiya landshaftov (kurs lekcij)* [Historical geography of

- landscapes (lecture course)]. Novgorod [In Russian].
7. Zhekulin, V.S. (1982). Istoricheskaya geografiya: predmet i metody [Historical geography: subject and methods]. Leningrad: «Nauka» [In Russian].
 8. Nizovcev, V.A. (2012). Landshaftno-istoricheskoe kartografirovanie i Gis-texnologii [Landscape-historical mapping and GIS technologies]. Problemy bezperernovoyi heohrafichnoyi osvity i kartografiyi, 2012, (16), 84-87 [In Russian].
 9. Gregory, I.N., & Ell, P.S. (2007). Historical GIS: Technologies, Methodologies, and Scholarship (Cambridge Studies in Historical Geography) . Cambridge: Cambridge University Press.
 10. Klieshch, A.A. (2015). The effects of urbanization on the environment. Lyudyna ta dovkillya. Problemy neokolohiyi, (3-4), 28-31.
 11. Korennye i sovremennye landshafty Moskvy [Indigenous and modern landscapes of Moscow]. (2017). Geoportal MGU. Retrieved 1 September 2017, from <http://www.geogr.msu.ru:8082/Moscow> [In Russian].
 12. Isachenko, G.A., & Reznikov, A.I. (2014) Landshafty Sankt-Peterburga: evolyutsiya, dinamika, raznoobraziye [Saint Petersburg landscapes: Their evolution, dynamics, and diversity]. Mezhdistsiplinarnyy nauchnyy i prikladnyy zhurnal «Biosfera». (3:6), 231-249 [In Russian].
 13. Makarov, V.Z., Novakovskij, B.A., & Chumachenko, A.N. (2002). Ekologo-geograficheskoe kartografirovanie gorodov [Ecological and geographical mapping of cities]. Saratov: Nauchny`j mir [In Russian].
 14. Sanderson, E. (2017). Beyond Mannahatta. The Welikia project. Retrieved 01 November 2017, from <https://welikia.org/explore/mannahatta-map/>
 15. Lelo, K. (2014). A GIS Approach to Urban History: Rome in the 18th Century. ISPRS International Journal Of Geo-Information, (3), 1293-1316. <http://dx.doi.org/doi:10.3390/ijgi3041293>
 16. Mapy historyczne Lodzi [Historical maps of Lodz]. (2017) // Łódzki Ośrodek Geodezji Retrieved 1 September 2017, from <http://gis2.mapa.lodz.pl/MapyHistoryczne/default.aspx> [In Polish].
 17. Dmytruk, O.Yu., Kupach, T.H., Dem'ianenko, S.O., & Olishevska, Yu.A. (2009). Metodyka urbolandshaftnykh doslidzhen [Methodology of urban landscapes research]. Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Seriya: Heohrafiia, (18), 76-81 [In Ukrainian].
 18. Kernychna, O.O. (2002). Landshaftnyi analiz industrialno-urbanizovanykh terytorii (na prykladi mista Dnipropetrovska). (Master's thesis). V. N. Karazin Kharkiv National University [In Ukrainian].
 19. Shevchenko, H.Ye. (2013). Analiz landshaftno-ekolohichnoi sytuatsii terytorii mista Sumy v tsiliakh mistobuduvannya (landshaftnoi arkhitektury) [Analysis of the landscape and ecological situation of the city of Sumy for the purpose of urban development (landscape architecture)]. (Candidate of Geographical Sciences). V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv [In Ukrainian].
 20. Chervanov, I. G. (Eds.). (1994) Gorodskaya sreda Khar'kova: geograficheskyy analiz zagryazneniya, samochishcheniye zemel', vozmozhnyye vliyaniya na zdorov'ye [Urban environment of Kharkov: geographical analysis of pollution, self-cleaning of lands, possible health effects]. Kharkov: HGU [In Russian].
 21. Rychak, N. L., Nekos, V. Yu. (2004) Zabrudnennya u gruntakh velykoho mista za istorychnyy chas (na prykladi m. Kharkova) [Pollution in the soil of a large city in historical time (for example, the city of Kharkiv)]. Zakhyst dovkillya vid antropohennoho navantazhennya. (9:11), 67-74 [In Ukrainian].

Надійшла до редколегії 03.09.2017

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 621.43.068

A. P. POLIVYANCHUK, D-r of Techn. Sciences, Prof.
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv
17, Marshal Bazhanov Street, Kharkiv, 61002, Ukraine
e-mail: apmail@meta.ua

THE CONCEPT OF CREATING UNIVERSAL SYSTEMS FOR THE ENVIRONMENTAL CERTIFICATION OF TRANSPORT DIESELS BASED ON MINI- AND MICROTUNNELS

Purpose. Creation of a scientific and practical basis for the development on the basis of mini and micro tunnels of universal low-cost systems for the environmental certification of transport diesel engines in terms of the mass emission of particulate matter with exhaust gases. **Methods.** Analysis and synthesis of information when studying the systems of ecological certification of diesel engines, physical and mathematical modeling, experimental research of working processes, technical characteristics and efficiency indicators of tunnels. **Results.** The technical characteristics of mini and micro-tunnels as control systems for mass emissions of diesel particulate matter are considered. The concept of the creation of universal mini- and microtunnels is proposed based on the principles of increasing their compactness, dynamism, management efficiency and accuracy. **Conclusions.** The results of theoretical and experimental researches and developments on increasing the universality of mini- and microtunnels are presented: mathematical models of work processes, resulting errors and performance indicators of tunnel; new isokinetic and compensation methods for controlling exhaust gas samples; prototypes of a minitunnel with an isokinetic sampler MT-1, microtunnels MKT-1 and MKT-2; test benches for studies of thermal processes in tunnels, isokinetic and compensation sampling regimes; results experimental development of certification procedures for measuring emissions of particulate matter from automotive, tractor and diesel locomotives.

Keywords: diesel, exhaust gases, solid particles, environmental certification, minitunnel, microtunnel, universality

Полив'янчук А. П.

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ НА БАЗІ МІНІ- ТА МІКРОТУНЕЛІВ УНІВЕРСАЛЬНИХ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ДИЗЕЛІВ

Мета. Створення науково-практичної бази для розробки на базі міні- та мікротунелів універсальних недорогих систем екологічної сертифікації транспортних дизелів за показником масового викиду твердих частинок з відпрацьованими газами. **Методи:** Аналіз та синтез інформації, фізичне та математичне моделювання, експериментальні дослідження. **Результати.** Запропоновано концепцію створення універсальних міні- та мікротунелів на основі принципів підвищення їх компактності, динамічності, ефективності керування і точності вимірювального обладнання. **Висновки.** Представлено результати теоретичних та експериментальних досліджень та розробок щодо підвищення універсальності міні- та мікротунелів: математичні моделі робочих процесів, нові методи контролю проби, макетні зразки вимірювачів МТ-1, МКТ-1, МКТ-2, тощо.

Ключові слова: дизель, відпрацьовані гази, тверді частинки, екологічна сертифікація, мінітунель, мікротунель, універсальність

Поливянчук А. П.

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова

КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ НА БАЗЕ МИНИ- И МИКРОТУННЕЛЕЙ УНИВЕРСАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Цель. Создание научно-практической базы для разработки на базе мини- и микротуннелей универсальных недорогих систем экологической сертификации транспортных дизелей по показателю массового выброса твердых частиц с отработавшими газами. **Методы.** Анализ и синтез информации, физическое и математическое моделирование, экспериментальные исследования. **Результаты.** Предложена концепция создания универсальных мини- и микротуннелей на основе принципов повышения их компактности, динамичности, эффективности управления и точности. **Выводы.** Представлены результаты теоретичес-

ких и экспериментальных исследований и разработок по повышению универсальности мини- и микротуннелей: математические модели рабочих процессов, новые методы контроля проб отработавших газов, макетные образцы измерителей МТ-1, МКТ-1, МКТ-2 и др.

Ключевые слова: дизель, отработавшие газы, твердые частицы, экологическая сертификация, микротуннель, микротуннель, универсальность

Introduction

Today, when creating transport engines, special attention is paid to their environmental performance, which characterizes the negative impact of these power plants on the environment. This is especially true for diesel engines, which, by their operating principle, are more toxic than gasoline and gas engines.

Among the most dangerous substances contained in the exhaust gases of diesel engines are solid particles (PM), which determine how all the material collected on special filtering means after passing through them exhaust gas diluted with pure air to a temperature not exceeding 52 °C [1].

The mass emission of PM with exhaust gases from diesel engines is a normative pa-

rameter, for the determination of which special measuring systems are used – diluting tunnels, the most effective of which are mini tunnels (MT) and microtunnels (MKT) at their price and convenience in operation.

At the present stage, the ecologization of engine building in the design of tunnels solve the urgent problem of increasing their universality – the possibility of using diesel engines of various types in testing. In order to solve this problem, the author, based on his own experience in the development and operation of tunnels, proposed the concept of creating universal systems for the environmental certification of transport diesel engines based on MT and MKT.

Object and methods of research

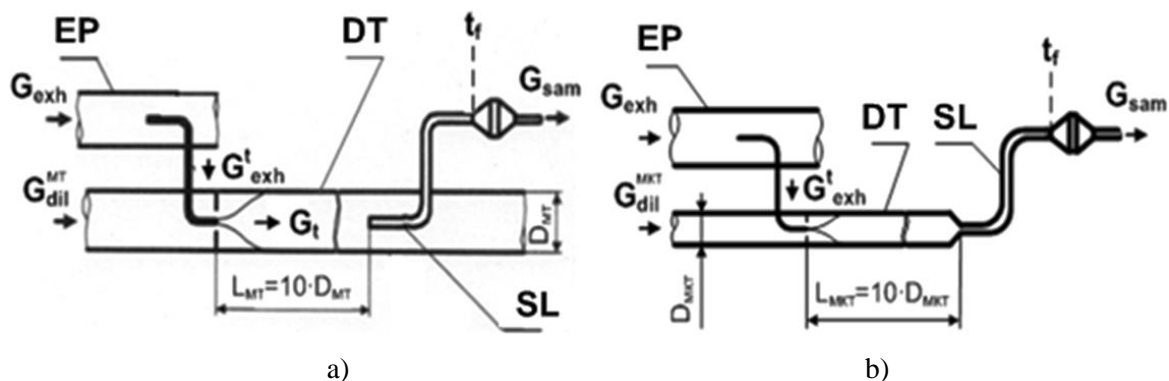
General characteristics of the layout schemes of mini and microtunnels.

MT and MKT relate to partial-flow diesel fuel sampling systems, which are more mobile and cheaper than reference full-flow tunnels.

In MT sampling modules – diluting exhaust gas with air and sampling PM for filters have different gas blowers with mass flow rates of 10 ... 50 g/s and 1,2 ... 2,5 g/s, respectively; the dimensions of the dilution tunnel for exhaust gas – the tunnel of these systems - diameter (D) × length (L) are 7.5 ... 10 × 75 ... 100 cm (Fig. 1,a).

In the MKT, the sample preparation and sampling points for PM on the filters are combined into one module with a common gas blower, whose productivity is 1,2 ... 2,5 g/s; this allows to reduce the overall dimensions of the tunnel to $D \times L = 2,5 \dots 4,0 \times 25 \dots 40$ cm (Fig. 1,b).

MT and MKT are used to determine the mass, specific and average operating PM emissions during arbitrary, research and certification tests of diesel engines, which are carried out in accordance with the requirements of regulatory documents [1-3].



EP – exhaust pipe of a diesel engine; DT – diluting tunnel; SL – sampling line PM
a) minitunnel; b) microtunnel.

Fig. 1 – Schematic diagrams of partial-flow control systems for emissions of diesel PM

The concept of creating universal diesel certification systems based on mini and microtunnels is based on four basic principles:

1) *increase of compactness of equipment* due to minimization of mass-dimensions parameters of tunnels; this will increase their mobility and convenience in operation, reduce the performance of gas blowers, the energy and economic costs of their operation;

2) *increasing the dynamism of the systems for sample preparation and sampling of PM* by using low-inertia methods for monitoring the work processes of these systems; this will enable the use of MT and MKT in performing highly dynamic test cycles – the European Transient Cycle (ETC), the Worldwide

Transient Vehicle Cycle (WTVC), the Worldwide heavy-duty transient cycle (WHTC) and other [4-6];

3) *increasing the accuracy of the gravimetric measurement method* by reducing its instrumental and methodological errors; this will allow to ensure the required accuracy of MT and MKT in conditions of decreasing standards for PM emissions from diesel engines;

4) *modernization of the algorithm of operation and software of tunnels* by taking into account existing and prospective testing procedures for various diesel engines and data processing techniques; this will expand the scope of application of MT and MKT to all types of transport diesels.

Results and discussion

With the purpose of creating a scientific and practical basis for increasing the universality of MT and MKT, the results of theoretical and experimental studies were systematized by specialists of the O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, National Technical University "Kharkov Polytechnic Institute" and Volodymyr Dahl East Ukrainian National University in the period 2003-2017; the results of the research can be divided into the following groups.

Mathematical models for definition of technical characteristics and efficiency indicators of tunnels:

– *mathematical model of the thermal state of the sample in the tunnel*, which allows to determine the required parameters of the dilution of exhaust gas by air in the tunnel – dilution factor and sample temperature before the filter for the selection of PM [7, 8]; these parameters must comply with the conditions for dilution of exhaust gas in a full-flow tunnel, which eliminates the methodological error of the gravimetric method for controlling diesel emissions of PM;

– *mathematical model for determining the resulting error in the measurement of mass emissions of PM* as a sum of its instrumental and methodological components [9, 10]; this model allows to estimate the accuracy of MT and MKT and to determine the influence of errors in measuring equipment and conditions of dilution of exhaust gas in the tunnel on it;

– *a complex mathematical model for evaluating tunnel efficiency* by three criteria: the accuracy of measurements, the required fuel consumption for testing and the cost of the test procedure [11]; on the basis of this model, op-

timization of technical and operational parameters of MT and MKT can be carried out according to the specified criteria.

New methods for controlling the sample of exhaust gas and the concentration of PM in the tunnel:

– *compensation method for controlling the exhaust gas sample*, which is taken from the diesel exhaust system [12]; this method provides the required accuracy of measurements and is 5 ... 8 times cheaper than the known analogue – the differential method, which is used in the microtunnel AVL SPC 472;

– *the method of dynamic control of PM emissions with an optoelectronic sensor element*, which allows to determine the instantaneous values of PM concentrations in exhaust gas during the operation of the diesel engine under steady and unsteady test conditions [13];

– *method of accelerated measurement of mass emission of PM with exhaust gas of diesel engine*, which allows to determine this environmental indicator with the minimum possible time expenditure, provided that the required accuracy of measurements is provided [14]; this method is most in demand in the ecological diagnostics of dimensional diesel engines – diesel locomotives, ships, etc., whose tests are characterized by considerable fuel costs and have a high cost.

Batch samples of mass emission control systems for PM emissions from diesel engines, which are developed in accordance with the requirements of international standards [1-3]:

– *minitunnel with isokinetic sampler MT-1* (Fig. 2), which has the following technical characteristics: tunnel dimensions – $D \times L = 8,5$

× 100 cm; the capacity of gas blowers: the dilution module of exhaust gas is 25 g/s, the sampling line of PM is 1,2 g/s; the selection regime for exhaust gas is isokinetic [15];

- *microtunnels*: *MKT-1* – non-automated system and *MKT-2* – automated system (Fig. 3), which have the following technical characteristics: tunnel dimensions - $D \times L = 3,0 \times 30$

cm; the total gas blowing capacity of the exhaust gas dilution module and the PM sampling line – 1,2 g/s; modes of selection of exhaust gases – isokinetic, proportional, constant; *MKT-2* control mode – using a PC using specially developed software (Fig. 4) [16,17].

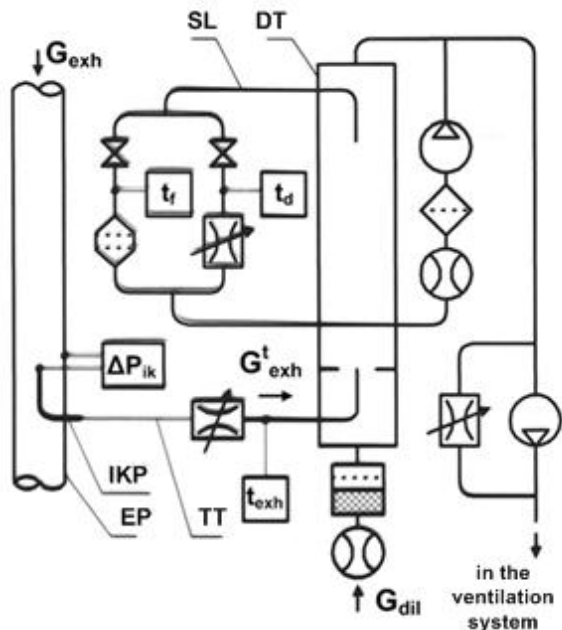


Fig. 2 – Schematic diagram and general view of the MT-1 minitunnel

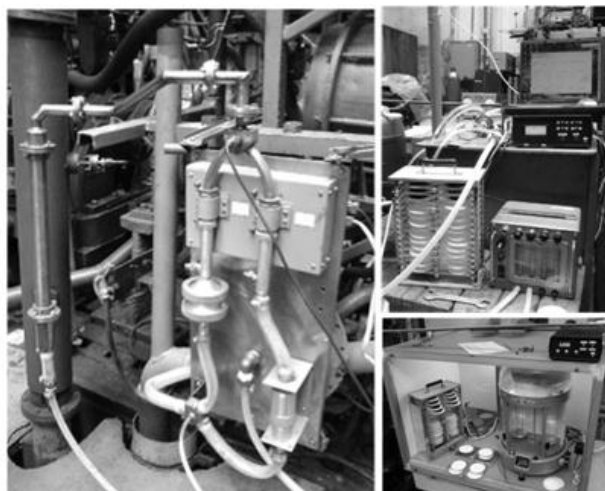
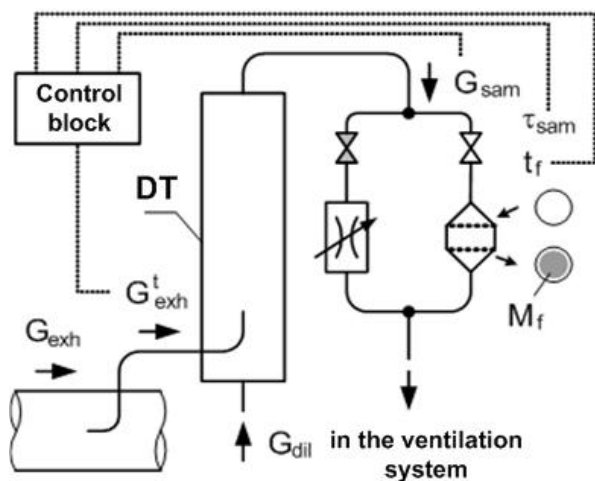


Fig. 3 – Schematic diagram and general view of the microtunnel MKT-2 and its elements

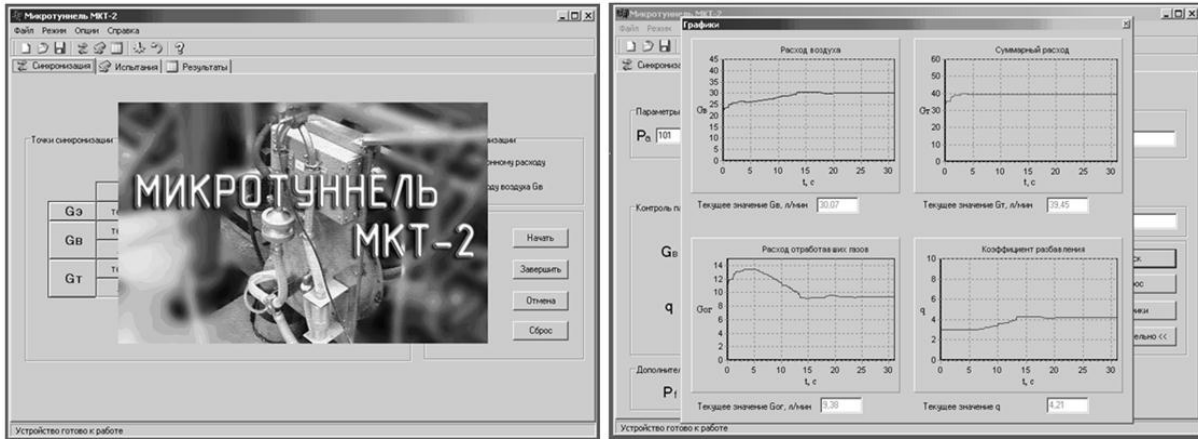


Fig. 4 – Software of microtunnel MKT-2

Test benches for research of working processes in tunnels:

– stand for research of thermal processes in tunnels (Fig. 5); at this stand the process of heat transfer through the wall of the tunnel was investigated and the criterial equation of this process in dimensionless form was established [18];

– a non-motorized stand for studies of the isokinetic and compensation mode of exhaust gas sampling (Fig. 6); at this booth, the conditions for using the isokinetic sampler of the MT-1 mini-tunnel were experimentally determined and confirmed the practical suitability of the compensation method for controlling the sample of exhaust gases [19].

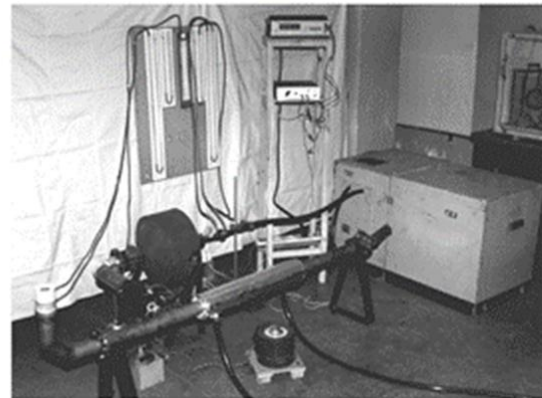
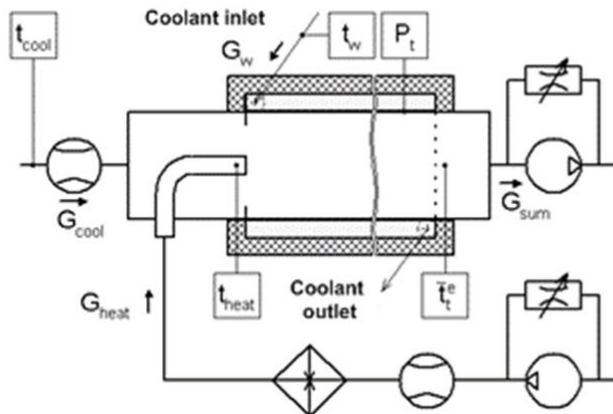


Fig. 5 – Schematic diagram and general view of the stand for studying thermal processes in tunnels

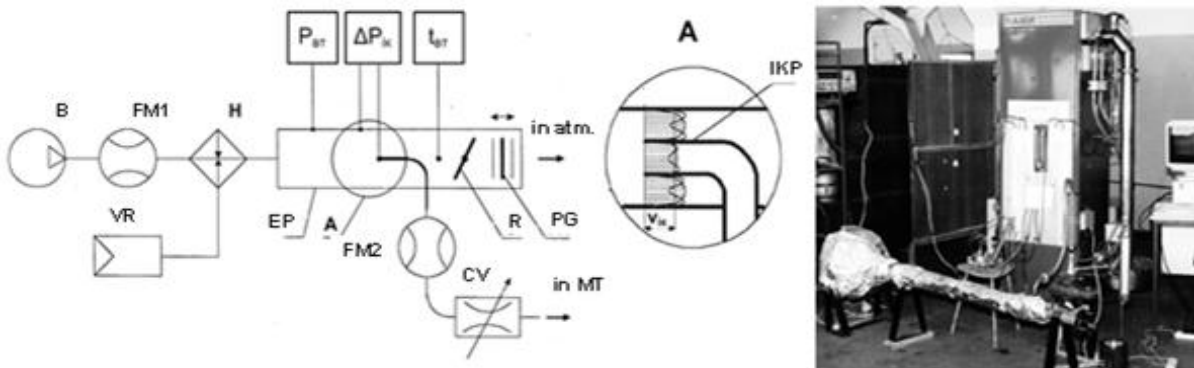


Fig. 6 – Schematic diagram and general view of a non-motorized test bench

The results of experimental testing of the procedures for certification tests of diesel engines: automobile 4CHN12/14 – 13-step R-49 cycle and ESC cycle, tractor D-242 – 8-stage R-96 cycle and diesel 6DN – ISO-8178F and DSTU 32.001-94 cycles (Fig. 7) [20, 21].

Conclusions

1. The concept of creation on the basis of mobile and inexpensive mini and microtunnels of universal systems of ecological certification of transport diesels, which allow to determine the normalized emissions of solids with exhaust gases of automobile, tractor, diesel, marine and other diesel engines, is proposed. At the heart of the concept are the principles of

On the basis of the above research results, a modern domestic measurement system for the environmental diagnosis and certification of transport diesel engines for various purposes on the standardized mass emission of PM can be created based.

increasing the compactness, dynamism, accuracy and efficiency of measuring equipment management.

2. The results of theoretical and experimental research and development, which constitute the scientific and practical basis for increasing the universality of the mini and microtunnels are presented: *mathematical*

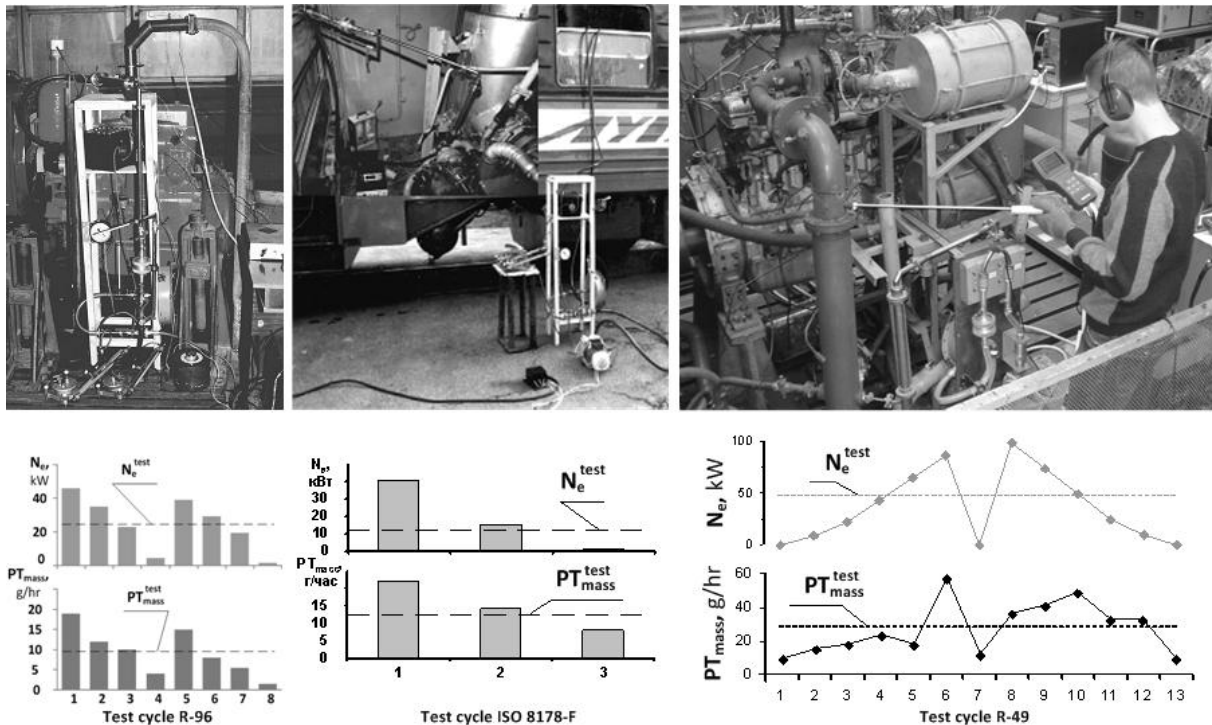


Fig. 7 – Environmental testing of tractor, locomotive and automobile diesels with MKT-1 and MKT-2

models: the resulting error of measurements of the emission of solid particles, the thermal state of the gas sample in the tunnel, the complex estimation of the efficiency of the tunnel by the criteria of accuracy and economic application efficiency; *methods:* compensated sampling of exhaust gases, dynamic control of solid particles using an optoelectronic sensing element, accelerated measurement of particu-

late emissions; *model samples:* miniunnel MT-1 with isokinetic sampler, microtubules MKT-1 and MKT-2, *test benches* for research on tunnel thermal processes, isokinetic and compensatory regimes of exhaust gas sampling, *results of experimental testing of certification procedures* for determination of particulate emissions from automobile, tractor and locomotive diesel engines.

References

1. Regulation No 49. Revision 6 (2013). Uniform provision concerning the approval of compression ignition (C.I.) and natural gas (NG) engines as well as positiveignition (P.I.) engines fuelled with liquefied petroleum gas (LPG) and vehicles equipped with C.I. and NG engines and P.I. engines fuelled with LPG, with regard to

- the emissions of pollutants by the engine. United Nations Economic and Social Council Economic Commission for Europe Inland Transport Committee Working Party on the Construction of Vehicles. E/ECE/TRANS/505, 434.
2. Regulation № 96. Revision 3. (2014). 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. E/ECE/TRANS/505, 416.
 3. ISO 8178-1: 2017. (2017). Reciprocating internal combustion engines. Exhaust emission measurement. Part 1: Test-bed measurement of gaseous and particulate exhaust emissions, 150.
 4. Steven, H. (2001). Development of Worldwide Harmonized Heavyduty Engine Emissions Test Cycle. Final Report ECE-GRPE WHDC Working Group. Informal document No2 GRPE 42nd session. TRANS/WP 29/GRPE/2001/2, 58. [in English].
 5. Anderson, J.D. (2003). UK Particle Measurement Programme. Phase 2. Heavy Duty Methodology Development. Final Report. Ricardo Consulting Engineers Ltd. 222. [in English].
 6. Worldwide Harmonized Heavy Duty Emissions Certification Procedure (2004). Draft Global Technical Regulation (GTR). UN/ECE-WP 29. GRPE WHDC Working Group. Informal Document, GRPE-48-7, 86.
 7. Polivyanchuk, A. (2016). Matematychnye modelyuvannya teplovoho stanu hazovoyi probe v systemakh ekolohichnoho diahnostuvannya transportnykh dvyhunyv. [Mathematical modeling of the thermal state of a gas sample in systems of ecological diagnostics of transport engines]. Bulletin of Kharkiv National University of Karazin. Series «Ecology», 15, 106-112. [in Ukrainian].
 8. Polivyanchuk, A. (2016). Matematicheskoe modelirovanie processa teplotdachi v sisteme ehkologicheskoy diagnostiki teplovoza – razbavlyayushchem tunnele. [Mathematical modeling of heat transfer in the system of ecological diagnostics of diesel locomotive - diluting tunnel]. Visnik of the Volodymyr Dahl East Ukrainian national university, 5(229), 42-50. [in Russian].
 9. Polivyanchuk, A., Ignatov, O. (2012). Issledovanie rezul'tiruyushchej pogreshnosti izmerenij sredneehkspluacionnogo vybroza vzveshennykh chastic s otrabotavshi gazami. [Investigation of the resulting error in measuring the average operating emission of suspended particles with spent gases]. Applied ecology. Collection of scientific works of the Volodymyr Dahl East Ukrainian national university, №1 (4), 73-82. [in Russian].
 10. Polivyanchuk, A. (2012). Ocenka neopredelennosti rezul'tatov izmerenij vybrosov tverdykh chastic v hode ehkologicheskikh ispytaniy dizelej. [Estimation of the uncertainty of the results of measurements of particulate emissions during the environmental tests of diesel engines]. Visnik of the Volodymyr Dahl East Ukrainian national university, №5 (176), 121-128. [in Russian].
 11. Polivyanchuk, A., Zvonov, V. (2005). Pidvyshchennya ekonomichnoyi efektyvnosti ekolohichnykh vyprobuvan' teplovoziv. [Increase of economic efficiency of ecological tests of diesel locomotives]. Collection of scientific works of the Ukrainian State Academy of Railway Transport, 68, 168-176. [in Ukrainian].
 12. Polivyanchuk, A. (2011). Sravnitel'nyj analiz differencial'nogo i kompensacionnogo sposobov izmereniya massovogo raskhoda otrabotavshih gazov dizelya v mikrotunnele. [Comparative analysis of differential and compensating methods for measuring the mass flow rate of exhaust gases of a diesel engine in a microtunnel]. Internal combustion engines, 2, 123-126. [in Russian].
 13. Polivyanchuk, A., Smirny, M., Holkina, O., Shekhovtsov, Yu. (2015). Analiz metodu dynamichnykh vymiryuvan' kontsentratsiy tverdykh chastynek u vidprats'ovanykh hazakh dyzeliv z optyko-elektrychnym chuttyevym elementom. [Analysis of the method of dynamic measurement of the concentrations of solid particles in the exhaust gases of diesel engines with an opto-electric sensory element]. Internal combustion engines, 1, 52-56. [in Ukrainian].
 14. Polivyanchuk, A., Golovko, N. (2005). Obosnovanie celesoobraznosti primeneniya metodiki uskorennoho zamera pokazatelej toksichnosti otrabotavshih gazov teplovozov. [Substantiation of expediency of application of a technique of the accelerated measurement of indicators of toxicity of the fulfilled gases of diesel locomotives]. Visnik of the Volodymyr Dahl East Ukrainian national university, №8 (90), 204-209. [in Russian].
 15. Polivyanchuk, A., Zvonov, V. (2000). Izmeritel'nyj kompleks dlya opredeleniya massovykh vybrosov tverdykh chastic dizelej. [Measuring complex for determination of mass emissions of solid particles of diesel engines]. Aerospace engineering and technology. Thermal engines and power installations. collection of scientific papers KhAI, 19, 478-481. [in Russian].
 16. Polivyanchuk, A., Kharitonova, T., Nesmashnaya T. (2007). Povyshenie universal'nosti i tochnosti sistemy kontrolya vybrosov dizel'nykh tverdykh chastic - mikrotunnelya MKT-2. [Increase the universality and accuracy of the control system for emissions of diesel particulate matter - the microtunnel MKT-2]. Aerospace engineering and technology. Thermal engines and power installations. collection of scientific papers KhAI, 9/45, 67-70. [in Russian].

17. Polivyanchuk, A., Kharitonova, T., Chumak, O. (2007). Doslidzhennya efektyvnosti vykorystannya vymiryval'noho kompleksu z mikrotunelem MKT-2 pry provedenni ekolohichnoho diahnostuvannya teplovoziv. [Investigation of the efficiency of using the measuring complex with the microtubule MKT-2 during the ecological diagnostics of diesel locomotives]. Visnik of the Volodymyr Dahl East Ukrainian national university, 8(114), 119-124. [in Ukrainian].
18. Polivyanchuk, A. (2012). Development of a technique and experimental installation for the study of heat transfer in a dilute tunnel of exhaust gases of a diesel engine. [Razrabotka metodiki i ehksperimental'noj ustanovki dlya issledovaniya teplotdachi v razbavlyayushchem tunnele otrabotavshih gazov dizelya]. Internal combustion engines, 1, 93-95. [in Russian].
19. Polivyanchuk, A., Holkina, O. (2015). Issledovanie izokineticheskogo rezhima otbora otrabotavshih gazov dizelya v minitunnele. [Study of the isokinetic regime for the extraction of exhaust gases from a diesel engine in a mini tunnel]. Visnik of the Volodymyr Dahl East Ukrainian national university, 3(220), 82-86. [in Russian].
20. Polivyanchuk, A., Parsadanov, I. (2015). Experimental verification of microtunnel MKT-2 on the brake stand autotractor diesel engine . Industrial technology and engineering. Republic of Kazakhstan, 2(15), 11-16. [in English].
21. Polivyanchuk, A., Parsadanov, I., Holkina, O., Grechishkina, E. (2015). Issledovanie vybrosov tverdyh chastic s otrabotavshimi gazami na neustanovivshihsy rezhimah raboty avtotraktornogo dizelya. [Investigation of emissions of solid particles with exhaust gases at unsteady operating modes of an automotive diesel engine]. Internal combustion engines, 2, 93-97. [in Russian].

Надійшла до редколегії 08.09.2017

УДК 621.43.068

А. П. ПОЛИВ'ЯНЧУК¹, д-р техн. наук, проф., **О. І. КАСЛІН**²,
М. Ф. СМІРНИЙ¹, д-р техн. наук, проф., **О. П. СТРОКОВ**³, д-р техн. наук, проф.,
О. О. СКУРІДИНА⁴

¹*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова*
вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна
e-mail: armail@meta.ua

²*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*
вул. Кирпичова, 21, м. Харків, 61002, Україна
e-mail: dvs@kpi.kharkov.ua

³*Класичний приватний університет*
вул. Жуковського 70-б, м. Запоріжжя, 69002, Україна
e-mail: kpuinform@gmail.com

⁴*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*
проспект Центральний, 59-а, м. Северодонецьк, 93400, Україна
e-mail: icd@snu.edu.ua

ВПРОВАДЖЕННЯ КОМПЕНСАЦІЙНОГО МЕТОДУ КОНТРОЛЮ ПРОБИ В УНІВЕРСАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ЕКОЛОГІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ДИЗЕЛІВ - МІКРОТУНЕЛЯХ

Мета. Розробка, впровадження та підтвердження практичної придатності компенсаційного методу контролю газової проби в мікротунелях, який є значно дешевшим ніж відомі аналоги, зокрема диференційний метод, що використовується у вимірювальній системі AVL SPC 472. **Методи:** Аналіз та синтез інформації, регресійний аналіз, експериментальні дослідження, розрахунковий експеримент. **Результати.** Розроблено заходи щодо впровадження недорогого компенсаційного методу контролю газових проб в універсальних системах екологічного діагностування дизелів - мікротунелях. **Висновки.** Обґрунтовано доцільність використання та експериментально підтверджено практичну придатність компенсаційного методу контролю проби, який в 5...8 разів дешевше відомого аналога – диференційного методу, реалізованого в мікротунелі AVL SPC 472, та передбачає застосування недорогих витратомірів з класом точності 1,5.

Ключові слова: дизель, відпрацьовані гази, газова проба, мікротунель, компенсаційний метод, диференційний метод, точність

Polivyanchuk A. P.¹, Kaslin O. I.², Smirny M. F.¹, Strokov O. P.³, Skuridina O. O.⁴

¹ *O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv*

² *National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"*

³ *Classic Private University*

⁴ *Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

INTRODUCTION OF THE COMPENSATORY METHOD OF GAS SAMPLE CONTROL IN UNIVERSAL SYSTEMS OF ECOLOGICAL DIAGNOSTICS OF DIESEL ENGINES - MICROTUNNELS

Purpose. The development, implementation and confirmation of the practical suitability of the compensatory method for monitoring a gas sample in microtunnels, which is significantly less expensive than the known analogs, in particular the differential method used in the AVL SPC 472 measuring system. **Methods.** Analysis and synthesis of information on methods for controlling gas samples, regression analysis in the construction of calibration dependences, experimental studies of the method under study, a calculated experiment in evaluating the accuracy of determining the dilution factor of a sample. **Results.** Measures have been developed to introduce an inexpensive compensatory method for controlling gas samples in universal systems for the ecological diagnosis of diesel engines – microtunnels: the method of calibrating the flowmeters of this method - standard narrowing devices, the method of indirect measurement of the mass flow rate of the sample in a microtunnel, the algorithm for regulating the flow rate of the sampled sample. **Conclusions.** Theoretically justified, the expediency of using the compensation method of sample control, which is 5 ... 8 times cheaper than the known analogue - the differential method used in the microtunnel AVL SPC 472. It has been experimentally confirmed that, when implementing the compensation test method, inexpensive flow meters - standard tapering devices with a precision class of 1.5 provide the required accuracy of measurements of the dilution factor of exhaust gases by air with an error not exceeding the permissible value of $\pm 4\%$ and can be used in universal ecological diagnostic systems diesels - microtonules.

Keywords: diesel, exhaust gases, gas sample, microtunnel, compensation method, differential method, accuracy

Поливянчук А. П.¹, Каслин А. И.², Смирный М. Ф.¹, Строков А. П.³, Скуридина Е. А.⁴

¹ Харьковський національний університет городського господарства імені А.Н. Бекетова

² Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

³ Класический приватний університет

⁴ Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

ВНЕДРЕНИЕ КОМПЕНСАЦИОННОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ ПРОБЫ В УНИВЕРСАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДИЗЕЛЕЙ - МИКРОТУННЕЛЯХ

Цель. Разработка, внедрение и подтверждение практической пригодности компенсационного метода контроля газовой пробы в микротуннелях, который имеет значительно меньшую стоимость чем аналоги, в частности дифференциальный метод, используемый в измерительной системе AVL SPC 472.

Методы. Анализ и синтез информации, регрессионный анализ, экспериментальные исследования, расчетный эксперимент. **Результаты.** Разработаны мероприятия по внедрению недорогого компенсационного метода контроля газовых проб в универсальных системах экологического диагностирования дизелей – микротуннелях. **Выводы.** Обоснована целесообразность применения и экспериментально подтверждена практическая пригодность компенсационного метода контроля пробы, который в 5...8 раз дешевле известного аналога – дифференциального метода, используемого в микротуннеле AVL SPC 472, и предусматривает применение недорогих расходомеров с классом точности 1,5.

Ключевые слова: дизель, отработавшие газы, газовая проба, микротуннель, компенсационный метод, дифференциальный метод, точность

Вступ

Значний внесок в проблему забруднення атмосферного повітря міського середовища токсичними продуктами згорання різних палив вносять пересувні джерела викидів забруднюючих речовин з дизельними силовими установками – автомобілі, автобуси, тепловози, трактори та ін. Для підвищення екологічної чистоти цих об'єктів проводять діагностування дизелів за нормованими показниками токсичності відпрацьованих газів (ВГ) з використанням спеціального обладнання та вимірювальних систем. Однією з таких систем є компактний універсальний вимірювальний комплекс з микротунелем для контролю викидів твердих частинок (ТЧ) з ВГ дизелів різних типів [1-3]. В цій системі здійснюється імітація природного процесу потрапляння ТЧ у атмосферу шляхом розбавлення повітрям частки ВГ, відібраної з вихлопної труби дизеля, у спеціальному трубопроводі

– микротунелі з діаметром ~ 3 см та довжиною ~ 30 см [4-6].

Актуальною задачею проектування сучасних микротунелів є вибір ефективного – точного і недорогого методу контролю проби ВГ, яка потрапляє від дизеля до трубопроводу розбавлення ВГ – тунелю. Цей метод є непрямим оскільки безпосередній контроль проби ВГ ускладнюється її високою температурою – до 600 °С, хімічною агресивністю та наявністю дизельних ТЧ. З метою вирішення цієї задачі авторами розроблено компенсаційний метод контролю проби ВГ, доведено його ефективність в результаті порівняння з відомим аналогом – диференціальним методом, який використовується микротунелі AVL SPC 472 [7,8] та експериментально підтверджено практичну придатність запропонованого методу в ході безмоторних випробувань вузла відбору газових проб микротунеля.

Об'єкт та методи досліджень

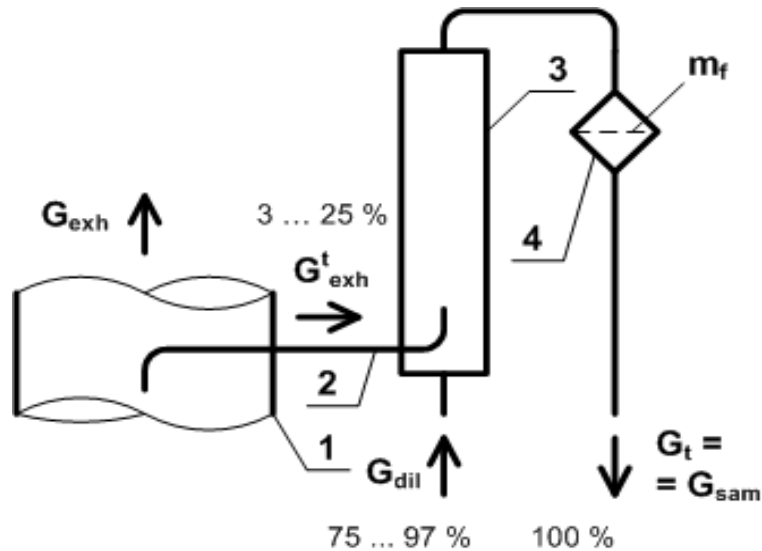
Характеристика диференційного та альтернативного йому компенсаційного методів контролю проби. Контроль газової проби в микротунелі передбачає непряме визначення масової витрати частки потоку ВГ – G_{exh}^t , яка відбирається з вихлопної труби дизеля і потрапляє до розбавляючого тунелю для змішування з атмосферним повітрям (рис. 1).

За результатами визначення величини G_{exh}^t та масової витрати розбавлених ВГ у

тунелі – G_t встановлюється коефіцієнт розбавлення ВГ – q , який разом з температурою розбавлених ВГ контролюється відповідно до встановлених вимог:

$$q = \frac{G_t}{G_{exh}^t}. \quad (1)$$

Згідно з вимогами нормативних документів допустима похибка визначення коефіцієнта q складає $\pm 4\%$ [4,5].



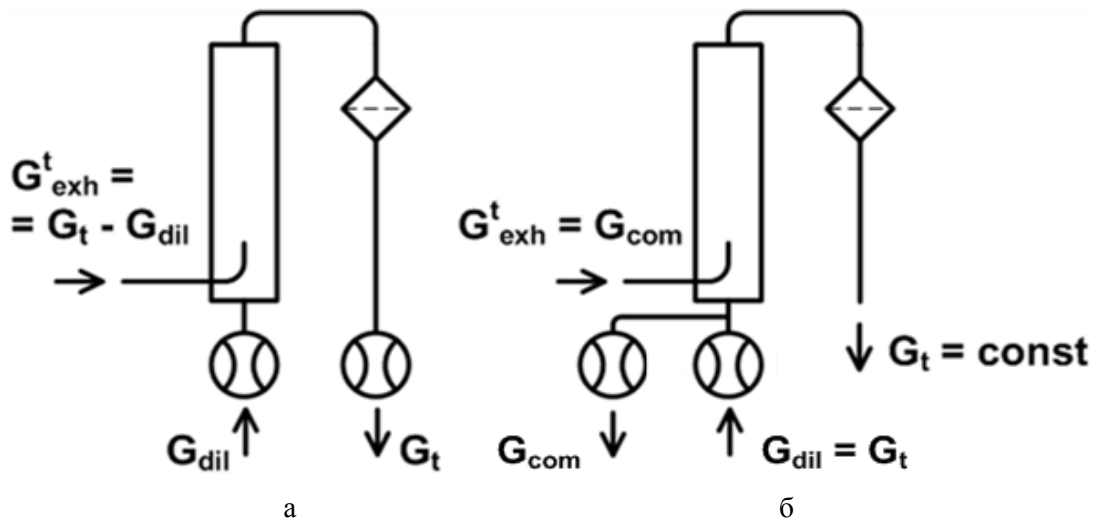
1 – вихлопна труба дизеля; 2 – трубопровід транспортування проби ВГ; 3 – трубопровід розбавлення ВГ – тунель; 4 – патрон з фільтром для відбору ТЧ

Рис. 1 – Принципова схема процесу відбору проб ВГ дизеля

При використанні *диференційного методу контролю проби*, який реалізовано в мікротунелі AVL SPC 472, величина $G^{t_{exh}}$ визначається як різниця масових витрат 2-х потоків: розбавлених ВГ – G_t та розбавляючого повітря – G_{dil} (рис. 2, а).

відповідно до цього коефіцієнт q визначається за формулою:

$$q = \frac{G_t}{G_t - G_{dil}}. \quad (2)$$



а – диференційний метод контролю проби; б – компенсаційний метод контролю проби.

Рис. 2 – Принципові схеми різних методів контролю проби ВГ в мікротунелі

Для використання цього методу контролю величини $G^{t_{exh}}$ і забезпечення потрібної точності визначення коефіцієнта q потрібні високоточні вартісні прилади для вимірювань масових витрат G_t та G_{dil} з похибками, які складають $\pm 0,1 \dots 0,2 \%$ [9,10].

При використанні *компенсаційного методу контролю проби*, який пропонується в якості альтернативи розглянутому методу, величина $G^{t_{exh}}$ визначається як масова витрата потоку компенсованого повітря $G^{t_{exh}} = G_{com}$, що відбирається від потоку розбавляючого повітря при умові підтрим-

ки цього потоку на постійному рівні $G_{dil} = G_t = \text{const}$ (рис. 2,б). Коефіцієнт q в цьому випадку визначається за формулою:

$$q = \frac{G_{dil}}{G_{com}}. \quad (3)$$

При використанні цього методу потрібна точність визначення коефіцієнта q забезпечується при використанні недорогих приладів для вимірювань масових витрат потоків G_{com} та G_{dil} з класом точності 1,5 [9,10]. До таких приладів відносяться стандартні звужуючі пристрої – нормальне сопло, колектор, діафрагма та ін., вартість яких у 5...8 разів менша ніж у витратомірів вимірювальної системи *AVL SPC 472*.

Таким чином використання компенсаційного методу контролю проби дозволяє зменшити вартість мікротунелів за рахунок використання недорогих приладів для вимірювання величини G_{exh}^t при забезпе-

чені потрібної точності визначення коефіцієнту розбавлення ВГ повітрям.

Заходи щодо впровадження компенсаційного методу контролю проби розроблені з метою перевірки практичної придатності цього методу і складаються з:

- методики калібрування витратомірів компенсаційного методу контролю проби;
- методики визначення масової витрати проби G_{exh}^t компенсаційним методом;
- алгоритму регулювання потоків G_t та G_{com} .

Ці заходи були реалізовані на базі безмоторного випробувального стенду з мінітунелем МТ-1, в якому для вимірювань масових витрат G_{dil} і G_{com} використовувались стандартні звужуючі пристрої – колектор і діафрагма, спроектовані у відповідності до встановлених вимог [11,12].

Результати та обговорення

Методика калібрування витратомірів компенсаційного методу контролю проби передбачає встановлення регресійних залежностей коефіцієнтів витрат колектора – α_k та діафрагми – α_d від відповідних чисел Рейнольдса в робочих діапазонах варіювання цих величин: для колектору – $Re_k \cdot 10^{-3} = 45...67$, що відповідає $G_t = 18...26$ г/с; для діафрагми – $Re_d \cdot 10^{-3} = 1,9...9,5$, що відповідає $G_{com} = 1...5$ г/с. Процедура калібрування вказаних витратомірів складається з наступних операцій:

1. Приєднання до кожного витратоміру еталонного пристрою та штатної газодувки, яка забезпечує варіювання масової витрати потоку повітря у відповідному робочому діапазоні. В якості еталонних витратомірів використовуються газові лічильники об'ємного типу – РГ-100 для калібрування колектору та РГ-40 для калібрування діафрагми, які оснащені датчиками числа обертів роторів, температури та тиску; відносні похибки вимірювань масових витрат при цьому не перевищують $\pm 1\%$.

2. Визначення контрольних точок для проведення вимірювань шляхом роподілу робочих діапазонів варіювання регуляторів масових витрат на елементарні інтервали.

3. Експериментальне визначення у контрольних точках параметрів: бараметричного тиску – P_a , температури – t_a та відносної вологості – φ_a навколишнього

середовища; розрідження на колекторі – ΔP_k та еталонної масової витрати – G_{e0} ; температури – t_d , статичного тиску – P_d , перепаду тиску – ΔP_d в діафрагмі та еталонної масової витрати – G_{com0} .

4. Розрахунок для кожної контрольної точки параметрів: тиску – P_{wp} та щільності – ρ_{wp} насиченого водяного пару у повітрі:

$$P_{wp} = 566 + 57,54 \cdot t_a + 0,27 \cdot t_a^2 + 0,063 \cdot t_a^3, \text{ Па}, \quad (4)$$

$$\rho_{wp} = (6,3 + 0,02 \cdot t_a + 0,0264 \cdot t_a^2) \cdot 10^{-3}, \text{ кг/м}^3, \quad (5)$$

кінематичних в'язкостей повітря в колекторі та діафрагмі – ν_k і ν_d , які відповідають значенням абсолютних температур повітря T_a і T_d : $T_a = t_a + 273,15$, $T_d = t_d + 273,15$; щільності повітря у навколишньому середовищі – ρ_a та у діафрагмі – ρ_d :

$$\rho_a = A \cdot \frac{P_a - \frac{\varphi_a}{100} \cdot P_{wp}}{T_a} + \frac{\varphi_a}{100} \cdot \rho_{wp}, \quad (6)$$

$$\rho_d = A \cdot \frac{(P_a + P_d) - \frac{\varphi_a}{100} \cdot P_{wp}}{T_d} + \frac{\varphi_a}{100} \cdot \rho_{wp}, \quad (7)$$

де $A = (\rho_0 \cdot T_0) / (P_0 \cdot K) = 3,487 \cdot 10^{-3}$ – константа, $K = 0,9996$ – коефіцієнт стискуваності повітря; коефіцієнтів, які враховують зменшення щільності повітря при про-

ходженні через колектор – ε_k та діафрагму – ε_d :

$$\varepsilon_k = \left(\frac{\frac{k}{k-1} \cdot \Psi^{\frac{2}{k}} \cdot \left(1 - \Psi^{\frac{k-1}{k}}\right)}{\frac{\Delta P_k}{P_a}} \right), \quad (8)$$

$$\varepsilon_d = 1 - 0,424 \cdot \frac{\Delta P_d}{(P_a + P_d) \cdot K}. \quad (9)$$

5. Визначення для кожної контрольної точки відповідних значень числа Рейнольдса та коефіцієнта витрати:

для колектора:

$$Re_k = \frac{4 \cdot G_{t0}}{\pi \cdot v_k \cdot \rho_k \cdot D_k}, \quad (10)$$

де $D_k = 26,21 \cdot 10^{-3}$ м – діаметр отвору колектора;

$$\alpha_k = \frac{G_{t0}}{\varepsilon_k \cdot \frac{\pi \cdot D_k}{4} \cdot (2 \cdot \Delta P_k \cdot \rho_a)^{0,5}}, \quad (11)$$

для діафрагми:

$$Re_d = \frac{4 \cdot G_{com0}}{\pi \cdot v_d \cdot \rho_d \cdot D_d}, \quad (12)$$

де $D_d = 18,15 \cdot 10^{-3}$ м – діаметр трубопроводу, в якому встановлено діафрагму;

$$\alpha_d = \frac{G_{com0}}{\varepsilon_d \cdot \frac{\pi \cdot d_d}{4} \cdot (2 \cdot \Delta P_d \cdot \rho_d)^{0,5}}, \quad (13)$$

де $d_d = 3,04 \cdot 10^{-3}$ м – діаметр отвору діафрагми.

6. Встановлення за допомогою методу найменших квадратів залежностей коефіцієнтів витрат α_k та α_d від відповідних значень Re_k та Re_d .

7. Оцінювання точності калібрування витратомірів за такими показниками, як

довірчі інтервали – $\Delta\alpha_k$ і $\Delta\alpha_d$ та відносні похибки – $\delta\alpha_k$ і $\delta\alpha_d$:

$$\Delta\alpha_i = \pm t_{0,95, f_i} \cdot S_{\alpha_i},$$

де i – індекс, що вказує на тип витратоміру – k або d ; $t_{0,95, f_i}$ – коефіцієнт Стьюдента при довірчій вірогідності 0,95 та кількості ступенів свободи – $f_i = n - 1$ (n – кількість контрольних точок); S_{α_i} – середньоквадратичне відхилення коефіцієнту витрати α_i :

$$S_{\alpha_i} = \left(\frac{\sum_{j=1}^n (\alpha_{ij}^a - \alpha_{ij})^2}{n - 2} \right)^{0,5},$$

де j – індекс контрольної точки; α_{ij}^a – розрахункове значення коефіцієнту α_i в j -й точці; α_{ij} – експериментальне значення коефіцієнту α_i в j -й точці;

$$\delta\alpha_i = \frac{\Delta\alpha_i}{\alpha_i} \cdot 100\%, \quad (14)$$

де $\bar{\alpha}_i$ – середнє значення коефіцієнту α_i у відповідному робочому діапазоні.

Результати калібрування витратомірів компенсаційного методу за приведеним алгоритмом показали наступне (рис. 3):

1) регресійні залежності коефіцієнтів витрат колектора і діафрагми від відповідних значень числа Re мають вигляд поліномів 1-го порядку:

$$\alpha_k = 0,9247 \cdot Re_k + 8,28 \cdot 10^{-7}, \quad (15)$$

$$\alpha_d = 0,6612 \cdot Re_d + 7,05 \cdot 10^{-7}; \quad (16)$$

2) довірчі інтервали визначених коефіцієнтів витрат складають:

$$\alpha_k = \pm 0,0065 (S_{\alpha_k} = 0,0038, t_{0,95;25} = 1,708, n = 27);$$

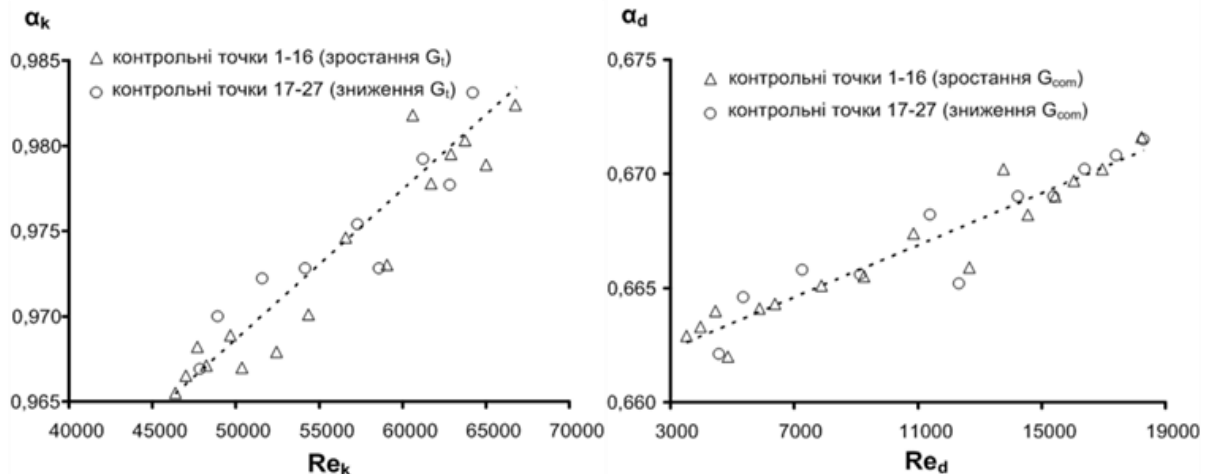


Рис. 3 – Калібрувальні характеристики колектора і діафрагми

$$\alpha_d = \pm 0,0028 \quad (S_{ad} = 0,0016, t_{0,95;25} = 1,708, n = 27);$$

3) середні значення коефіцієнтів α_k і α_d у робочих діапазонах варіювання відповідних чисел Re складають:

$$\bar{\alpha}_k = 0,9745;$$

$$\bar{\alpha}_d = 0,6672;$$

4) відносні похибки визначення величин α_k , α_d , встановлені за допомогою формули (14), мають значення: $\delta\alpha_k = \pm 0,67\%$; $\delta\alpha_d = \pm 0,41\%$.

Методика визначення величини масової витрати проби G_{exh}^t компенсаційним методом передбачає послідовне виконання наступних операцій.

1. Пряме вимірювання за допомогою відповідних датчиків величин: параметрів навколишнього середовища – P_a , t_a та ϕ_a ; розрідження на колекторі – ΔP_k ; параметрів газового потоку, що протікає в діафрагмі – t_d , P_d , ΔP_d ; тиску – P_{wp} та щільності – ρ_{wp} насиченого пару;

2. Обчислення величин: P_{wp} та ρ_{wp} (за допомогою формул ((4) і (5)); v_k та v_d ; ρ_a та ρ_d (за допомогою формул ((6) і (7)); ε_k та ε_d (за допомогою формул ((8) і (9));

3. Визначення початкових значень масових витрат потоку у тунелі – G_t^1 та компенсаційного потоку – G_{com}^1 :

$$G_t^1 = \bar{\alpha}_k \cdot \varepsilon_k \cdot \frac{\pi \cdot D_k}{4} \cdot (2 \cdot \Delta P_k \cdot \rho_a)^{0,5},$$

$$G_{com}^1 = \bar{\alpha}_d \cdot \varepsilon_d \cdot \frac{\pi \cdot d_d}{4} \cdot (2 \cdot \Delta P_d \cdot \rho_d)^{0,5}.$$

4. Розрахунок величин Re_k та Re_d за допомогою формул (10) та (12), в які замість G_{t0} та G_{com0} підставляються значення G_t^1 та G_{com}^1 .

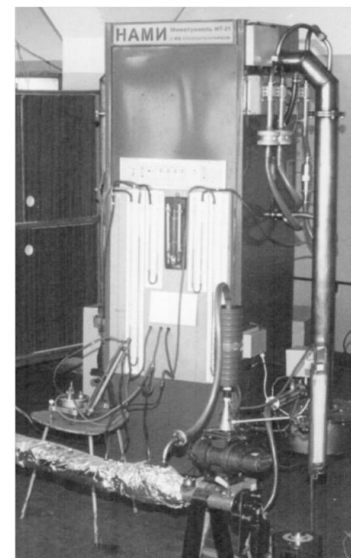
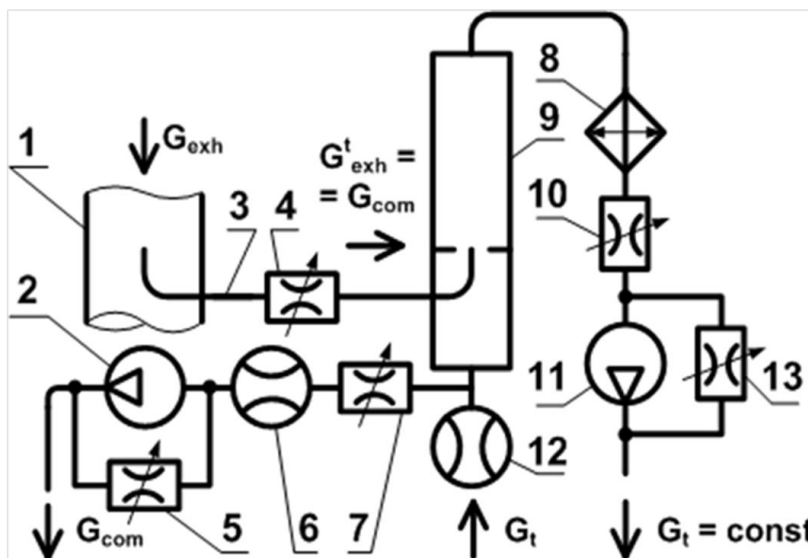
5. Визначення уточнених значень коефіцієнтів α_k та α_d за допомогою калібрувальних залежностей (15) та (16).

6. Встановлення уточнених значень масових витрат потоку у тунелі та компенсаційного потоку:

$$G_t = G_t^1 \cdot \frac{\alpha_k}{\bar{\alpha}_k}, \quad G_{com} = G_{com}^1 \cdot \frac{\alpha_d}{\bar{\alpha}_d}.$$

Алгоритм регулювання потоків G_t та G_{com} полягає у наступному (рис. 4):

– при закритих клапанах 4 і 7 газодувкою об'ємного типу 11 створюється масова витрата G_t та підтримується постійною протягом всього циклу або режиму випробувань; контроль даної величини здійснюється витратоміром 12, а її регулювання (методом перепустки частки потоку) – клапаном 13; постійність масової витрати G_t забезпечується типом газодувки та підтримкою на заданих рівнях температури (регулюється теплообмінником 8 з точністю ± 1 °C) та статичного тиску (регулюється клапаном 10 з точністю $\pm 0,1$ кПа) газового потоку, який вона створює;



1 – вихлопна труба; 2 – штатні газодувки; 3 – трубопровід транспортування проби; 4, 5, 7, 10 і 13 – регулюючі клапани; 6, 12 – витратоміри; 8 – теплообмінник; 9 – розбавляючий тунель

Рис. 4 – Принципова схема та загальний вигляд безмоторного випробувального стенду з мінітунелем МТ-1 для відпрацювання компенсаційного методу контролю проби

– відкривається клапан 7 та та газодувкою 2 створюється потрібна масова витрата компенсаційного потоку G_{com} ; контроль цієї величини здійснюється витратоміром 6, а її регулювання (методом перепустки частини потоку) – клапаном 5;

– відкривається клапан 4 і за рахунок перепаду статичних тисків між вихлопною трубою та трубопроводом розбавлення ВГ у тунель потрапляє частка ВГ з масовою витратою G_{exh}^t ; при цьому клапан 4 переводиться у таке положення, при якому масова витрата потоку через витратомір 12 складає G_t ; це забезпечує рівність масових витрат G_{com} та G_{exh}^t , що підтверджується рівнянням матеріального балансу потоків, які протікають у тунелі:

$$G_t^{(газодувка)} + G_{com} = G_t^{(колектор)} + G_{exh}^t.$$

Ліва частина цього рівняння відображає суму потоків, які потрапляють у тунель, права частина – які витікають з нього.

Експериментальне оцінювання точності компенсаційного методу конт-

ролю проби. В трубопроводі транспортування проби 3 між пробовідбірником та регулюючим клапаном 4 було встановлено контрольний витратомір – газовий лічильник РГ-40, який контролював масову витрату проби, що відбиралася і потрапляла до тунелю – G_{exh}^t з відносною похибкою, що не перевищувала $\pm 1\%$.

Проведено 3 серії випробувань, в ході яких масова витрата G_t (що створювалась газодувкою 11, регулювалась клапаном 13 та вимірювалась колектором 12) підпримувалась постійною на заданому рівні – 24 г/с, а масова витрата G_{com} (що створювалась газодувкою 2, регулювалась клапаном 2 та вимірювалась діафрагмою 6) варіювалась в рандомізованому порядку на 5 рівнях: 1, 4, 2, 3, 4 та 5 г/с (відповідні об'ємні витрати склали: 70, 100, 150, 200 та 250 лн/хв).

За результатами випробувань визначено відносні відхилення масової витрати потоку в тунелі від заданого рівня – δG_t та відносну похибку вимірювань масової витрати проби, яка відбиралася – δG_{exh}^t (рис. 5).

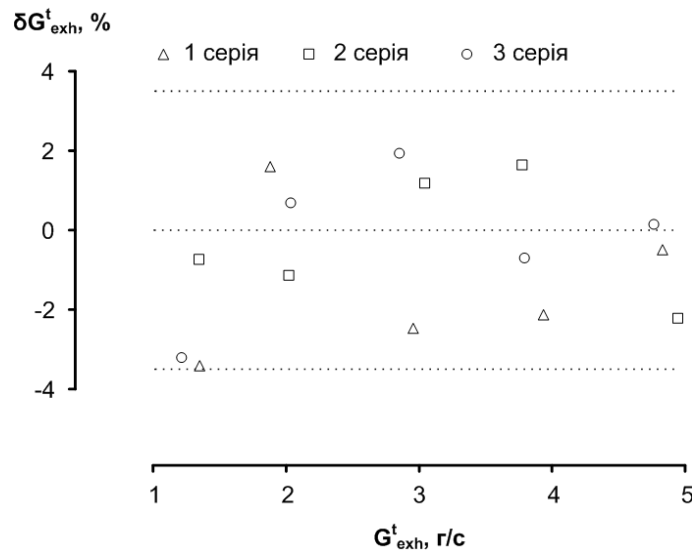


Рис. 5 – Відносна похибка вимірювань масової витрати G_{exh}^t компенсаційним методом

Отримані результати довели ефективність запропонованого методу вимірювань величини G_{exh}^t – у всьому діапазоні варіювання масової витрати G_{com} відносна

похибка δG_{exh}^t не перевищує допустимого значення – 3,5% (при цьому відхилення масової витрати G_t від заданого рівня не перевищують $\pm 0,5\%$).

Висновки

1. Запропоновано при контролі небезпечного забруднювача атмосфери міського середовища – дизельних твердих частинок використовувати в мікротунелях компенса-

ційний метод контролю проби, який у 5...8 разів дешевше відомого аналога – диференційного метода, що використовується у мікротунелі AVL SPC 472.

2. Експериментально підтверджено, що при реалізації компенсаційного методу контролю проби недорогі витратоміри – стандартні звужуючі пристрої з класом точності 1,5 забезпечують потрібну точність вимірювань коефіцієнта розбавлення від-

працьованих газів повітрям з похибкою, яка не перевищує допустимої величини – $\pm 4\%$ та можуть використовуватись в універсальних системах екологічного діагностування дизелів – мікротунелях.

Література

1. Polivyanchuk A. Improving the efficiency of emission control dispersed particles from diesel exhaust gases. *Вісник Харківського національного університету ім. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2014. №1140, вип. 11. С. 83-88.
2. Polivyanchuk A., Parsadanov I. 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.
3. Поливянчук А.П. Повышение эффективности систем экологического диагностирования дизельных силовых установок – туннелей. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2016. № 3-4 (26). С. 132-140.
4. Regulation No 49. Revision 6. Uniform provision concerning the approval of compression ignition (C.I.) and natural gas (NG) engines as well as positiveignition (P.I.) engines fuelled with liquefied petroleum gas (LPG) and vehicles equipped with C.I. and NG engines and P.I. engines fuelled with LPG, with regard to the emissions of pollutants by the engine. / United Nations Economic and Social Council Economic Commission for Europe Inland Transport Committee Working Party on the Construction of Vehicles. // E/ECE/TRANS/505, 2013. 434 p.
5. Regulation № 96. Revision 3. 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. E/ECE/TRANS/505. 2014. 416 p.
6. ISO 8178-1: 2017. Reciprocating internal combustion engines. Exhaust emission measurement. Part 1: Test-bed measurement of gaseous and particulate exhaust emissions, 2017. 150 p.
7. Smart Sampler PC SPC 472. PC program for SPC 472 control. AVL, List GmbH Graz, 1993. – 76 p.
8. Lianga Z., Tiana J., Rezaeia S., Zhanga Y. Investigation of SVOC nanoparticle emission from light duty diesel engine using GC×GC-ToF-MS. School of Mechanical Engineering, University of Birmingham. 2015. 31 p.
9. Поливянчук А., Игнатов О. Оценка эффективности компенсационного способа измерения массового расхода отработавших газов дизеля в микротуннеле. *Прикладна екологія*. 2009. №1(5). С 149-154.
10. Поливянчук А.П. Сравнительный анализ дифференциального и компенсационного способов измерения массового расхода отработавших газов дизеля в микротуннеле. *Двигатели внутреннего сгорания*. 2011. №2. С. 123-126.
11. Ханженков В.И. Аэродинамические характеристики коллекторов. *Промышленная аэродинамика*, №4. – М.: Изд-во ЦАГИ, 1953. С.45-62.
12. РД 50-213-80. Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами. М.: Изд-во стандартов, 1982. 319 с.

References

1. Polivyanchuk, A. (2014). Improving the efficiency of emission control dispersed particles from diesel exhaust gases. *Visnyk of V. N.Karazin. Kharkiv National University of Series «Ecology»*, 11(1140), 83-88. [in English].
2. Polivyanchuk, A., Parsadanov, I. (2015). Experimental verification of microtunnel MKT-2 on the brake stand autotractor diesel engine. *Industrial technology and engineering*. Republic of Kazakhstan, 2(15), 11-16. [in English].
3. Polivyanchuk, A., Skurydyna, A. Kaslyn, I. (2016). Povyshenie ehffektivnosti sistem ehkologicheskogo diagnostirovaniya dizel'nih silovih ustanovok – tunnelej. [Increasing the effectiveness of environmental diagnostic systems for diesel power plants - tunnels]. *Man and the environment. Issues of neoeology*, 3-4(26), 132-140. [in Russian].
4. Regulation No 49. Revision 6 (2013). Uniform provision concerning the approval of compression ignition (C.I.) and natural gas (NG) engines as well as positiveignition (P.I.) engines fuelled with liquefied petroleum gas (LPG) and vehicles equipped with C.I. and NG engines and P.I. engines fuelled with LPG, with regard to the emissions of pollutants by the engine. United Nations Economic and Social Council Economic Commission for Europe Inland Transport Committee Working Party on the Construction of Vehicles. E/ECE/TRANS/505, 434.

5. Regulation № 96. Revision 3. (2014). 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. E/ECE/TRANS/505, 416.
6. ISO 8178-1: 2017. (2017). Reciprocating internal combustion engines. Exhaust emission measurement. Part 1: Test-bed measurement of gaseous and particulate exhaust emissions, 150.
7. Smart Sampler PC SPC 472. (1993). PC program for SPC 472 control. AVL, List GmbH Graz, 76.
8. Lianga, Z., Tiana, J., Rezaeia, S., Zhanga, Y. (2015). Investigation of SVOC nanoparticle emission from light duty diesel engine using GC×GC-ToF-MS. School of Mechanical Engineering. University of Birmingham, 31. [in English].
9. Polivyanchuk, A., Ignatov, O. (2009). Evaluation of the efficiency of the compensatory method for measuring the mass flow rate of exhaust gases of a diesel engine in a microtunnel. [Ocenka ehffektivnosti kompensacionnogo sposoba izmereniya massovogo raskhoda otrabotavshih gazov dizelya v mikrotunnele]. Applied ecology. Collection of scientific works of the Volodymyr Dahl East Ukrainian national university, 1(5), 149-154. [in Russian].
10. Polivyanchuk, A. (2011). Comparative analysis of differential and compensating methods for measuring the mass flow rate of exhaust gases of a diesel engine in a microtunnel. [Sravnitel'nyj analiz differencial'nogo i kompensacionnogo sposobov izmereniya massovogo raskhoda otrabotavshih gazov dizelya v mikrotunnele]. Internal combustion engines, 2, 123-126. [in Russian].
11. Hanzhenkov, V. (1953). Aerodynamic characteristics of collectors. [Aehrodinamicheskie harakteristiki kollektorov]. Industrial aerodynamics, 4, 45-62. [in Russian].
12. RD 50-213-80. (1982). Rules for measuring the flow of gases and liquids by standard narrowing devices. [Pravila izmereniya raskhoda gazov i zhidkостей standartnymi suzhayushchimi ustrojstvami]. Moscow: Standards Publishing House, 319. [in Russian].

Надійшла до редколегії 28.07.2017

УДК 504.05/06

Л. В. БАСКАКОВА, Н. Б. КРАВЧЕНКО, О. О. САФОНОВА

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

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

e-mail: lvbaskaukr@gmail.com nbk75757@gmail.com

ВПЛИВ ДІЯЛЬНОСТІ НОВОКРАМАТОРСЬКОГО МАШИНОБУДІВНОГО ЗАВОДУ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Мета. Дослідження впливу діяльності багатопрофільного підприємства машинобудівної галузі ПАТ «НКМЗ» на атмосферне повітря, водойми та рослинне покриття. **Методи.** Польовий, атомно-абсорбційної спектрофотометрії, математичний та аналітичний методи обробки інформації. **Результати.** У атмосферне повітря за обсягом переважають викиди оксиду вуглецю, діоксиду азоту, твердих частинок, легких органічних сполук, сірки діоксиду, заліза та фтористого водню, хоча ці обсяги зменшуються у порівнянні з попереднім роком. Зменшуються також і обсяги накопичення відходів. Дослідження проб ґрунту, води та рослин на території заводу та в межах і поза меж СЗЗ визначили, що санітарно-захисна зона підприємства виконує свої функції. Виконано порівняльний аналіз збитків від забруднення атмосферного повітря та екологічних податків за викиди підприємства, розраховано ефективність природоохоронних заходів підприємства. **Висновки.** ПАТ «НКМЗ» є одним з основних забруднювачів атмосферного повітря. Санітарно-захисна зона підприємства виконує свої функції. Розрахунки ефективності природоохоронних заходів підприємства свідчать про доцільність їх впровадження.

Ключові слова: забруднення, атмосферне повітря, водне середовище, рослинність, природоохоронні заходи, економічна ефективність

Baskakova L. V., Kravchenko N. B., Safonova O. O.

V.N.Karazin Kharkov National University

INFLUENCE OF THE ACTIVITY OF NOVOKRAMATORSK MACHINE-BUILDING PLANT ON THE ENVIRONMENT

Purpose. Investigation of the influence of activity of the multidisciplinary enterprise of the machine-building industry of PJSC "NKMZ" on atmospheric air, reservoirs and vegetation cover. **Methods.** Field, atomic absorption spectrophotometry, mathematical and analytical methods of information processing. **Results** The volume of atmospheric air is dominated by emissions of carbon monoxide, nitrogen dioxide, particulates, light organic compounds, dioxide, iron, and hydrogen fluoride, although these volumes decrease compared with the previous year. The volumes of waste accumulation also decrease. The study of soil samples, water and plants in the plant site and within and outside the sanitary protection zone of the enterprise determined that the sanitary protection zone of the enterprise carries out its functions. Comparative analysis of losses from atmospheric air pollution and environmental taxes for enterprise emissions, determination of the effectiveness of environmental measures. **Conclusions.** PJSC "NKMZ" is one of the main pollutants of atmospheric air. The sanitary-protective zone of the enterprise performs its functions. The calculations of the effectiveness of environmental measures of the enterprise indicate the feasibility of their implementation.

Key words: atmospheric air, water environment, vegetation, nature protection measures, economic efficiency

Баскакова Л. В., Кравченко Н. Б., Сафонова О. А.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НОВОКРАМАТОРСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗА- ВОД НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Цель. Исследование влияния деятельности многопрофильного предприятия машиностроительной отрасли ПАО «НКМЗ» на атмосферный воздух, водоемы и растительность. **Методы.** Полевой, атомно-абсорбционной спектрофотометрии, математический и аналитический методы обработки информации. **Результаты.** В атмосферный воздух по объему преобладают выбросы оксида углерода, диоксида азота, твердых частиц, легких органических соединений, серы диоксида, железа и фтористого водорода, хотя эти объемы уменьшаются в сравнении с предыдущим годом. Уменьшаются также и объемы накопления отходов. Исследование проб почвы, воды и растений на территории заводу и в пределах и за пределами СЗЗ определили, что санитарно-защитная зона предприятия выполняет свои функции. Выполнен сравнительный анализ ущерба от загрязнения атмосферного воздуха и экологических налогов за выбросы предприятия, рассчитано эффективность природоохранных мероприятий **Выводы.** ПАО «НКМЗ» является одним из основных загрязнителей атмосферного воздуха. Санитарно-защитная зона предприятия выпол-

няєт свої функції. Расчеты ефективності природоохранных мероприятий підприємства свідчать про цільовість їх впровадження.

Ключевые слова: загрязнение, атмосферный воздух, водная среда, растительность, природоохранные мероприятия, экономическая эффективность

Вступ

Промислові об'єкти розташовані дуже насичено в деяких регіонах на території України, і значна частина з них є потенційно небезпечними підприємствами. Найбільша їх кількість розташована на території Донецької, Дніпропетровської, Запорізької, Харківської та Львівської областей. Дослідження впливу виробничої діяльності потенційно небезпечних підприємств підлягає контролю та моніторингових досліджень, щоб запобігти значного негативного впливу на довкілля. Доцільно проводити дослідження по визначенню впливу виробничої діяльності на довкілля як окремих підприємств, так і підприємств цілих галузей, визначати вплив на природні компоненти, пропонувати конкретні природоохоронні заходи, демонструвати їх еколого-економічну ефективність.

Аналіз впливу підприємств харчової промисловості в Україні надано у роботі [1], де проаналізовано викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря та екологічні платежі, що пред'явлені та фактично сплачені підприємствами, запропоновано заходи щодо покращення еколого-економічного управління на таких підприємствах.

Проаналізовано вплив Запорізького абразивного комбінату на атмосферне повітря у роботі [2], який розташовано поблизу селітебних районів, встановлено максимальну приземну концентрацію забруднюючих речовин та відстань, де вона спостерігається для найбільш небезпечних джерел підприємства, вдосконалено межі санітарно-захисної зони з урахуванням повторюваності вітрів, розраховано еколого-економічні збитки та платежі за забруднен-

ня атмосфери, запропоновано заходи покращення впливу підприємства на атмосферне повітря.

Визначено вплив виробничого процесу на атмосферне повітря робочої зони підприємства швейної промисловості та оцінено його фінансові можливості щодо екологізації виробництва у роботі [3].

Досліджено вплив викидів хімічного заводу на забруднення ґрунту важкими металами, бо особливе місце в біосфері займає ґрунт, який забезпечує її біологічну продуктивність і зазнає найбільшого антропогенного впливу [4].

Дослідження впливу конкретних потенційно небезпечних підприємств на довкілля є дуже актуальним, бо результатом таких досліджень є розробка та пропозиція конкретних природоохоронних заходів, що підкріплено еколого-економічними розрахунками.

На території Донецької області кількість потенційно небезпечних об'єктів, які зареєстровані у Державному реєстрі ПНО, становить 1074 і серед них вказано ПАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» (ПАТ «НКМЗ») [5-7]. ПАТ «НКМЗ» є відомим в світі та найбільшим в Україні виробником унікального високопродуктивного прокатного, металургійного, ковальсько-пресового, гідротехнічного, гірничорудного, підйомно-транспортного і спеціалізованого устаткування.

Мета – дослідження впливу діяльності багатопрофільного підприємства машинобудівної галузі ПАТ «НКМЗ» на атмосферне повітря, водойми та рослинне покриття.

Методика дослідження

Використано стандартні методики відбору проб ґрунту, води, рослинності; аналітичні дослідження проб виконано методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

Підготовка зразків ґрунту до хімічного аналізу проводилась згідно до ГОСТ 17.4.4.02-84. Нормування важких металів у

ґрунті здійснювалося згідно з ГОСТ 17.4.1.02-83 [8].

Економічні збитки від забруднення атмосферного повітря розраховуються за формулою (1), яка наведена у Тимчасовій методиці [9]:

$$\dot{O}_{\text{atm}} = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot M \quad (1)$$

де: $Y_{\text{атм}}$ – збитки від забруднення атмосферного повітря, грн./рік;

γ – питомі збитки, значення яких на 2013 рік дорівнює 80 грн/ум.т;

σ – коефіцієнт відносної небезпеки забруднення атмосферного повітря в межах окремої території. Для території промислових підприємств дорівнює 4;

f – коефіцієнт розсіювання домішок, який залежить від фракційного складу та швидкості осідання частин [9];

M – приведена маса річного викиду забруднюючих речовин з джерела забруднення, значення якої розраховується як (2):

$$M = \sum_{i=1}^n A_i \times m_i \quad (2)$$

де: m_i – маса забруднюючих речовин i – го виду, т/рік;

A_i – показник відносної агресивності забруднюючої речовини, ум.т/т;

n – загальна кількість домішок, які викидаються джерелом.

Для газоподібних домішок та легких дрібнодисперсних частинок з досить малою швидкістю осідання (менш ніж 1 см/с) значення f обирають з таблиці Типової методики [9] або розраховують за (3):

$$f_1 = \frac{100i}{100i + \varphi \cdot h} \cdot \frac{4i/\bar{n}}{1i/\bar{n} + u} \quad (3)$$

де: φ – поправка на підйом факелу викиду, яку розраховують за (4):

$$\varphi = 1 + \frac{\Delta T}{75 \bar{N}_o} \quad (4)$$

ΔT – середньорічні значення різниці температур в усті джерела (труби) та атмосферного повітря, $^{\circ}\text{C}$;

h – висота джерела (труби) по відношенню до середнього рівня зони активного забруднення, м;

u – середньорічне значення швидкості вітру на рівні флюгера, м/с. Якщо значення u невідомо, то приймають $u = 3$ м/с.

Для домішок зі швидкістю осідання від 1 до 20 см/с значення f обирають з таблиці Типової методики [7] або розраховують за (5):

$$f_2 = \left(\frac{1000i}{60i + \varphi \cdot h} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{4i/\bar{n}}{1i/\bar{n} + u} \quad (5)$$

Розрахунок суми податку, який справляється за викиди в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення (Пвс), обчислюються платниками податку самостійно щокварталу виходячи з фактичних обсягів викидів, ставок податку за (6), яка наведена у Податковому Кодексі України [10]:

$$\dot{I}_{\text{АН}} = \sum_{i=1}^n (\dot{I}_{\text{вс}} \times \dot{I}_{\text{р}}) \quad (6)$$

де: M_i – фактичний обсяг викиду i -ої забруднюючої речовини в тоннах;

$N_{\text{ни}}$ – ставка податку в поточному році за тону i -тої забруднюючої речовини, грн [1].

Розрахунок ефективності природоохоронних заходів за (7) [9]:

$$\dot{A}_{\text{еф}} = \frac{\Delta \hat{A}}{C} = \frac{\hat{A}_1 - \hat{A}_2}{\bar{N} + \hat{A}_i \times \hat{E}} \quad (7)$$

де: ΔV – зниження обсягів забруднення навколишнього середовища, т;

V_1 – обсяги забруднення “до” впровадження заходу, т;

V_2 – обсяги забруднення “після” впровадження заходу, т;

C – річні експлуатаційні витрати, грн.;

K – одноразові (капітальні) вкладення, грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень в природоохоронні заходи [9].

Результати дослідження

Одним з основних забруднювачів атмосферного повітря м. Краматорськ є Новокраматорський машинобудівний завод ПАТ «НКМЗ», розташований на трьох промислових майданчиках. Найближча житлова будова знаходиться на відстані 750 метрів на північ-схід від крайнього джерела викиду підприємства. З інших сторін майданчик пі-

дприємства оточують промислові підприємства [11].

Найбільш потужне утворення забруднюючих речовин на підприємстві спостерігається під час виробництва сталей у мартенівських печах, печах електрошлакового переплаву, виплавлянні чавуну у вагранках, спалюванні природного газу в котельні, термічних і нагрівальних печах, при гальваніч-

ній обробці, окисації та фарбуванні деталей і виробів. Основною забруднюючою речовиною у сучасних ливарних цехах ще залишається пил [11]. За характером діяльності підприємство ПАТ «НКМЗ» відноситься згідно

ДСН до другого класу для виробництв сталі електроплавильним способом.

Обсяги викидів забруднюючих речовин підприємства у 2016 році за елементами надано на рис.1 за даними [11].

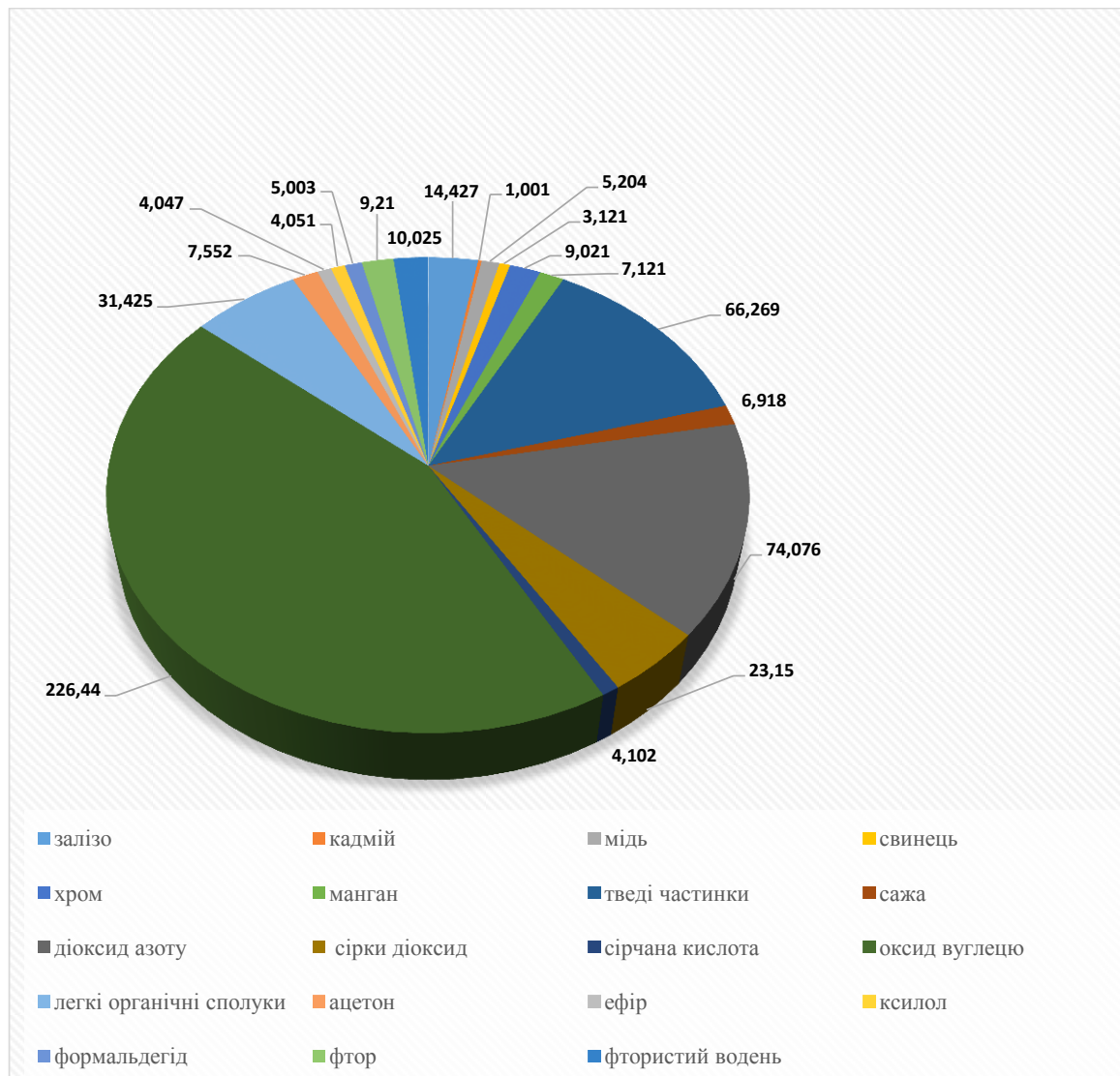


Рис. 1 – Обсяги викидів ПАТ «НКМЗ» у 2016 р. за елементами, т/рік [11]

За обсягом переважають викиди оксиду вуглецю, діоксиду азоту, твердих частинок, легких органічних сполук, сірки діоксиду, заліза та фтористого водню.

Усього на підприємстві розташовано 536 джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу, у т.ч.: без очищення – 339 джерел; кількість джерел, обладнаних пилогазоочисними установками – 197; неорганізованих джерел – 28. Санітарно-захисна зона підприємства складає 500 м.

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря у 2015 році склали 498 т/рік, а у 2016 році – 436,18 т/рік. Таким чином, валові викиди у 2016 р. зменшились на 62 т (13%) в порівнянні з 2015 р., що сталося за рахунок впровадження підприємством природоохоронних заходів [11].

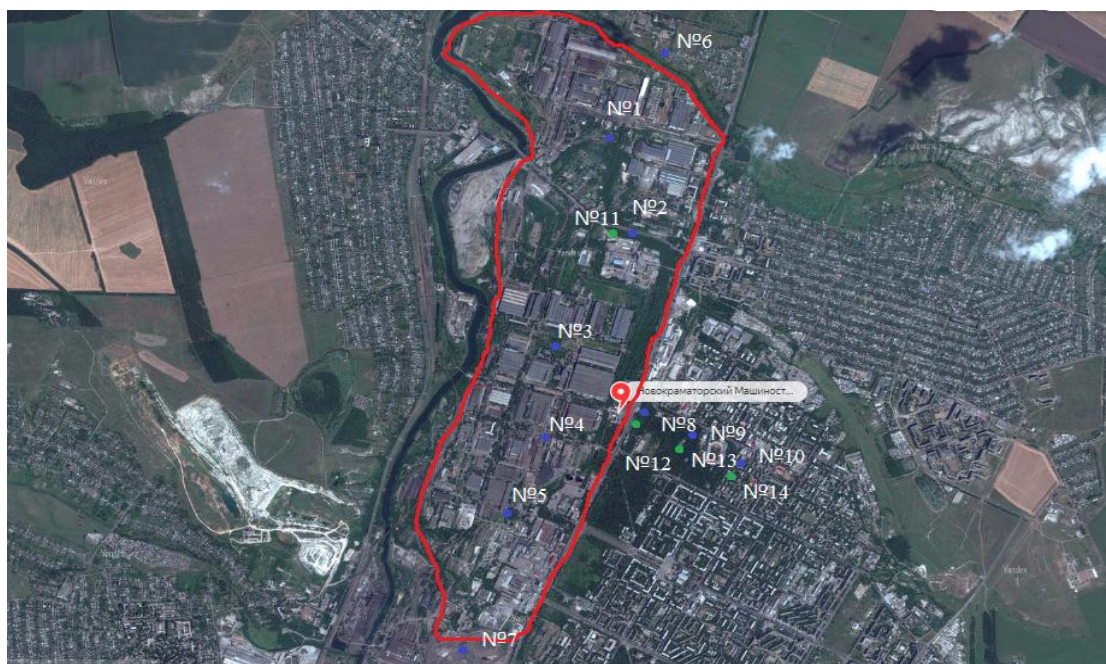
У 2015 році на Новокраматорському машинобудівному заводі проводилась реконструкція дугової сталеплавильної печі з улаштуванням системи газоочистки. Ви-

трати на виконання заходу склали 13521,532 тис. грн [9].

З аналізу обсягів утворення відходів на ПАТ «НКМЗ» розтягом 2014-2016 рр. визначено зменшення обсягів на 17 596,35 т, за 2014 - 2015 роки, а за 2015 - 2016 роки – на 2558,7 т.

Поступове зменшення обсягів накопичених відходів сталося за рахунок проведеної реконструкції обладнання та зміни технології виробництва на окремих виробничих ділянках. Так відходи частково використовуються підприємством, частково передаються на утилізацію іншим підприємствам та розміщуються на полігоні промислових відходів: передано на утилізацію – 139 т відходів нафтопродуктів, 40 т промислового ганчір'я, 29 т осадів нейтралізації відроблених гальванічних розчинів, 6121 шт. відпрацьованих люмінесцентних ламп; повторно використано підприємством 82403 т відходів [11].

У 2017 року проведено ряд власних польових та лабораторних досліджень: відібрані проби води з водного об'єкту, проби рослинності та проби ґрунту. Точки відбору проб відображено на рис. 2.



Червоний – точка відбору води; зелений – точка відбору рослинності (№№11-14); синій – точка відбору ґрунту (№ 1-10)

Рис. 2 – Місця відбору проб

Аналіз наведеного якісного складу води в приймачах зворотних стічних вод ТОВ «НКМЗ» р. Казений Торець (табл.1) (мг/дм^3) [9] показує, що стічні води підприємства не завдають негативного впливу на якість води річки Казенний Торець, тільки спостерігається збільшення нітратів майже на 1%, а за багатьма показниками навіть спостерігається зменшення, тобто покращення якості води в річці.

Відбір проб ґрунту проводився (рис.1): №№ 1-5 – на території заводу; №№ 6-8 – за територією заводу; № 9 – в межах СЗЗ; № 10 – за межами СЗЗ. Аналіз вмісту хімічних елементів у зразках ґрунту (табл. 2) визна-

чає, що концентрація міді не перевищує ГДК на всій території дослідження. Концентрації цинку перевищують у 16-20 разів ГДК тільки на території заводу, а в межах СЗЗ перевищення ГДК не спостерігається. За кадмієм спостерігається перевищення ГДК на всій території дослідження майже в 45 разів, а за межами СЗЗ перевищення ГДК в 19 разів. Концентрація свинцю не перевищує ГДК тільки за межами СЗЗ заводу. Тобто можемо зробити висновок, що СЗЗ все ж допомагає зменшити вплив ПАТ «НКМЗ» на навколишнє середовище, але не в повній мірі.

Відбір проб рослинності проведено:

Таблиця 1

Якісний склад води в приймачах зворотних стічних вод
ПАТ «НКМЗ» р. Казений Торець [11]

Назва	м. Краматорськ	Вище випусків стічних вод	Нижче випусків стічних вод
	Показники міста, мг/дм ³	Показники заводу, мг/дм ³	
Сульфати	843	950,6	924,3
Хлориди	341	373,0	368,6
Сухий залишок	2376	-	-
Залізо загальне	0,393	0,33	0,33
Азот амонійний	0,47	0,88	0,89
Нітрити	0,402	0,45	0,46
Нітрати	15,7	15,13	15,33
Нафтопродукти	0,24	0,27	0,26
БСК5	5,03	5,00	4,59
Фосфати	0,84	0,96	0,95
Хром (VI)	0,006	0,002	0,002
ХСК	30,2	31,0	30,10
Завислі речовини	29,2	23,1	22,4
АПАР	0,052	0,04	0,04
Мідь	0,05	0,06	0,06
Цинк	0,05	0,09	0,09
Марганець	0,21	0,28	0,26

Таблиця 2

Вміст хімічних елементів у зразках ґрунту

Назва елементу	Визначена концентрація в точках відбору проб, мг/кг										ГДК, мг/кг
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	
Хром	0,3989	0,2645	0,3045	0,194	0,464	0,0211	0,019	0,021	0,0195	0,038	-
Цинк	22,7808	16,0682	20,8684	20,86	16,97	0,6631	0,442	0,663	0,4425	0,857	1,0
Мідь	2,7267	1,8045	1,1467	1,146	1,964	0,3051	0,187	0,305	0,1877	0,340	3,0
Кадмій	0,116	0,0227	0,0452	0,045	0,014	0,0224	0,023	0,022	0,0234	0,019	0,001
Свинець	6,5614	4,3167	5,1173	5,117	6,105	0,9286	0,098	0,928	0,0984	0,011	0,03

№ 11 – в межах СЗЗ; № 12-14 – за межами СЗЗ (табл.3). З аналізу отриманих даних визначено, що пробах рослин, що відібрано в межах та поза межею СЗЗ концентрації хрому, цинку (майже в 2 рази), кадмію (в 7-3 разів) та свинцю (в 3-4 рази) перевищують ГДК по всій території дослідження. Тільки концентрації міді знаходяться в межах ГДК.

Розрахунок збитків від забруднення атмосферного повітря викидами Новокраматорським машинобудівним заводом проводився на основі даних Звіту підприємства [11]. Результати розрахунків за наведеними методикою за формулами (1-5)представлені у табл. 4

Таблиця 3

Вміст хімічних елементів в пробах рослинності

Назва елемента	Визначена концентрація в точках відбору проб, мг/кг				ГДК, мг/кг
	№ 11	№12	№13	№14	
Хром	0,0118	0,0345	0,0611	0,0227	-
Цинк	1,8063	2,0312	1,9637	1,1642	1,0
Мідь	0,9808	0,2184	0,4561	0,2291	3,0
Кадмій	0,0065	0,0072	0,0045	0,0029	0,001
Свинець	0,0978	0,0246	0,1183	0,0341	0,03

Таблиця 4

Розрахунки збитків від забруднення атмосферного повітря ПАТ «НКМЗ», 2016 рік

Найменування забруднюючих речовин	Маса забруднюючих речовин, т/рік	Показник відносної агресивності A_i , ум.т./т	Приведена маса річного викиду забруднюючих речовин M	f	Збитки від забруднення атмосферного повітря, грн/рік
Залізо та його сполуки	14,427	100	14427	2,33	21638,59
Кадмій та його сполуки	0,001	1000 (ГДК= 0,001)	1	2,33	1499,87
Мідь та її сполуки	0,204	1 (ГДК =1)	0,204	2,33	305,97
Нікель та його сполуки	0,002	5475	10,95	2,33	16423,55
Свинець та його сполуки	0,002	22400	44,8	2,33	67194,07
Хром та його сполуки	0,021	6,6	0,1386	2,33	207,88
Манган та його сполуки	0,121	5 (ГДК = 2)	0,605	2,33	907,42
Діоксид азоту	74,076	5(ГДК = 0,2)	370,38	0,44	104905,25
Аміак	0,033	10,4	0,3432	0,44	97,21
Сірки діоксид	23,252	2,5 (ГДК=0,4)	57,875	0,44	16392,33
Сірчана кислота	0,102	49,0	4,998	0,44	1415,62
Оксид вуглецю	226,44	1,0	226,44	0,44	64136,14
Ацетон	0,552	2,22	1,22544	2,33	1837,99
Ксилол	4,051	5 (ГДК=0,2)	20,255	2,33	30379,82
Стирол	0,003	25(ГДК=0,0)	0,075	2,33	112,49
Толуол	10,746	0,66(ГДК=1)	7,09236	2,33	10637,60
Формальдегід	0,003	333,3(ГДК=0,003)	0,999	0,44	282,95
Водню хлорид	0,005	2 (ГДК =5)	0,01	2,33	14,99
Фтор та його сполуки	0,21	1(ГДК =10)	0,21	2,33	314,97
Фтористий водень	0,025	50 (ГДК=0,02)	1,25	2,33	1874,83
Діоксид вуглецю	77335,638	0,5	77335,638	0,44	10952149,32
Всього:					11 292 728,86

Таким чином, загальні збитки від забруднення атмосферного повітря викидами ПАТ «НКМЗ» становлять 11 292 728,86 грн/рік.

Розрахунок податків за забруднення атмосферного повітря Новокраматорським Машинобудівним заводом проведено також на основі даних Звіту підприємства [11] за формулою (6) і становлять 9 431 839,55 грн/рік.

Порівнюючи загальні збитки та податки за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин підприємством, можна зробити висновок, що екологічний податок не в повній мірі покриває збитки, нанесені викидами підприємством атмосферному повітрю. Таке становище пов'язано, на нашу думку, з недостатньо жорсткими нормативами Податкового кодексу України. Але слід враховувати ряд факторів, які не дозволяють встановити більш жорсткі нормативи – наприклад, скрутне становище, в якому опинилися вітчизняні підприємства, застарілі технології та обладнання, слабкість кредитної системи країни, відсутність іноземних інвестицій та інші.

Для зниження викидів в атмосферне повітря на ПАТ «НКМЗ» виконано низку природоохоронних заходів, таких як капітальний ремонт та реконструкцію термічних і нагрівальних печей ковальсько-пресового цеху, очистку витяжної вентиляції відділення механічного цеху, реконструкцію системи газоочищення. Загальні витрати на виконання заходів склали 13521,532 тис. грн [11].

Впроваджені природоохоронні заходи дозволили зменшити викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря у 2016 році на 62 т в порівнянні з 2015 роком [11]. В

роботі розрахована еколого-економічна ефективність заходів по зменшенню викидів у атмосферне повітря за формулою (7), а саме: $E_{\text{екол}} = 0,0154 \text{ т/грн.} = 15,4 \text{ кг/грн}$

З метою зменшення використання води підприємством встановлено пристрій для регулювання двигуна насосу на станції оборотної системи, виконана реконструкція артезіанської скважини №8 із заміною насосів, впроваджена система оборотного водозабезпечення обладнання редукторного цеху. Загальні витрати на заходи становили 1 914 574,2 грн. Результатом заходів є зменшення скидів у річку Казенний Торець з 8139 тис.м³ у 2016 році до 4719 тис.м³ у 2015 році.

Розрахована еколого-економічна ефективність заходів по зменшенню скидів у воду р. Казенний Торець складає 0,69 кг/грн.

Для запобігання накопичення небезпечними відходами та покращення екологічного стану території підприємства, виконана реконструкція дробеструйних та покрасочних камер у цеху №16, виготовлені контейнери для роздільного зберігання промислових та побутових відходів у сталеплавильному цеху №1, виконана висадка дерев, ліквідовано карантинні рослини. Загальні витрати на ці заходи становили 1 914 574,2. Результатом заходів є зменшення накопичення відходів – у 2016 році утворено 122 061 т відходів проти 169 552 т у 2015 році, тобто зменшення обсягів відходів становить 28%.

Розрахована еколого-економічна ефективність цих заходів є 8,3 кг/грн.

Отримані результати розрахунків еколого-економічної ефективності природоохоронних заходів вказують на доцільність їх впровадження на підприємстві.

Висновки

Досліджено вплив діяльності багато-профільного підприємства машинобудівної галузі ПАТ «НКМЗ» на атмосферне повітря, водойми та рослинне покриття.

Валові викиди ПАТ «НКМЗ» у 2016 році зменшилися на 13 % (на 62 т) у порівнянні з 2015 роком, за рахунок проведених природоохоронних заходів, але підприємство залишається значним джерелом забруднення атмосферного повітря.

Стічні води підприємства не завдають негативного впливу на якість води р. Казенний Торець.

Обсяги накопичених відходів ПАТ «НКМЗ» за 2014 - 2015 роки зменшилися за рахунок проведеної реконструкції обладнання та зміни технології виробництва на окремих виробничих ділянках.

Результати власних досліджень ґрунту свідчать, що концентрації хімічних елементів, таких як хром, цинк, мідь, кадмій та свинець, відповідають нормативам за межами санітарно-захисної зони (СЗЗ) підприємства за всіма елементами, окрім кадмію.

В пробах рослин, що відібрано в межах та поза межею СЗЗ концентрації хрому, цинку, кадмію та свинцю перевищують ГДК в 2-7 разів по всій території дослідження. Тільки концентрації міді знаходяться в межах ГДК.

Порівняльний аналіз збитків від забруднення атмосферного повітря, спричинених ПАТ «НКМЗ» та екологічних податків за викиди підприємства свідчить, що

податки не в повній мірі покривають спричинені збитки. Але, слід враховувати ряд факторів, такі як застарілі технології і обладнання, слабкість кредитної системи країни, відсутність інвестицій, що не дозволяють тимчасово встановити більш жорсткі нормативи для нарахування екологічних податків.

Результати розрахунку ефективності природоохоронних заходів підприємства свідчать про доцільність їх впровадження.

Література

1. Лозовська Н.М. Вплив українських підприємств харчової галузі на довкілля. Інтелект XXI. 2014. № 2. С. 136-144. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/int_XXI_2014_2_17
2. Маслова О. В., Малюкова А. В. Вплив промислового підприємства на стан атмосфери (на прикладі ВАТ „Запорізький абразивний комбінат”). Вісник Запорізького національного університету. 2008, « 2. С.129-135 URL: http://web.znu.edu.ua/herald/issues/2008/bio_2008_2/2008-26-06/maslova2.pdf
3. Кравченко Н. Б., Мільченко А. А. Вирішення проблеми фінансування процесу екологізації швейного виробництва. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2014. №1-2(21). С.106-111.
4. Карачка В. В. Вплив викидів хімічного заводу на забруднення ґрунту важкими металами. Вісник аграрної науки. 2005. № 6. С. 81-83
5. Екологічний паспорт Донецької області 2016 р. URL: <http://ecology.donoda.gov.ua/wp-content/uploads/2016/08/ЕКОЛОГІЧНИЙ-ПАСПОРТ-ДОНЕЦЬКОЇ-ОБЛАСТІ-3А-2016-pik.docx>
6. Екологічний паспорт Донецької області 2014 р. URL: http://old.menr.gov.ua/docs/protection1/donetska/Donetska_ekopasport_2014.doc
7. Екологічний паспорт Донецької області 2015 р. URL: http://old.menr.gov.ua/docs/protection1/donetska/Donetska_ekopasport_2015.doc
8. Охорона природи. Ґрунти. Класифікація хімічних речовин для контролю забруднення: ГОСТ 17.4.1.02-83. – М.: 2006. – 4 с. – (Міждержавний стандарт).
9. Тимчасова типова методика визначення економічної ефективності природоохоронних заходів та оцінки економічних збитків, спричинених народному господарству забрудненням навколишнього середовища. М.: 1986. 140 с
10. Податковий Кодекс України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>
11. Звіт про вплив ПАТ «НКМЗ» на навколишнє середовище у 2016 р. Д.:2017. 55 с.

References

1. Lozovs'ka, N.M. (2014). Vplyv ukrayins'kykh pidpryyemstv kharchovoyi haluzi na dovkillya. [Influence of the Ukrainian food industry on the environment]. Intellect XXI. 2. 136-144. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/int_XXI_2014_2_17 [In Ukrainian]
2. Maslova, O. V., Malyukova, A. V. (2008). Vplyv promyslovoho pidpryyemstva na stan atmosfery (na prykladi VAT „Zaporiz'kyu abrazyvnyy kombinat”). [Influence of the industrial enterprise on the state of the atmosphere (for example, OJSC "Zaporozhye Abrasive Plant")]. Visnyk Zaporiz'koho natsional'noho universytetu. 2. 129-135. Available at: http://web.znu.edu.ua/herald/issues/2008/bio_2008_2/2008-26-06/maslova2.pdf [In Ukrainian]
3. Kravchenko N. B., Mil'chenko A. A. (2014). Vyrishennya problemy finansuvannya protsesu ekolohizatsiyi shveyneho vyrobnytstva. [Solving the problem of financing the process of ecologization of sewing production]. Man and the environment. Issues of neoecology. 1-2(21). 106-111. [In Ukrainian]
4. Karachka V. V. (2005). Vplyv vykydiv khimichnoho zavodu na zabrudnennya hruntu vazhkymy metalamy. [Influence of chemical plant emissions on soil contamination by heavy metals]. Journal of Agrarian Science. 6. 81-83
5. Environmental passport of Donetsk region in 2016. (2015). Available at: <http://ecology.donoda.gov.ua/wp-content/uploads/2016/08/ЕКОЛОГІЧНИЙ-ПАСПОРТ-ДОНЕЦЬКОЇ-ОБЛАСТІ-3А-2016-pik.docx> [In Ukrainian]
6. Environmental passport of Donetsk region in 2015. (2014). Available at: http://old.menr.gov.ua/docs/protection1/donetska/Donetska_ekopasport_2015.doc Zvit pro vplyv PAT

- «NKMZ» na navkolyshnye seredovyshe u 2016 r [Report on the impact of PJSC "NKMZ" on the environment in 2016] D.55. . [In Ukrainian]
7. Environmental passport of Donetsk region in 2014. (2013). Available at: http://old.menr.gov.ua/docs/protection1/donetska/Donetska_ekopasport_2014.doc GISMETEO. Available at: <https://www.gismeteo.ru/diary/11929/2017/9/>
 8. Okhorona pryrody. Grunty. Klasyfikatsiya khimichnykh rehovyn dlya kontrolyu zabrudnennya: HOST 17.4.1.02-83 – [Chynnyy 01.01.1985]. – M.: 2006. – 4 s. – (Mizhderzhavnyy standart). . [In Ukrainian]
 9. Tymchasova tyпова metodyka vyznachennya ekonomichnoyi efektyvnosti pryrodookhoronnykh zakhodiv ta otsinky ekonomichnykh zbytkiv, sprychynenykh narodnomu hospodarstvu zabrudnenniam navkolyshn'oho seredovyscha [Temporary typical method for determining the economic effectiveness of environmental measures and assessing economic losses caused by the national economy by environmental pollution.]. Moskow. Russia: Science, 140 . [In Russian]
 10. Tax Code of Ukraine. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2755-17> . [In Ukrainian]
 11. Zvit pro vplyv PAT «NKMZ» na navkolyshnye seredovyshe u 2016 r. (2017). [Report on the impact of PJSC "NKMZ" on the environment in 2016]. 55. . [In Ukrainian].

Надійшла до редколегії 21.08 2017

УДК (574:+502.7)

О. М. ГЕТМАНЕЦЬ¹, канд. фіз.-мат. наук, доц. **К. Ю. ІВАНОВА²**,
М. М. ПЕЛІХАТИЙ², д-р фіз.-мат. наук, проф.

¹Харківська державна зооветеринарна академія,
п.м.т. М. Данилівка, Дергачівський р-н, Харківська обл., Україна 62341
e-mail: getmanets54@gmail.com

²Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна
майдан Свободи, 6, Харків, Україна 61022
e-mail: sun@univer.kharkov.ua

МОДЕЛЬ ПОБУДОВИ ПОЛЯ РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ

Мета. Розробка нової регресійної моделі для побудови поля радіаційного фону. **Методи.** Експериментальні за допомогою дозиметра МКС-25 «ТЕРРА»; регресійний аналіз. **Результати.** Розроблено регресійну модель побудови поля радіаційного фону на місцевості за довжиною ломаної лінії, яка послідовно з'єднує усі відсортовані за зростанням потужності дози контрольні точки вимірювань, при цьому довільну точку зони з'єднують з попередньою до найближчої до неї контрольною точкою і цю сумарну відстань вздовж ломаної підставляють до рівняння регресії. **Висновки.** Модель дозволяє надійно будувати карту радіаційних забруднень на всій контрольованій території на підставі результатів локальних вимірювань в певній кількості контрольних точок. Модель може знайти застосування для моніторингу інших видів забруднень.

Ключові слова: радіаційний моніторинг, рентгенівське та гама-випромінювання, регресійні моделі

Getmanets O. M.¹, Ivanova K. Yu.², Pelikhaty N. M.²

¹Kharkiv State Zooveterinary Academy

²V. N. Karazin Kharkiv National University

A MODEL FOR CONSTRUCTION THE FILDS OF RADIATION BACKGROUND

The problem of building the field of radiation background on the place according to the measurements taken at a finite number of points is always actual. **Purpose.** Elaboration a new regression model for constructing the radiation background field. **Methods.** Measurements of the power of continuous X-ray's and gamma radiation's dose were carried out on the territory of the Nemishlyansky region of Kharkov in May-June 2017 using the dosimeter MКС-25 "TEPPA". Regression analysis has been used for processing of the measurement results. **Results.** A regression model for constructing a field of a radiation background on the place by the length of a broken line, which in turn joins all sorted by increasing power of the dose control points, while an arbitrary point of the zone is joined from the preceding to the nearest control point, and this total distance along the broken line is substituted to the regression equation, has been developed. **Conclusions.** The model makes it possible to reliably build a map of radiation contamination throughout the controlled area based on the results of local measurements in a certain number of control points. The model may find application for monitoring other types of contaminants.

Key words: radiation monitoring, X-ray and gamma-radiation, regression models

Гетманец О. М.¹, Иванова Е. Ю.², Пелихатый Н. М.²

¹Харьковская государственная зооветеринарная академия

²Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина

МОДЕЛЬ ПОСТРОЕНИЯ ПОЛЯ РАДИАЦИОННОГО ФОНА

Задача восстановления поля радиационного фона на местности по данным измерений, которые были проведены в конечном числе точек, всегда является актуальным. **Цель.** Разработка новой регрессионной модели для построения поля радиационного фона. **Методы.** Измерения при помощи дозиметра МКС-25 «ТЕРРА»; регрессионный анализ. **Результаты.** Разработана регрессионная модель построения поля радиационного фона на местности по длине ломаной линии, которая последовательно соединяет все отсортированы по возрастанию мощности дозы контрольные точки, при этом произвольную точку зоны соединяют с предыдущей до ближайшей к ней контрольной точкой и это суммарное расстояние вдоль ломаной подставляют в уравнение регрессии. **Выводы.** Модель позволяет надежно строить карту радиационных загрязнений на всей контролируемой территории на основании результатов локальных измерений в определенном количестве контрольных точек. Модель может найти применение для мониторинга других видов загрязнений.

Ключевые слова: радиационный мониторинг, рентгеновское и гамма-излучение, регрессионные модели

Вступ

Завдання відновлення поля радіаційного фону на місцевості за даними вимірювань, що були проведені в кінцевому числі контрольних точок, завжди є актуальним [1,2]. В певному сенсі воно подібно завданню відновлення зображення за його точковими фрагментами [3]. Існує підхід, який заснований на побудові регресійних моделей для поля радіації у вигляді поліномів різних ступенів за значеннями поточних координат довільної точки всередині зони спостережень або за її межами [4–11]. Не зважаючи на ряд переваг даного підходу, його основним недоліком є суттєве завищення значень радіації далеко від центру контрольованої зони (навіть на її границях). Це пов'язано з тим, що регресія будується за координатами в певних ступенях та за їх добутками. Тому, чим більше значення координат (відлік яких ведеться від геометричного центру зони) – тим більше помилка передбачень моделі.

В попередній роботі авторів [12] було запропоновано підхід, згідно якому регресія будується не за двома координатами точки $M(x, y)$ на місцевості, а за однією – від-

станню від цієї точки до найближчої до неї i -ої контрольної точки спостережень, яка лежить на деякій ламаній лінії, що послідовно з'єднує усі точки спостережень (від центральної до найдалшої зовнішньої). Перевагою цієї моделі є те, що завищення рівня радіації біля границі зони спостережень і за її межами відсутнє, оскільки запропонований алгоритм прив'язує значення потужності дози випромінювання в довільній точці зони до вимірюваного значення в найближчій точці спостереження. Але успішність застосування даного підходу ускладнена тим, що експериментальна залежність потужності дози від відстані уздовж ламаної, яка послідовно з'єднує усі контрольні точки (від центральної до найдалшої зовнішньої), майже завжди не є монотонною, а має дуже складний характер. Це ускладнює побудову рівняння регресії і призводить до підвищення її стандартної помилки і зменшення вірогідності передбачень моделі.

Тому завданням даної роботи є удосконалення алгоритму [12] з метою підвищення точності та надійності побудови поля радіаційного фону.

Методи досліджень

В якості матеріалів досліджень були використані результати вимірювань рівня амбінентного еквіваленту потужності дози

неперервного рентгенівського та гамма-випромінювання на частині території Нemişлянського району м. Харкова, що були

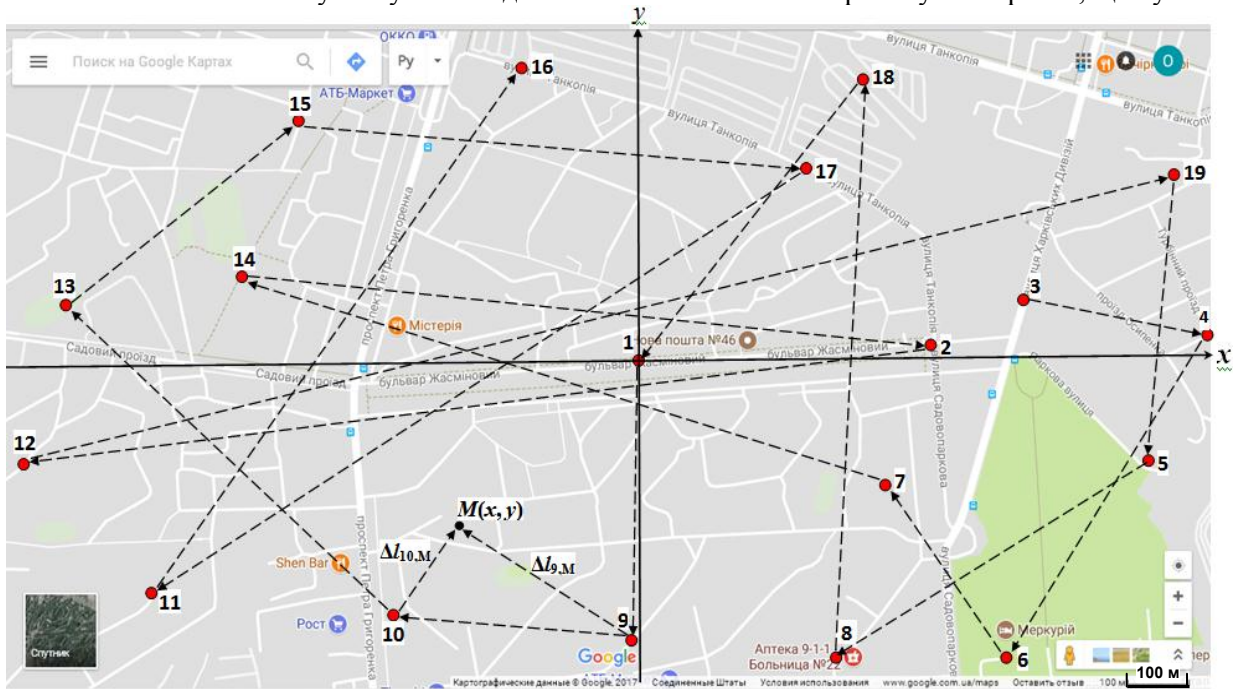


Рис. 1 – Схема розташування точок спостережень на контрольованій території та побудови ламаної

проведені в травні-червні 2017 року. Вимірювання проводилися за допомогою дозиметра МКС-25 «ТЕРА» з абсолютною похибкою приладу 0,01 мкЗв/год, який застосовується для дозиметричного і радіометричного контролю на промислових підприємствах; для екологічних досліджень; для

контролю радіаційної чистоти житлових приміщень, будівель і споруд та прилеглих до них територій. Карта території, на якій проводилися дослідження, наведена на рисунку 1. На цій карті показано розташування усіх 19-ти контрольних точок спостережень.

Результати досліджень

На рисунку 2 в якості прикладу наведено результати вимірювань потужності дози в усіх контрольних точках за даним від 31 травня 2017 р. Цей рисунок свідчить про те, що залежність потужності дози від відс-

тані уздовж ламаної, яка послідовно з'єднує усі точки вимірювань від 1-ї до 19-ї, не є монотонною, а має складний характер. Побудова простого рівняння регресії за цими даними є дуже складним завданням

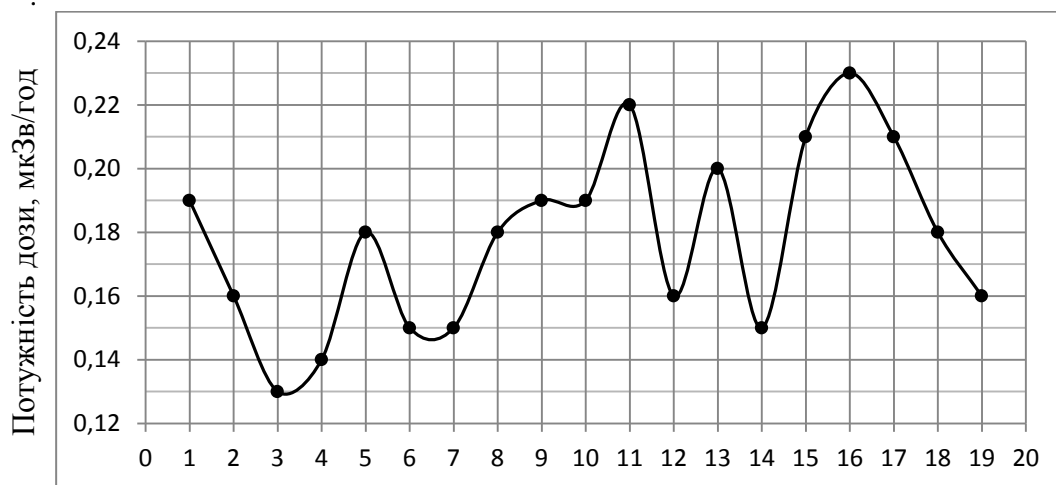


Рис. 2 – Залежність потужності дози від номеру точки спостережень (за даними від 31 травня 2017 р.)

Тому ми модифікуємо відомий алгоритм [9], попередньо зробивши сортування точок спостережень за зростанням потужності дози від мінімального до максималь-

ного значення. При цьому одержимо монотонну криву неспадної функції потужності дози, яка наведена на рисунку 3.

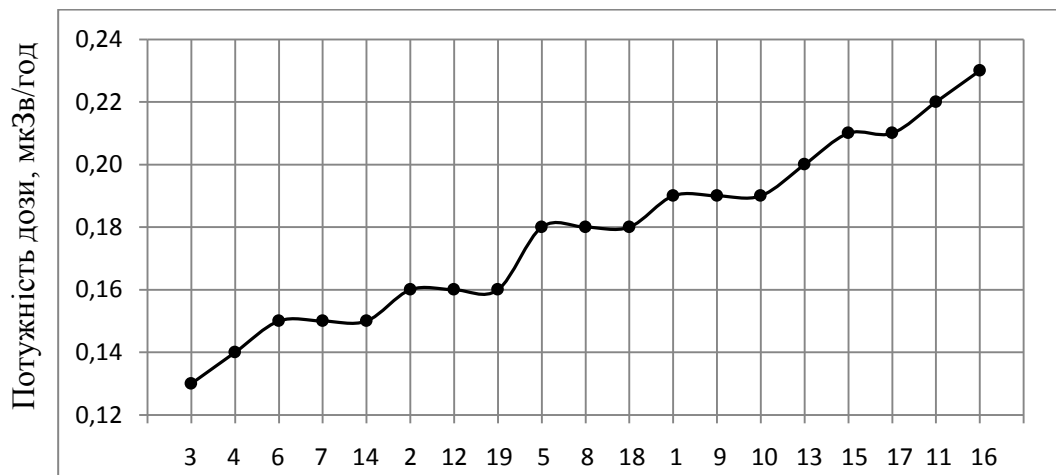


Рис. 3 – Залежність потужності дози від номеру точки спостережень (за даними від 31.05.2017)

Ламана, яка була побудована на карті контрольованої зони (рис. 1) вздовж відсортованих за потужністю дози точок (від 3-ї до 16-ї), показана на рисунку 1. Можна бачити, що ламана щільним «павутинням» накриває всю контрольовану зону. Відстань l вздовж ламаної можна обчислити за координатами точок спостережень відносно центру зони (точки № 1 на рисунку 1).

Залежність потужності дози від значень відстані уздовж ламаної зображена у вигляді діаграми на рисунку 4 (точки). По-

шук рівняння регресії за цими даними здійснювався в межах пакету аналізу даних MS Excel-2010 за допомогою команди «Додати лінію тренда». Тренд шукали у вигляді поліному 4-го ступеня за довжиною l . На рисунку 4 показана відповідна лінія регресії та наведені як само рівняння, так і значення коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,9770$ для нього. Це високе значення свідчить про те, що рівняння регресії адекватно відображає більше за 97 % даних вимірювань.

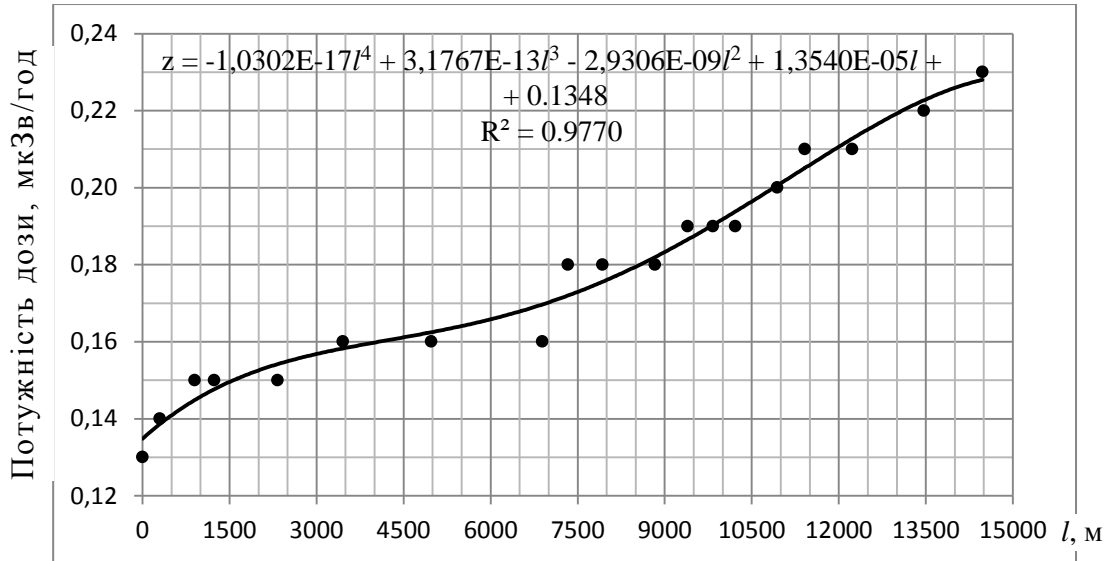


Рис. 4 – Залежність потужності дози від відстані l вздовж ламаної (за даними від 31.05.2017)

Для більш детального аналізу рівняння регресії було застосовано інструмент «Регресія» з пакету аналізу даних Excel-2010. Результати свідчать про те, що одержане рівняння регресії є дуже якісним: воно має високе значення коефіцієнту детермінації, нормованого на кількість ступенів свободи (0,9704); стандартна помилка регресії складає 0,0049 мкЗв/год, що більш, ніж у два рази нижче похибки приладу вимірювання; само рівняння є значущим за F -критерієм Фішера з високим рівнем надійності; його коефіцієнти є суттєво значущими за t -критерієм Стьюдента (тобто рівень значущості для них: $p < 0,05$). Так саме будувалися рівняння регресії для усіх наступних днів проведення спостережень. Ці рівняння також були якісними і мали стандартні помилки у два рази менші, ніж похибка приладу вимірювання.

Алгоритм побудови поля радіаційного фону, як всередині контрольованої зони, так і за її межами, виглядає наступним чином. Розглянемо довільну точку M з коор-

динатами x і y , в якій вимірювання не проводилися, яка показана на рисунку 1. За допомогою спеціальної програми в системі комп'ютерних обчислень «Maple-12» (фірми «Maplesoft») визначалася відстань від цієї точки до найближчої контрольної точки (наприклад, точки 10), як це показано на рисунку 1. Цю відстань позначимо як $\Delta l_{10,M}$. Для включення точки M до нашої ламаної визначимо відстань від неї до попередньої точки на ламаній (точка 9 на рисунку 1). Цю відстань позначимо як $\Delta l_{9,M}$. Положення точки $M(x, y)$ на ламаній будемо характеризувати довжиною $l_M = l_9 + \Delta l_{9,M}$. У випадку, коли точка M співпадає з точкою 10, маємо правильне значення: $l_{10} = l_9 + \Delta l_{9,10}$. Підкреслимо, що невірно визначати положення точки M , як $l_M = l_{10} + \Delta l_{10,M}$, оскільки, якщо ця точка знаходиться ближче до точки 9, ніж точка 10, то значення відстані вийде завищеним. Значення потужності дози у точці M будемо описувати за допомогою одержаного раніше рівняння регресії (рисунк 4): $z = -1,0302 \cdot 10^{-17} l^4 + 3,1767 \cdot 10^{-13} l^3 -$

$2,9306 \cdot 10^{-10} l^2 + 1,13540 \cdot 10^{-5} l + 0,1348$ (де потужність дози z виражена в мкЗв/год, а довжина l в метрах) з підстановкою $l = l_0 + \Delta l_{0,м}$.

Вважаючи на те, що одержані рівняння регресії за відсортованими відстанями описувалися досить гладкими кривими, ми інтерполювали і екстраполювали ці рівняння як всередину контрольованої зони, так і

недалеко за її межі. Таким чином були побудовані усі карти радіаційного фону для кожного дня спостережень. Для візуалізації результатів була також застосована програма «Maple-12». На рисунку 5 в якості прикладу наведено карту радіаційного фону на контрольованій території від 31 травня 2017 р.

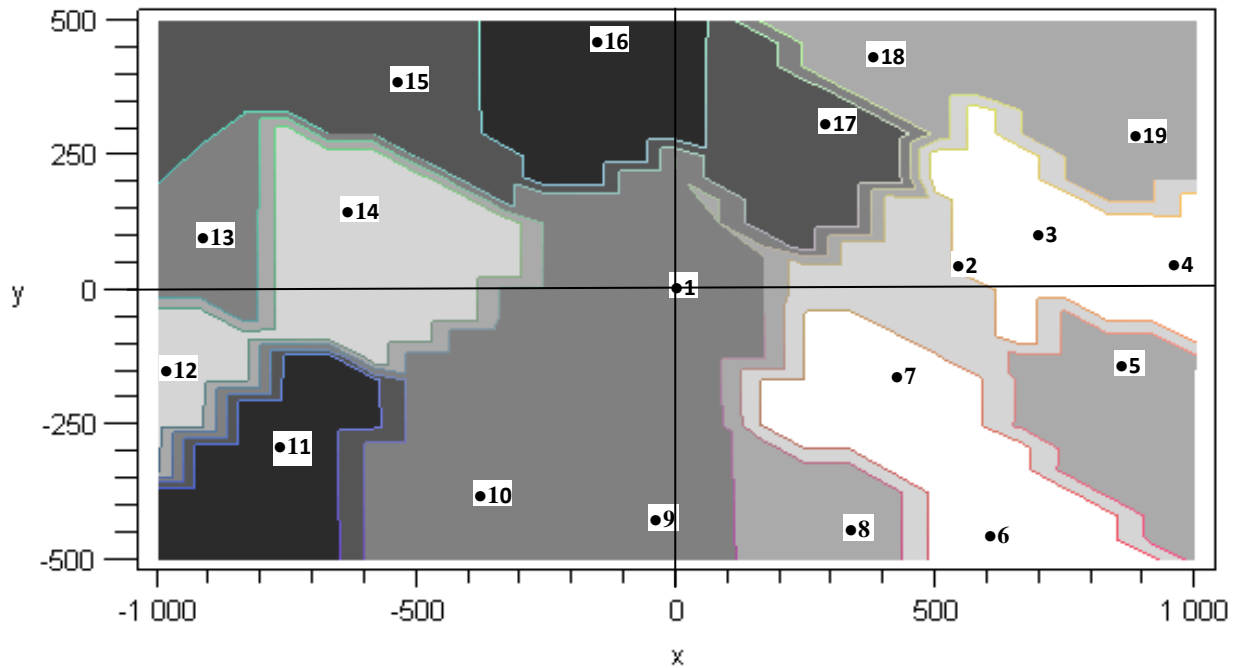


Рис. 5 – Карта радіаційного фону на 31.05.17: білий колір – 0,13 мкЗв/год, чорний – 0,23 мкЗв/год через 0,02 мкЗв/год за тоном (значення x і y вказані в метрах)

На цій карті для прив'язки до карти місцевості (рисунок 1) в якості реперних показані усі контрольні точки. Можна бачити, що значення потужності дози в контрольних точках на карті рисунку 5 практично збігаються з результатами вимірювань

(рисунки 2 і 3) в межах стандартної помилки регресії.

Для порівняння побудуємо рівняння регресії теж 4-го порядку за координатами x і y за даними від 31.05.2017 р. Для більшої надійності застосуємо програму «Maple-12». В результаті одержимо:

$$z = 3,2499 \cdot 10^{-13} x^4 + 6,5997 \cdot 10^{-13} y^4 + 9,7507 \cdot 10^{-14} x^3 y + 2,5910 \cdot 10^{-12} y^3 x + + 1,1163 \cdot 10^{-12} x^2 y^2 - 4,8464 \cdot 10^{-11} x^3 - 1,1163 \cdot 10^{-9} y^3 - 1,4655 \cdot 10^{-10} x^2 y - 5,8418 \cdot 10^{-10} x y^2 - - 3,2776 \cdot 10^{-7} x^2 - 2,3751 \cdot 10^{-8} y^2 - 4,2922 \cdot 10^{-7} x y + 0,00005819 x + 0,0002413 y + 0,1910.$$

Хоча ця регресія і має 15 коефіцієнтів, її коефіцієнт детермінації дорівнює лише $R^2 = 0,8904$; стандартна помилка регресії становить 0,0054 мкЗв/год; і взагалі регресія не є значущою за Фішером. Карта радіаційного фону, яка була побудована за цією регресією, наведена на рисунку 6. Ка-

ртина забруднення суттєво відрізняється від рисунку 5 (співпадіння має місце лише в декількох контрольних точках всередині зони). Біля границь передбачені значення фону суттєво перевищують максимально допустиме, тобто є значно завищеними.

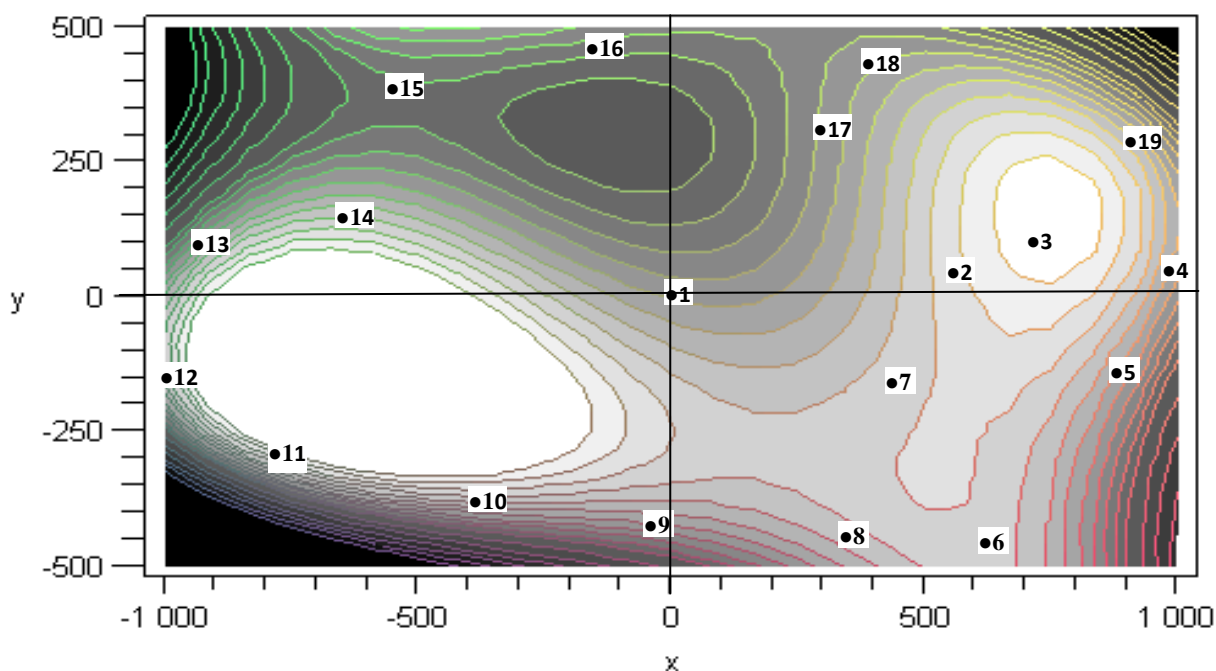


Рис. 6 – Карта радіаційного фону згідно регресійної моделі за координатами на 31.05.17: білий колір – 0,13 мкЗв/год, чорний – 0,35 мкЗв/год через 0,02 мкЗв/год за тоном (значення x і y вказані в метрах)

Висновки

Таким чином, модель, що була розроблена в даній роботі, дозволяє надійно будувати карту радіаційного забруднення на всій контрольованій території на підставі результатів локальних вимірювань в певній кількості контрольних точок. Оскільки використовується проста регресійна модель

лише за однією пояснювальною змінною, побудову карти радіаційного фону можна здійснювати швидко навіть в польових умовах за допомогою ноутбука або планшета. Модель також може знайти застосування для моніторингу інших видів забруднень в програмах екологічних досліджень.

Література

1. Некос В. Ю., Юшманова І. П., Пеліхатий М. М. Розробка систем радіаційного моніторингу довкілля . *Людина і довкілля. Проблеми неоекології.* № 9, 2007. С. 52 – 62.
2. Некос В. Ю. , Пеліхатий М. М., Юшманова І. П. Методи і алгоритми визначення радіаційного стану довкілля . *Людина і довкілля. Проблеми неоекології.* № 1–2 (11–12). 2008.. С. 90 – 98.
3. Василенко Г. И., Тараторин А. М. Восстановление изображений. М. : Радио и связь, 1986. 304 с.
4. Некос В. Е, Гетманец О. М., Пелихатый Н. М., Чуенко А. В., Дроздов А. А., Кривицкая И. А.. Алгоритмы радиационного мониторинга местности в режиме реального времени. *Людина і довкілля. Проблеми неоекології.* № 2 (13). 2009. С. 7 – 13.
5. Гетманец О. М., Гордієнко В. Г., Дроздов О. О., Пеліхатий М. М. Патент України на корисну модель № 50154. МКВ G01T1/167. Спосіб радіаційного моніторингу місцевості у режимі реального часу. заявл. 11.12.2009; опубл. 25.05.2010. Бюл. № 10. – 4 с.
6. Гетманец О. М. , Пелихатый Н. М., Дроздов А. А., Некос В. Е., Кучеров К. И. Радиационный мониторинг контролируемой территории в режиме реального времени. *Людина і довкілля. Проблеми неоекології.* 2010. № 2 (15). С. 3 – 33.
7. Гетманец О. М., Гордієнко В. Г., Дроздов О. О., Пеліхатий М. М. Патент України на корисну модель № 56883. МКВ G01T1/167. Спосіб радіаційного моніторингу реальної місцевості з реальним рельєфом. заявл. 23.07.2010; опубл. 25.01.2011. Бюл. № 2. – 6 с.
8. Гетманец О. М. , Гордиенко В. Г., Дроздов А. А., Пелихатый Н. М. Радиационный мониторинг местности в режиме реального времени при помощи волоконно-оптического дозиметра. *Вісник ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Серія: Екологія.* 2011. № 944. Вип.6. С. 83 – 86.
9. Гетманец О. М. , Дроздов А. А., Дурасова Н. С., Пелихатый Н. М. Радиационный мониторинг местности (вблизи поселка Коропово в июне 2011 года). *Людина і довкілля. Проблеми неоекології.* 2012. № 3–4. С. 110 – 115.

10. Гетманець О. М., Гордієнко В. Г., Дроздов О. О., Пеліхатий М. М.; Патент України на корисну модель № 62252. МКВ G01T1/167. Спосіб радіаційного моніторингу реальної місцевості у режимі реального часу за допомогою волоконно-оптичного дозиметра. заявл. 18.12.2010; опубл. 25.08.2011. Бюл. № 16. 4 с.
11. Ємець В. М., Пеліхатий М. М., Гетманець О. М. Патент України на корисну модель № 84133. МКВ G01W 1/00,G08C 17/02. Система автоматичного моніторингу території. заявл. 15.04.2013; опубл. 10.10.2013. Бюл. № 19. – 5 с.
12. Гетманець О. М., Пеліхатий Н. М. Разработка алгоритма построения поля радиационного фона. *Вісник ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Серія: Екологія.* 2016. Вип. 14. С. 41 – 45.

References

1. Nekos, V. Yu., Yushmanova, I. P., Pelikhatyy, M. M. (2007). Rozrobka system radiatsiyonoho monitorynhu dovkillya [Development of radiation monitoring systems of environment]. *Man and environment. Issues of neoeology.* 9. 52 – 62. [In Ukrainian].
2. Nekos, V. Yu. , Pelikhatyy, M. M., Yushmanova, I. P. (2008). Metody i alhorytmy vyznachennya radiatsiyonoho stanu dovkillya [The methods and algorithms for determining the radiation state of the environment]. *Man and environment. Issues of neoeology.* 1–2 (11–12) , 90 – 98. [In Ukrainian].
3. Vasilenko, G. I., Taratorin ,A. M. (1986). Vosstanovlenie izobrazhenij.[Image restoration]. Moscow, Russia : Radio and communication, 304. [In Russian].
4. Nekos, V. E, Getmanec, O. M., Pelihatyj ,N. M., Chuenko, A. V., Drozdov, A. A., Krivickaya, I. A. (2009). Algoritmy radiacionnogo monitoringa mestnosti v rezhime real'nogo vremeni. [The algorithms of radiation monitoring of areas in real time]. *Man and environment. Issues of neoeology.* 2 (13) , 7 – 13. [In Russian].
5. Hetmanets', O. M., Hordiyenko V. H., Drozdov O. O., Pelikhatyy M. M. (2010). Patent of Ukraine on the Utility Model The method of radiation monitoring areas in real time. No 50154. G01T1/167. / [In Ukrainian].
6. Getmanec, O. M. , Pelihatyj, N. M., Drozdov, A. A., Nekos ,V. E., Kucherov K. I. (2010). Radiacionnyj monitoring kontroliruemoy territorii v rezhime real'nogo vremeni. [Radiation monitoring of the controlled area in real time]. *Man and environment. Issues of neoeology.* 2 (15) , 3 – 33. [In Russian].
7. Hetmanets', O. M., Hordiyenko, V. H., Drozdov, O. O., Pelikhatyy, M.M. (2011). The method of radiation monitoring of real area with real relief . Patent of Ukraine for useful model. G01T1/167. № 56883; declared 23.07.2010; published 25.01.2011, № 2. [In Ukrainian].
8. Getmanec, O. M., Gordienko, V. G., Drozdov, A. A., Pelihatyj, N. M. (2011). Radiacionnyj monitoring mestnosti v rezhime real'nogo vremeni pri pomoshchi volokonno-opticheskogo dozimetra. [Radiation monitoring of the area in real time using a fiber optic dosimeter]. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University Series «Ecology».* 944 , 83 – 86. [In Russian].
9. Getmanec, O. M. , Drozdov, A. A., Durasova, N. S., Pelihatyj, N. M. (2012). Radiacionnyj monitoring mestnosti (vblizi poselka Koropovo v iyune 2011 goda). [Radiation monitoring of the area (near Koropovo settlement in June 2011)]. *Man and environment. Issues of neoeology* 3–4, 110 – 115. [In Russian].
10. Getmanets, O.M., Gordienko, V.G., Drozdov, A.A., Pelikhaty, N.M. (2011). The method of radiation monitoring of real area in real time using a fiber optic dosimeter. Patent of Ukraine for useful model. G01T1/167. № 62252; declared 18.12.2010; published 25.08.2011. № 16.
11. Yemets, V. M., Pelikhaty, N.M., Getmanets, O.M. (2013). The system of automatic monitoring of the area. Patent of Ukraine for useful model. G01W 1/00,G08C 17/02. No 84133; declared 15.04.2013; published 10.10.2013. № 19.
12. Getmanec, O. M., Pelihatyj, N. M. (2016). Razrobotka algoritma postroeniya polya radiacionnogo fona.[Development the algorithm for construction the field of radiation background] .*Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University Series «Ecology».* 14. 41 – 45. [In Russian].

Надійшла до редколегії 15.08.2017

УДК 656. 225

Ю. В. БУЦ^{1,2}, канд. геогр. наук, доц., **О. В. КРАЙНЮК**³, канд. техн. наук, доц.,
В. В. БАРБАШИН⁴ канд. техн. наук, доц.

¹Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця.
проспект Науки, 9А, Харків, 61000

²Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна
e-mail: butsyura@ukr.net

³Харківський національний автомобільно-дорожній університет.
вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, 61000
e-mail: alenauvarova@ukr.net

⁴Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова.
вул. Маршала Бажанова, 13, Харків, 61000
e-mail: barbachyn@rambler.ru

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИЙ АНАЛІЗ НАДЗВИЧАЙНИХ ПОДІЙ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

Мета. Аналіз сучасного стану безпеки руху на залізничному транспорті під час перевезення небезпечних вантажів, статистичний аналіз надзвичайних подій і рівня безпеки. **Результати.** Надано оцінку причинам виникнення подій з небезпечними вантажами. Складено карту України за кількістю подій та в залежності від видів інцидентів на Укрзалізниці. **Висновки.** Значна частка транспортних подій відбувається через комерційні несправності, катастрофічний знос основних фондів, але причинами виникнення надзвичайних подій на залізничному транспорті є також порушення вимог безпеки, які тягнуть за собою значну матеріальну шкоду.

Ключові слова: перевезення небезпечних вантажів, залізничний транспорт, надзвичайні події

Buts Yu. V.^{1,2}, **Krainyuk O. V.**³, **Barbashin V. V.**⁴

¹Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

²V. N. Karazin Kharkiv National University

³Kharkiv National and Highway University

⁴O.M.Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

SPACE-TIME ANALYSIS OF EMERGENCY ACCIDENTS IN THE TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS BY RAILWAY TRANSPORT IN UKRAINE

Purpose. The analysis of safety systems for the transport of dangerous goods by rail is being carried out. **Methods.** The types of incidents that occurred on the railway were analyzed. The reasons of occurrence of events with dangerous cargoes are estimated. **Results.** The map of Ukraine is drawn up according to the number of events and depending on the types of incidents on the Ukrainian Railway. The article examines the accidents and incidents taking place while transporting dangerous goods by railway transport. The paper presents and considers research results indicating the way the respondents estimate the main factors related to risk in rail transport. The work suggests recommendation measures for reducing accidents in railway transport while shipping dangerous cargoes. The risk arising by dangerous goods transport represents a particular threat which needs strategies and tools to reduce risk rate of society, property and environment. The reasons of emergency situations are considered: technical failure of the car; extremely high wear and tear of fixed assets, organizational factors during cargo transportation, violation of safety rules of cargo operations, interference of unauthorized persons during transportation. **Conclusions.** A significant proportion of transport events are due to commercial malfunctions, catastrophic depreciation of fixed assets, but the causes of emergencies in railway transport are also violations of safety requirements, which entail significant pecuniary damage. Therefore, the issue of improving the technology of transporting dangerous goods at various stages of the transportation process is extremely important today.

Key words: transportation of dangerous goods, railway transport, accidents, incidents, safety

Буц Ю. В.^{1,2}, Крайнюк Е. В.³, Барбашин В. В.⁴

¹Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця

²Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

³Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет.

⁴Харьковский национальный университет городского хозяйства имени О.Н. Бекетова.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ В УКРАИНЕ

Цель. Анализ современного состояния безопасности движения на железнодорожном транспорте при перевозке опасных грузов, статистический анализ происшествий и уровня безопасности. **Результаты.** Дана оценка причинам возникновения событий с опасными грузами. Составлена карта Украины по количеству событий и в зависимости от видов инцидентов на Украинской железной дороге. **Выводы.** Значительная часть транспортных происшествий происходит через коммерческие неисправности, катастрофический износ основных фондов, но причинами возникновения чрезвычайных происшествий на железнодорожном транспорте является также нарушение требований безопасности, которые влекут за собой значительный материальный ущерб. Поэтому вопрос совершенствования технологии транспортировки опасных грузов на разных этапах транспортного процесса чрезвычайно важен сегодня.

Ключевые слова: перевозки опасных грузов, железнодорожный транспорт, чрезвычайные происшествия

Вступ

До основних факторів ризику на залізничному транспорті відносяться перевезення великої кількості небезпечних вантажів до 3926 найменувань [1], які є потенційним джерелом виникнення надзвичайних ситуацій з великою кількістю потерпілих, значними матеріальними збитками, настанням несприятливих екологічних і санітарно-гігієнічних наслідків. До небезпечних вантажів на транспорті відносять вантажі, які відповідають критеріям «Правил перевезення небезпечних вантажів», ДСТУ 4500-3:2008 «Вантажі небезпечні. Класифікація», ДСТУ 4500-5:2005 «Вантажі небезпечні. Маркування». Транспортна стратегія України на період до 2020 року [2] визначає одним із своїх основних напрямків – удосконалення та розвитку державної системи забезпечення безпеки проведення операцій,

пов'язаних з перевезенням небезпечних вантажів, розроблення відповідних нормативно-правових актів, створення реєстру небезпечних вантажів.

Розробку технології перевезень небезпечних вантажів досліджували вітчизняні науковці: Музикіна С.І. [3], Дубовіч І.А. [4], Родкевич О.Г. [5], зарубіжні вчені [6-8] та ін. Питання забезпечення ефективного функціонування транспортних систем розглядаються у багатьох наукових працях, але проблема контролю за безпечною доставкою вантажів на залізничному транспорті повністю не вирішена.

Мета – проаналізувати сучасний стан безпеки руху на залізничному транспорті під час перевезення небезпечних вантажів, а також провести статистичний аналіз надзвичайних подій і рівня безпеки.

Результати дослідження

Кількість небезпечних подій при перевезенні безпосередньо залежить від обсягу перевезення вантажів залізницею, який у зв'язку з економічною і політичною ситуацією у 2013-2014 роках різко зменшився, проте у 2015 спостерігається його суттєве зростання (рис. 1). Серед вантажів, що перевозяться, велику частку складають і потенційно небезпечні (рис. 2). Оскільки від загального обсягу перевезень вантажів залізничним транспортом близько 15% становлять небезпечні вантажі (вибухонебезпечні, пожежонебезпечні, хімічні та інші речовини), то потенційна небезпека від перевезень таких вантажів дуже висока [3].

Матеріальні збитки від транспортних подій за 2016 рік становлять 24 млн. 649 тис. грн., з яких лише 559 тис. грн. або 2,3% відшкодовано. Із загальної кількості транспортних подій 408 випадків або 74,2% пов'язані з впливом «людського» чинника [9].

Незважаючи на численні заходи щодо підвищення безпеки перевезень, проведений аналіз інцидентів з небезпечними вантажами виявив значні коливання показників кількості надзвичайних подій з небезпечними вантажами на різних залізницях.

Аналізуючи надзвичайні події на Укрзалізниці за 2016 рік та 8 місяців 2017 року, слід відмітити, що у 2016 році найбільш

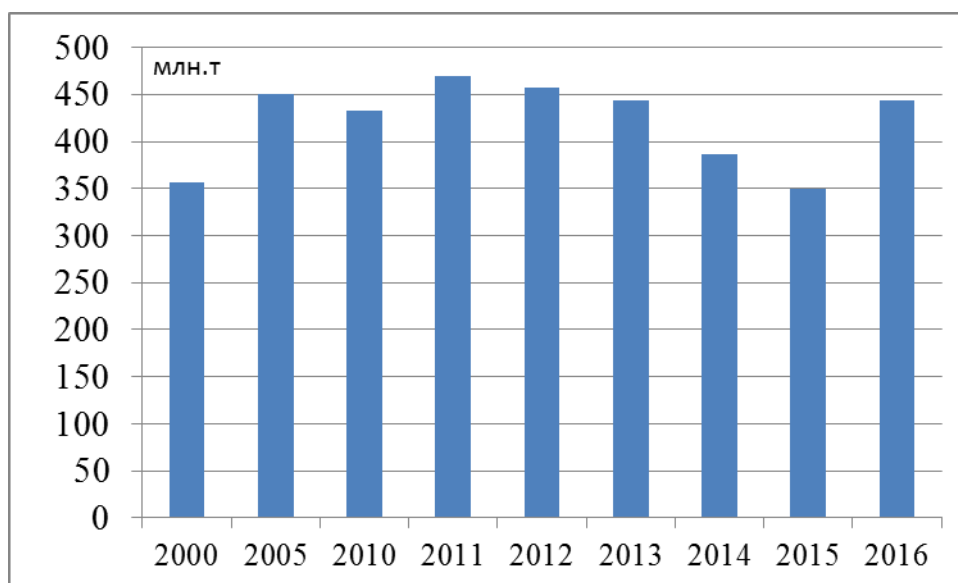


Рис. 1 – Перевезення вантажів залізницею, млн.т. (за даними [10, 11])

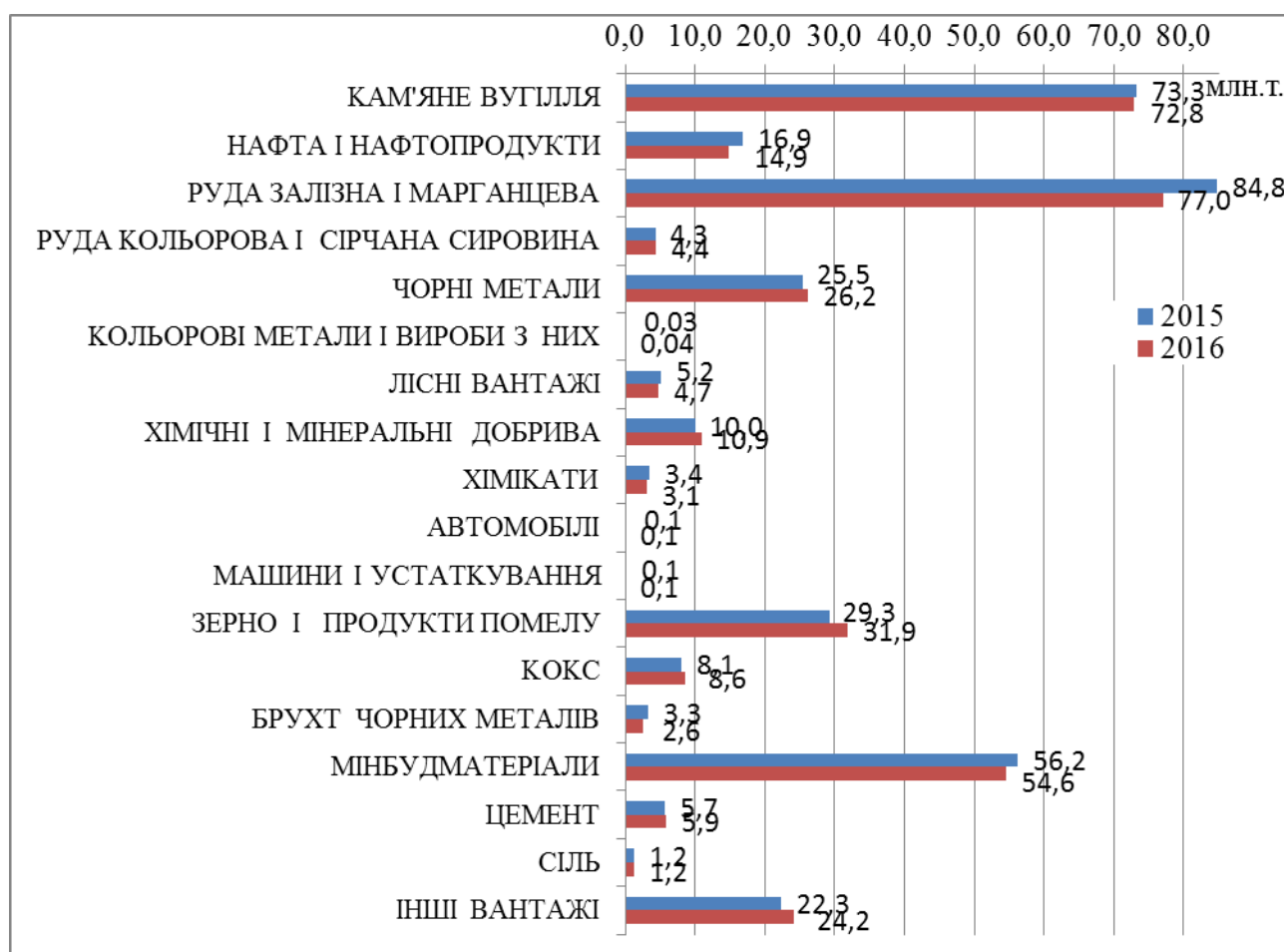


Рис. 2 – Обсяги перевезень вантажів Укрзалізницею у 2015-2016 роках, млн.т. (складено за даними [11])

ша їх кількість сталася в регіональній філії «Донецька залізниця» (39%), на Придніпровській залізниці відбулося 22%, на Одеській – 17%, на Південно-Західній та Львівській – по 11% (рис. 3, 4). На Південній залізниці не зафіксовано жодного інциденту при перевезенні небезпечних вантажів.

У 2017 році спостерігається інше становище. Однакова кількість подій сталася на Одеській та Придніпровській залізниці (по 32%), на Південно-Західній залізниці – 21%, зменшилася кількість надзвичайних подій на Львівській залізниці – до 5%, але зафіксовано небезпечні інциденти на Південній залізниці – 10%. Як не дивно, але жодного випадку не зафіксовано на Донецькій залізниці (рис. 3, 5).

Особливу увагу аналізу небезпечних подій слід приділити на Придніпровській та Одеській залізниці, де як у 2016, так і у

2017 році відмічена чимала кількість подібних випадків.

За характером подій у 2016 році інциденти розподілилися наступним чином: найбільша кількість подій пов'язана зі сходженням вагонів або тепловозу з колії – 72%, витікання вантажу (бензину або дизельного пального) склало 11%, відчеплення вагонів, пожежа – по 6%, витікання сірчаної кислоти – 5%.

У 2017 році значно збільшилась кількість випадків витікання бензину та дизельного палива, що перевозилися у цистернах до 37%, сходження вагонів склало 32%, удвічі більше зафіксовано випадків витікання сірчаної кислоти (11%), серед інших подій: витікання бензолу, витікання метанолу, інциденти на переїздах склали по 5% (рис. 6).

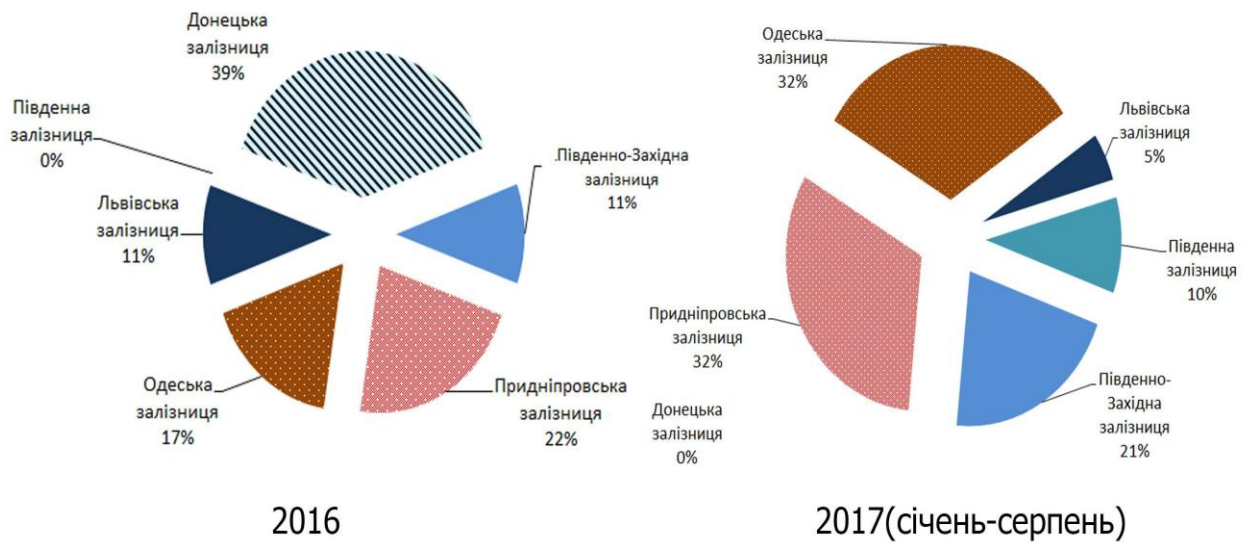


Рис. 3 – Інциденти з небезпечними вантажами за місцем події, %

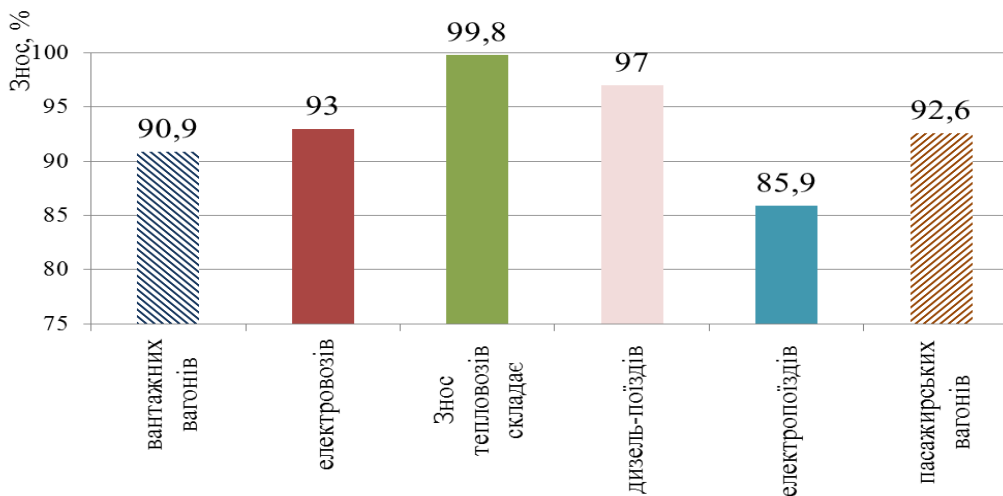
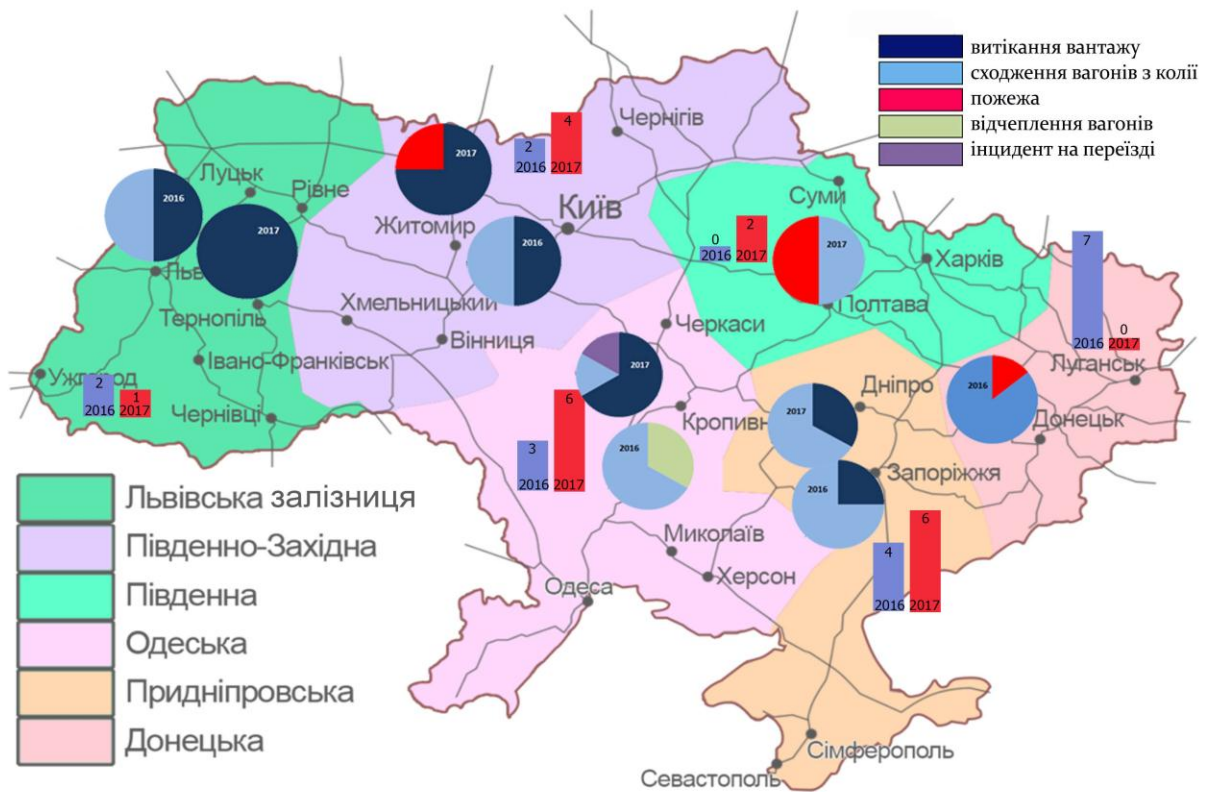


Рис. 4 – Знос наявного парку (складено за даними [13])



Стовбчатою діаграмою відмічена кількість подій при перевезенні небезпечних вантажів, круговою – події за видами інцидентів, %

Рис. 5 – Аналіз надзвичайних подій на Укрзалізниці протягом 2016 року та за 2017 (січень-серпень)

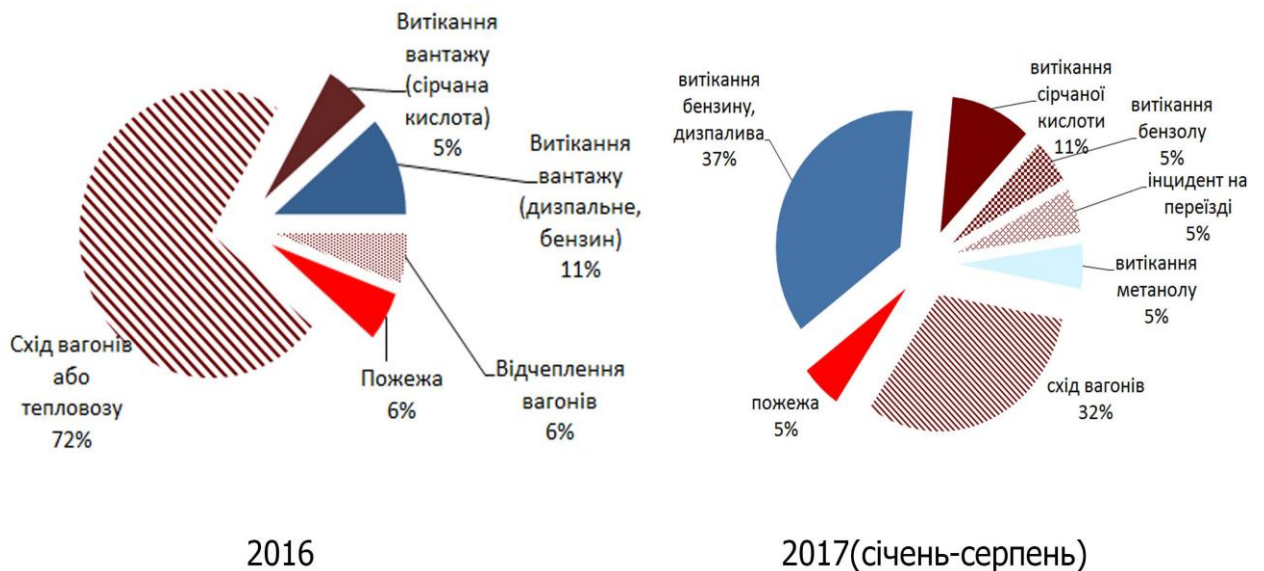


Рис. 6 – Надзвичайні події з участю небезпечних вантажів (за даними [12])

Причинами виникнення аварійних ситуацій є різні фактори: технічна несправність вагона; надзвичайно високий знос основних фондів, організаційні чинники під час перевезення вантажів, порушення пра-

вил безпеки вантажних робіт, втручання сторонніх осіб під час перевезення тощо.

Вважаємо, що однією з найголовніших причин небезпечних подій є надзвичайно високий знос основних фондів (рис. 4).

Висновки

На основі аналізу причин транспортних подій під час перевезення небезпечних вантажів можна зробити висновок, що значна частка транспортних подій відбувається через комерційні несправності, катастрофічний знос основних фондів, але причинами виникнення надзвичайних подій на залізничному транспорті є також порушення вимог безпеки, які тягнуть за собою значну матеріальну шкоду. Тому питання вдосконален-

ня саме технології перевезення небезпечних вантажів у різних ланках процесу транспортування на сьогодні є надзвичайно важливим. Якісне підвищення безпеки перевезень небезпечних вантажів, що обумовлено сучасними вимогами, можливо лише при вдосконаленні елементів перевізного процесу: організаційно-технічного, технологічного, інформаційного, кадрового та т.і.

Література

1. Правила перевезення небезпечних вантажів. Наказ Мін-ва транспорту та зв'язку України від 25.11.2008 № 1430 (остання ред. 01.09.2017). URL: <http://zakon2.rada.gov.ua>
2. Транспортна стратегія України на період до 2020 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 № 2174-р. URL.: <http://zakon2.rada.gov.ua>.
3. Музикіна С. І. Аналіз безпеки руху під час перевезення небезпечних вантажів на залізничному транспорті. *Вісник АМСУ. Серія: "Технічні науки"*, № 1 (51), 2014.– С.135-139.
4. Дубовіч І. А., Руда М. В. Сучасні еколого-економічні проблеми транспортування небезпечних вантажів Львівською залізницею. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. Вип. 22.9. С. 66–71.
5. Родкевич О. Г. Закономірності та використання факторів ефективності системи перевезення небезпечних вантажів: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / *Держ. екон.-технол. ун-т трансп.* - К., 2013. 25 с.
6. Borghettia F., Malavasib G. Road accessibility model to the rail network in emergency conditions . *Journal of Rail Transport Planning & Management*. Vol., Issue 3, December 2016, P. 237-254.
7. Šolc M. Hovanec M. The Importance of Dangerous Goods . *"Naše more"* 62(3)/2015., P. 181-186.
8. Conca A. , Ridella C. , Saporì E.A Risk Assessment for Road Transportation of Dangerous Goods: A Routing Solution *Transportation Research Procedia*. Volume 14, 2016, P. 2890-2899.
9. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2016 році . *ДСНС України*. К., 2017.– 228 с.
10. Статистичний щорічник. *Державна служба статистики України*, 2015.– 575 с.
11. Статистичні дані про Українські залізниці. Міністерство інфраструктури України. URL: <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-pro-ukrainski-zaliznici.html>
12. Дорожньо-транспортні пригоди, аварії та інциденти на залізничному транспорті. Державна служба України з безпеки на транспорті.– Офіційна сторінка. URL: <http://dsbt.gov.ua>
13. Міністерство інфраструктури України: Офіційний сайт. Пояснювальна записка до консолідованого проекту фінансового плану ПАТ «Українська залізниця» на 2017 рік. URL: <https://mtu.gov.ua/>

References

1. Pravyla perevezennya nebezpechnykh vantazhiv. (2008). Nakaz Min-va transportu ta zv'yazku Ukrayiny vid 25.11.2008 № 1430. [Rules for the transport of dangerous goods. Order of the Ministry of Transport and Communications of Ukraine from 25.11.2008 № 1430]. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua> [In Ukrainian].
2. Transportna stratehiya Ukrayiny na period do 2020 roku, rozporyadzhennya Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 20.10.2010 № 2174-p [Transport strategy of Ukraine for the period till 2020, the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine 20.10.2010 № 2174-p] Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua>. [In Ukrainian].
3. Muzykina S. I. (2014) Analiz bezpeky rukhu pid chas perevezennya nebezpechnykh vantazhiv na zaliznychnomu transporti [Analysis of traffic safety in the transport of dangerous goods by rail]. *Bulletin AMSU. Series: «Engineering»*, 1 (51), 135-139. [In Ukrainian].
4. Dubovich I. A., Ruda M. V. (2012) Cuchasni ekoloho-ekonomichni problemy transportuvannya nebezpechnykh vantazhiv L'vivs'koyu zaliznytseyu [Modern ecological and economic problems of transportation of dangerous goods by Lviv railway]. *Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*, 22.9, 66–71. [In Ukrainian].

5. Rodkevych O. H. (2013) Zakonomirnosti ta vykorystannya faktoriv efektyvnosti systemy perevezennya nebezpechnykh vantazhiv [Laws and use of factors of efficiency of the system of transportation of dangerous goods]. State Economics and Technology University of Transport, Kiev, 25. [In Ukrainian].
6. Borghettia F. Road accessibility model to the rail network in emergency conditions / Borghettia F., Malavasib G. // Journal of Rail Transport Planning & Management Volume 6, Issue 3, December 2016, P. 237-254. [in English].
7. Šolc M. Hovanec M. The Importance of Dangerous Goods // “Naše more” 62(3)/2015., P. 181-186.
8. A Risk Assessment for Road Transportation of Dangerous Goods: A Routing Solution Transportation Research Procedia /Conca A. , Ridella C. , Saponi E.// Volume 14, 2016, P. 2890-2899. [in English].
9. Natsional'na dopovid' pro stan tekhnohennoyi ta pryrodnoyi bezpeky v Ukrayini u 2016 rotsi [National report on the state of technogenic and natural safety in Ukraine in 2016]. State Emergency Situations Service of Ukraine. Kiev, 228. [In Ukrainian].
10. Statystychnyy shchorichnyk 2015 [Statistical Yearbook]. State Statistics Service of Ukraine, Kiev, 575. [In Ukrainian].
11. Statystychni dani pro Ukrayins'ki zaliznytsi [Statistics on Ukrainian railways]. Ministry of Infrastructure of Ukraine. Available at: <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-pro-ukrainski-zalznici.html> [In Ukrainian].
12. Dorozhn'o-transportni pryhody, avariyi ta intsydenty na zaliznychnomu transporti [Road accidents, accidents and incidents in railway transport]. State Service of Ukraine for Transport Safety. Available at: <http://dsbt.gov.ua> [In Ukrainian].
13. Ministerstvo infrastruktury Ukrayiny: Ofitsiyyny sayt. Poyasnyval'na zapyska do konsolidovanoho proektu finansovoho planu PAT «Ukrayins'ka zaliznytsya» 2017 [Ministry of Infrastructure of Ukraine: Official site. Explanatory note to the consolidated draft financial plan of PJSC «Ukrainian Railways» 2017]. Available at: <https://mtu.gov.ua>. [In Ukrainian].

Надійшла до редколегії 07.08.2017

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 11, міжрядковий інтервал 1,0, 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 (зліва, розмір 11), ініціали та прізвище автора, науковий ступінь та звання (розмір 11, по центру), повну назву установи та її адреса, e-mail (розмір 10, по центру).

Подати прізвище та ініціали, назву статті, назву установи, анотацію та ключові слова українською, англійською й російською мовами: розмір 10, міжрядковий інтервал 1,0. Ключові слова 5-7 без слів, що входять у назву.

Анотація має бути структурованою для експериментальних робіт: обов'язково вказати **Мета. Методи. Результати. Висновки.; Purpose. Methods. Results. Conclusions.; Цель. Методы. Результаты. Выводы.**

Література обов'язково оформляється за новими правилами, повинна містити також джерела, що опубліковані не більше 5 років тому: розмір 10, міжрядковий інтервал 1,0. Кількість посилань має бути не менше 15. В Літературу також необхідно включати посилання на статті, опубліковані в "Людина та довкілля. Проблеми неоекології" та/або «Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія Екологія». Список літератури потрібно оформляти за таким правилом: назви джерел надавати мовою оригіналу, якщо надано українською або російською, то також ще надати транслітерацію кирилиці в латиницю (використовувати: для української <http://translit.kh.ua/> для російської - <http://translit-online.ru/>) та переклад англійською. Оформляти згідно міжнародного стандарту APA.

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. 17**

Збірник наукових праць

Українською, російською та англійською мовами

Макетування та комп'ютерне верстання
Баскакова Л. В.

Підписано до друку 27.09.2017 Формат 60 x 84 ¹/₈ . Папір офсетний.
Друк ризографічний

Ум. друк. арк. 13,5. Обл.-вид. арк. 14,1
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