

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 18

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

Issue 18

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

Выпуск 18

Харків
2018

У віснику надаються результати теоретичних та прикладних досліджень у галузі екології, географії, екологічної безпеки, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування. Пріоритет надано розв'язанню актуальних екологічних проблем та найкращим практикам міжнародного досвіду їх вирішення, екологічного менеджменту, інноваційним дослідженням із застосуванням нових методів та методик, розробці інформаційних технологій в галузі екології та збалансованого природокористування. Викладаються питання організації та методологічних досліджень національної вищої екологічної та природоохоронної освіти.

Для науковців і фахівців-екологів, а також викладачів, аспірантів, магістрів і студентів вищих навчальних закладів України та інших країн без будь-яких обмежень

Вісник є фаховим виданням у галузі географічних наук.

Наказ МОН України № 1328 від 21.12.2015

The visnyk provides the results of theoretical and applied research in the field of ecology, geography, environmental safety, environmental protection and sustainable use of nature. Priority has been given to solving relevant environmental problems and best practices of international experience in solving them, environmental management, innovative research with the introduction of new methods and techniques, the development of information technologies in the field of ecology and sustainable use of nature. The questions of organization and methodological researches of the national higher ecological and environmental education are presented.

For scientists and specialists in the field of ecology, environment protection and rational use of nature.

Visnyk is a professional edition in the field of geographical sciences.

MES Ukraine Order № 1328 of 21/12/2015

В вестнике предоставляются результаты теоретических и прикладных исследований в области экологии, географии, экологической безопасности, охраны окружающей среды и сбалансированного природопользования. Приоритет отдан решению актуальных экологических проблем и лучшим практикам международного опыта их решения, экологического менеджмента, инновационным исследованиям с применением новых методов и методик, разработке информационных технологий в области экологии и сбалансированного природопользования. Излагаются вопросы организации и методологических исследований национальной высшей экологической и природоохранной образования.

Для ученых и специалистов в области экологии, охраны окружающей среды и рационального природопользования.

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 7 від 25.06.2018р.)

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

Редакційна колегія:

Жолткевич Г. М., д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Костріков С. В., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Некос А. Н., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
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;
Балюс 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;
Кіосополос Дж., д-р філософії, проф., Афіньський 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 – ВОРУ, 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

Web-pages: <http://periodicals.karazin.ua/ecology> (OJS) <http://visnecology.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, 2018
© Дончик І. М., макет обкладинки, 2018

ЗМІСТ

НОВІ НАПРЯМИ, ІННОВАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Берлінський М. А., Попов Ю. І. Формування придонної гіпоксії і сірководню на шельфі Чорного моря (рос.).....	6
Тітенко Г.В., Медведєв В. В. Роль ґрунтового покриву в оптимізації соціальної політики України.....	14
Сєдов А. О. Можливості використання БПЛА середнього цінового сегменту для картографування сільськогосподарських ресурсів.....	22

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

Ковальова Н. В., Медінець В. І., Медінець С. В., Конарева О. П., . Солтис І. Є., Газетов Є. І. Трофічний статус дельтових озер Дністра у 2006-2017 рр.....	30
Дерезюк Н. В., Медінець В. І., Газетов Є. І., Люмкіс П. В. Дослідження фітопланктону Одеської затоки в 2016-2017 рр.....	42
Чебанова Ю. В. Кліматичні зміни, як передумови небезпеки ерозії ґрунтів Запорізької області.....	61
Яцентюк Ю. В. Міські парадинамічні антропогенні ландшафтні системи.....	69

ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Широкоступ С. М. Організація управління потоками твердих побутових відходів у сучасних реаліях територіального об'єднання місцевих громад.....	80
---	----

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Михайленко В. І., Сафранов Т. А., Шаніна Т. П. Аналіз ситуації зі стійкими органічними забруднювальними речовинами в Україні (на прикладі Одеси).....	90
Чугай А. В., Пилип'юк В. В., Боровська Г. О. Аналіз техногенного навантаження на природне середовище Запорізької області.....	97
Полив'ячук А. П., Каслін О. І., Скурідіна О. О. Підвищення швидкодії та економічної ефективності використання систем екологічного діагностування дизелів-мікротунелів (англ.).....	106

ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Любчик О. С. Вплив розміру ставки рентної плати за використання підземних вод на екологічний статус водних об'єктів у країнах ЄС	115
Правила для авторів.....	123

CONTENTS

NEW DIRECTIONS, INNOVATIVE RESEARCHES

Berlinsky N. A., Popov Yu. I. The Near Bottom Hypoxia and Hydrogen Sulphide Formation on the Black Sea Shelf	6
Titenko G. V., Medvedev V. V. The Role of Soil Cover in Optimizing the Social Policy of Ukraine.....	14
Siedov A. O. Possibilities of Use of The UAVs of the Average Price Segment for Mapping of Agricultural Resources.....	22

ECOLOGICAL RESEARCHES OF GEOSYSTEM

Kovalova N. V., Medinets V. I., Medinets S. V., Konareva O. P., Soltys I. E., Gazyetov Ye. I. Trophic Status of the Dniester Delta Lakes in 2006-2017	30
Derezyuk N. V., Medinets V. I., Gazyetov Ye. I., Liumkis P. V. Odessa Bay Phytoplankton Investigations in 2016-2017.....	42
Chebanova Y. V. Climatic Changes in a Precondition of Soil Erosion Danger of Zaporizhia Region	61
Yatsentyuk Yu. V. The Urban Paradyamic Anthropogenic Landscape Systems.....	69

ECOLOGICAL MANAGEMENT

Shyrokostup S. M. Solid Domestic Wastes Management in the Realities of the Territorial Community.....	80
---	----

ENVIRONMENTAL ECOLOGICAL SAFETY

Mykhailenko V. I., Safranov T. A., Shanina T. P. An Analysis of the Situation of Persistent Organic Pollutants in Ukraine (by the Example of Odessa).....	90
Chugai A. V., Pilipyuk V. V., Borovska H. O. Analysis of Technogenic Loading on the Natural Environment of the Zaporozhye Region.....	97
Polivyanchuk A. P., Kaslin O. I., Skuridina O. O. Increase of High-Speed Qualities And Economic Efficiency of Use Systems of Ecological Diagnostics Diesel Engines – Microtunnels.....	106

BALANCED NATURE USE

Liubchyk O. S. The Influence of Tax Rates for the Groundwater Extraction to the Ecological Status of Water Bodies in the EU Countries.....	115
Instructions for Authors	123

СОДЕРЖАНИЕ

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ, ИННОВАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Берлинский Н. А., Попов Ю. И. Формирование придонной гипоксии и сероводорода на шельфе Черного моря.....	6
Титенко А. В., Медведев В. В. Роль почвенного покрова в оптимизации социальной политики Украины.....	14
Седов А. А. Возможности использования БПЛА среднего ценового сегмента для картографирования сельскохозяйственных ресурсов.....	22

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОСИСТЕМ

Ковалева Н. В., Мединец В. И., Мединец С. В., Конарева О. П., Солтыс И. Е., Газетов Е. И. Трофический статус дельтовых озер Днестра в 2006-2017 гг.....	30
Дерезюк Н. В., Мединец В. И., Газетов Е. И., Люмкис П. В. Исследование фитопланктона Одесского залива в 2016-2017 гг.....	42
Чебанова Ю. В. Климатические изменения, как предпосылки опасности эрозии почв Запорожской области.....	61
Яцентюк Ю. В. Городские парадинамические антропогенные ландшафтные системы.....	69

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Широкоступ С. Н. Организация управление потоком твердых бытовых отходов в современных реалиях территориальных объединенных общин.....	80
---	----

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Михайленко В. И., Сафранов Т. А., Шанина Т. П. Анализ ситуации со стойкими органическими загрязняющими веществами в Украине (на примере Одессы).....	90
Чугай А. В., Пилипюк В. В., Боровская Г. А. Анализ техногенной нагрузки на природную среду Запорожской области.....	97
Поливянчук А. П., Каслин А. И., Скуридина Е. А. Повышение быстродействия и экономической эффективности использования систем экологического диагностирования дизелей – микротуннелей.....	106

СБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Любчик О. С. Влияние размера рентной платы за использование подземных вод на экологический статус водных объектов в странах ЕС.....	115
Правила для авторов	123

НОВІ НАПРЯМИ, ІННОВАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 574.632 (262.5)

Н. А. БЕРЛИНСКИЙ¹, д-р геогр. наук, проф., Ю. И. ПОПОВ², канд. геогр. наук

¹Одесский государственный экологический университет,

ул. Львовская, 15, Одесса, 65016, Украина

nberlinsky@ukr.net

²Филиал ГП «Одесский район Госгидрографии»,

Маячный пер. 5, Одесса 65016, Украина

ФОРМИРОВАНИЕ ПРИДОННОЙ ГИПОКСИИ И СЕРОВОДОРОДА НА ШЕЛЬФЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Цель. Оценка современного состояния экосистемы северо-западного шельфа Черного моря. **Методы.** Выполнена выборка среднесуточных измерений температуры и солёности поверхностного слоя морской воды, уровня моря и ветрового режима за 2007, 2012 и 2017гг. Произведен анализ данных съемки прямых наблюдений в центральной части северо-западного шельфа Черного моря и спутниковых снимков NASA. **Результаты.** За последние 50 лет в речных водах Дуная, Днепра и Днестра резко увеличилось количество биогенных веществ, тяжелых металлов и нефтепродуктов, что способствовало их накоплению в морской экосистеме. За счет избытка поступления биогенных веществ, в море, в весенне-летний период развивалось антропогенное эвтрофирование, а в летнее – осенний период, в придонном слое формировался дефицит кислорода – гипоксия. В последние годы сокращение стока биогенных веществ с площади водосбора рек обеспечило увеличение прозрачности вод в результате уменьшения взвешенных веществ органического и минерального происхождения в воде. Однако, отсутствие мониторинга морской среды не давало возможность дать полную оценку современного состояния водной экосистемы. В сентябре 2017г. произведена съемка северной части шельфа Черного моря. Результатами исследований было установлено развитие гипоксии в придонном слое. Значения растворенного кислорода на относительном глубоководье шельфа (глубины более 20 м) были ниже 2,0 мл/л. Этот процесс обусловлен высоким уровнем эвтрофирования в весенне – летний период 2017г., что подтверждается данными спутниковых наблюдений NASA и результатами наблюдений за апвеллингом водных масс в прибрежной части моря в теплый период 2007, 2012 и 2017гг. **Выводы.** По данным прямых наблюдений установлено продолжающееся антропогенное эвтрофирование, формирование дефицита кислорода и сероводорода в придонном слое моря на украинской части шельфа Черного моря. Пространственные масштабы деструктивных участков соизмеримы с размерами площадей придонной гипоксии 70-х годов прошлого столетия.

Ключевые слова: антропогенное эвтрофирование, придонная гипоксия, сероводород, апвеллинг, шельф Черного моря

Berlinsky N. A.¹, Popov Yu. I.²

¹Odessa State Ecological University, Odessa

²The Branch of state enterprise “Odessa region Statehydrography”

THE NEAR BOTTOM HYPOXIA AND HYDROGEN SULPHIDE FORMATION ON THE BLACK SEA SHELF

Purpose. Estimation of the Northwestern part of the Black Sea Shelf in modern period. **Methods.** The sample of average daily measurements of the temperature, salinity on the surface, level, wind velocity and direction during 2007, 2012 and 2017 had been done. The analyses of the cruise investigation parameters and NASA satellite photos had been done in this region as well. **Results.** Increasing of nutrient, heavy metals, oil concentration in the Danube, Dnieper and Dniester of water runoff was fixed during the last 50 years. It was the reason of its permanent accumulation in marine ecosystem. Also it was the reason of anthropogenic eutrophication development in the sea water in spring and at the beginning of summer time. Later, at the end of summer and in autumn the dissolved oxygen is decreasing in the bottom layers because of destruction of organic matter. In the last years, decreasing of nutrient from the rivers input was marked. It provided the increasing the transparency in the sea column and made the water condition more positive. But for assessment of the whole ecosystem state the complexes monitoring is absolutely necessary. In September of 2017 the special investigation cruise was done. The result shown the deficit of the dissolved oxygen – hypoxia in the near bottom layer is spreading in the center of the shelf ecosystem (the depths are more than 20 m). The oxygen concentrations were less than 2,0 ml/l. The reason of this negative phenomena was provided by NASA satellite photos of eutrophication process in summer

and marking of upwelling at the shallow waters during the warm period in 2007, 2012 and 2017. **Conclusions.** Anthropogenic eutrophication development in the sea water was fixed as well as the near bottom hypoxia and hydrogen sulphide formation in the Ukrainian part of the Northwestern shelf of the Black sea in the modern period. Spatial scale of this phenomena is comparable with the scales from 70's of last century.

Key words: anthropogenic eutrophication, near bottom hypoxia, hydrogen sulphide, upwelling, the Black Sea shelf

Берлінський М. А.¹, Попов Ю. І.²

¹Одеський державний екологічний університет, м. Одеса

²Філіал ДП «Одеський район Держгидрографії»

ФОРМУВАННЯ ПРИДОННОЇ ГІПОКСІЇ І СІРКОВОДНЮ НА ШЕЛЬФІ ЧОРНОГО МОРЯ

Мета. Оцінка сучасного стану екосистеми північно-західного шельфу Чорного моря. **Методи.** Виконана вибірка середньодобових вимірювань температури і солоності поверхневого шару морської води, рівня моря і вітрового режиму за 2007, 2012 і 2017гг. Зроблено аналіз даних зйомки прямих спостережень в центральній частині північно-західного шельфу Чорного моря і супутникових знімків NASA. **Результати.** За останні 50 років в річкових водах Дунаю, Дніпра і Дністра різко збільшилася кількість біогенних речовин, важких металів і нафтопродуктів, що сприяло їх накопичення в морській екосистемі. За рахунок надлишку надходження біогенних речовин, в море, в весняно-літній період розвивалося антропогенна евтрофікація, а в літній – осінній період, в придонному шарі формувався дефіцит кисню – гіпоксія. В останні роки скорочення стоку біогенних речовин з площі водозбору річок забезпечило збільшення прозорості вод в результаті зменшення зважених речовин органічного і мінерального походження в воді. Однак, відсутність моніторингу морського середовища не давало можливість дати повну оцінку сучасного стану водної екосистеми. У вересні 2017р. проведена зйомка північної частини шельфу Чорного моря. Результатами досліджень було встановлено розвиток гіпоксії в придонному шарі. Значення розчиненого кисню на відносно глибоких частинах шельфу (глибини більше 20 м) були нижче 2,0 мл/л. Цей процес обумовлений високим рівнем евтрофікації у весняно – літній період 2017р., що підтверджується даними супутникових спостережень NASA і результатами спостережень за апвелінгу водних мас в прибережній частині моря в теплий період 2007, 2012 і 2017гг. **Висновки.** За даними прямих спостережень встановлена триваюча антропогенна евтрофування, формування дефіциту кисню і сірководню в придонному шарі моря на українській частині шельфу Чорного моря. Просторові масштаби деструктивних ділянок порівнянні з розмірами площ гіпоксії 70-х років минулого століття.

Ключові слова: антропогенна евтрофування, придонна гіпоксія, сірководень, апвелінг, шельф Чорного моря

Введение

Во второй половине XX века, основным негативным антропогенным фактором влияния на черноморскую экосистему шельфа, было евтрофирование морских вод из-за избыточного поступления биогенных веществ с речным стоком. В результате, на обширных участках моря отмечался дефицит кислорода, обусловленный минерализацией органического вещества в придонном слое.

Причины формирования дефицита кислорода в морях бывают природные и антропогенные. Одной из особенностей Черного моря является отсутствие растворенного в воде кислорода ниже 200 метровой глубины. Отсутствие растворенного в воде кислорода ниже 200 метровой глубины относится к природной составляющей кислородного баланса и обусловлено поступлением более плотной, по сравнению с черноморской, водной массой, опускающейся в глубинные слои. Из-за отсутствия шельфа в

Прибосфорском районе, происходит каскадинг, т.е. вертикальное перемещение водой массы вдоль континентального склона. Ограниченный вертикальный обмен способствует устойчивой вертикальной стратификации слоев.

Иная причина, формирования дефицита кислорода, появление и распространение сероводорода, сугубо антропогенная и приурочена к шельфовой экосистеме. Важно отметить, что практически весь черноморский шельф расположен в украинских водах, что содержит большие преимущества для Украины и, одновременно, ответственность за качественное состояние морской среды. Однако, факторы, ответственные за качество морской среды, зачастую имеют трансграничный характер. К такого рода факторам относится сток крупных рек Дуная, Днепра и Днестра, площадь водосбора которых выходит за пределы Украины. Сток этих рек составляет около

70% от общего стока, поступающего в Черное море и не всегда состав стока удовлетворительного качества. За последние 50 лет в речных водах резко увеличилось количество биогенных веществ, тяжелых металлов и нефтепродуктов, что способствовало их накоплению в морской экосистеме, как приемнике поллютантов. За счет избытка поступления биогенных веществ, в море, в теплый период года развивалось антропогенное эвтрофирование.

Несмотря на то, что в настоящее время, происходит восстановление шельфовой экосистемы, в частности, ценного филофорного поля Зернова, расположенного в центре шельфа, что обусловлено сокращением стока биогенных веществ с площади водосбора рек, увеличением прозрачности

вод в результате сокращения взвешенных веществ органического и минерального происхождения в воде и прекращения донного траления и, следовало бы ожидать повышения качества вод и донных осадков, вопрос остается открытым. Для решения вопроса необходимы данные прямых измерений *in situ*, на основании которых можно с определенной долей уверенности судить о современном состоянии шельфовой экосистемы.

В настоящей работе рассматриваются причинно-следственные факторы регулярного формирования сероводорода в прибрежной области шельфа Черного моря, на основании измерений по доступным данным.

Фактический материал и методы исследований

В качестве данных измерений в Одесском заливе использованы наблюдения, регулярно выполняемые гидрофизической лабораторией Одесского государственного экологического университета, а именно: среднесуточные измерения температуры поверхностного слоя морской воды и воздуха, солёности поверхностного слоя морской воды, уровня моря, скорости и направления ветра, наличие сероводорода отмечалось органолептически. Произведена выборка доступных данных по периодам наблюдений с мая по сентябрь включительно

но за 2007, 2012 и 2017 гг. в соответствие с периодом развития придонной гипоксии и формирования сероводорода в теплый период времени. Используются методы графической и статистической обработки для выделения частоты и длительности апвеллига (*upwelling*) под действием сгонного ветра. Произведена оценка пространственного масштаба придонной гипоксии по результатам съемки инструментальных наблюдений в сентябре 2017г. на базе экспедиционных исследований Государственной гидрографии Украины.

Результаты исследований и их обсуждение

Известно, что к главной проблеме прибрежных и шельфовых экосистем относится процесс формирования придонной гипоксии и массовой гибели донных организмов. Это обусловлено крупномасштабным эвтрофированием вод Черного моря начиная с 70-х годов XX века. В ряде публикаций детально описан процесс развития эвтрофирования и установлена зависимость придонной гипоксии от степени трофности вод и гидрометеорологических условий [1-6].

В весенний период, в начале половодья, активизируется процесс фотосинтеза и начинает бурно развиваться первичная продукция фитопланктона. Колебания температуры поверхностного слоя на взморье носят четко выраженный сезонный характер – от 2°C в январе до 22°C в августе. При этом минимальные значения зимой могут быть отрицательными – 0,4 °C, а максимальные в

июле превышают 27°C. Суточный ход температуры на взморье при умеренном ветре и штиле может достигать 6°C. Вертикальная структура поля температуры закономерно меняется в течение года. Перед весенним прогревом вся толща имеет ту же температуру, что и поверхность. К маю формируется прогретый слой и хорошо выраженный термоклин на глубине до 5 м с градиентом до 1°C м⁻¹. К августу в результате прогрева и ветрового перемешивания термоклин опускается до 15–20 м, а максимальные градиенты могут достигать 3–5°C·м⁻¹. На меньших глубинах прогретая водная масса захватывает всю толщу. К ноябрю термопотери с поверхности и зимняя вертикальная циркуляция выравнивают температуру от поверхности до дна. В это время она составляет около 10°C, а течение зимы к началу весеннего прогрева постепенно понижается до 2–4°C

во всей толще. В летний период в придонном слое взморья отмечена закономерность образования дефицита кислорода по мере заглубления сезонного термоклина. Процесс начинается на малых (8–15 м) глубинах в июне и заканчивается в июле, когда термоклин достигает дна и за счет вертикальной однородности улучшается аэрация придонного слоя. На глубинах свыше 15 м нижняя граница термоклина следует топографии морского дна. Придонный слой формируется изолированной водной массой, где в результате окисления и отсутствия источников поступления кислорода возникает придонная гипоксия. Редкие адвективные токи могут временно улучшить кислородный режим, но в целом развитие придонной гипоксии устойчиво и продолжается до середины осеннего периода. Общее восстановление происходит зимой, в результате осенне-зимней вертикальной конвекции [5, 7-9].

Отсутствие регулярных наблюдений в море – мониторинга, вынуждает обращаться к косвенным данным, которые могут быть показателями состояния морской среды, в частности, условий в придонном слое – наличие или отсутствие кислорода и сероводорода.

Рассмотрим влияние адвективных токов а придонном слое, как показателей современного состояния открытого моря в пределах украинского шельфа. К причине, вызывающей адвективные токи, относится деятельность ветра над поверхностью моря, обуславливающий квази-однонаправленное течение на поверхности моря и наклон уровня моря. При этом за счет гравитационной составляющей баланса сил, начинает происходить выравнивание уровня, а в придонном слое возникает компенсационное течение обратного направления. При условии сгонного ветра, со стороны берега по направлению в открытое море, формируется течение в море практически того же направления, уровень понижается и, за счет компенсационного течения в придонном слое придонная водная масса начинает перемещаться по направлению к берегу, сохраняя при этом все присущие ей свойства. К этим свойствам относятся, в первую очередь, температура, соленость и наличие или отсутствие растворенного кислорода либо сероводорода. При этом, непосредственно у береговой черты четко проявляется явление апвеллинга (*upwelling*), т.е. выход на поверхность водной

массы с иными значениями температуры и солености в отличии от фоновых, характерных для теплого периода года на черноморском шельфе. По значениям пониженной температуры и повышенной солености можно судить об интенсивности апвеллинга, или сгона, а также определить вертикальную скорость в море зная месторасположение изотерм и изгалин в придонном слое и органолептически отметить наличие сероводорода в воде.

Как отмечалось выше, в начале 90-х годов, в период экономического кризиса, было отмечено некоторое сокращение поступлений загрязняющих и биогенных веществ с речным стоком. Однако предположения о восстановлении морской шельфовой экосистемы не оправдались. Значительный пробел в мониторинговых исследованиях с 2000 г. по настоящее время не позволяет адекватно оценить современные условия, в частности на относительном глубоководье – на глубинах свыше 20 м, где развитие гипоксии наиболее устойчиво и продолжительно. Кроме того, условия гипоксии и значительные запасы биогенных веществ могут депонировать в донные отложения, которые при определенных условиях провоцируют развитие гипоксии. За почти 50 - летний период эвтрофирования на шельфе, такие запасы могут быть весьма значительными.

Несмотря на сокращение поступлений биогенных веществ в море, современные данные наблюдений свидетельствуют – «...о внезапном и самом интенсивном, как минимум за последние 5 лет цветении Чёрного моря, которое началось уже в мае и достигло невиданного размаха в июне 2017 г. (спутниковые снимки NASA весной 2017 года) [10]. На снимках отмечена исключительно высокая концентрация планктона у северного и западного побережий Чёрного моря, от дельты Дуная и до устья Днепра. Подтверждением и результатом цветения служит последующий дефицит растворенного кислорода в придонном слое на черноморском шельфе в сентябре 2017г., когда опустившиеся скопления органики на морское дно утилизировали растворенный кислород в придонном слое в процессе минерализации. Распределение растворенного кислорода в придонном слое представлено на (рис. 1), по данным, полученным прямыми измерениями в сентябре 2017г. при выполнении океанографической съемки.

Так, наименьшие концентрации, менее 2,0 – 2,5 мг л⁻¹, отмечаются на глубинах свыше 20м, а такие низкие значения соответствуют явно выраженной гипоксии. Обычно исследователи считают критерием начала гипоксии при значениях растворенного кислорода в воде – менее 3 мг л⁻¹. По сути, во временной динамике и пространственном отображении отражено классическое состояние морской шельфовой экоси-

стемы периода 70-х годов прошлого столетия, когда отмечались фрагментарные области поражения донных биценозов и гибели бентоса. Следовательно, морская экосистема далека от восстановления и актуальность исследований более чем основательная. Судя по изолиниям область распространения гипоксии очень велика и составляет около 200 км².

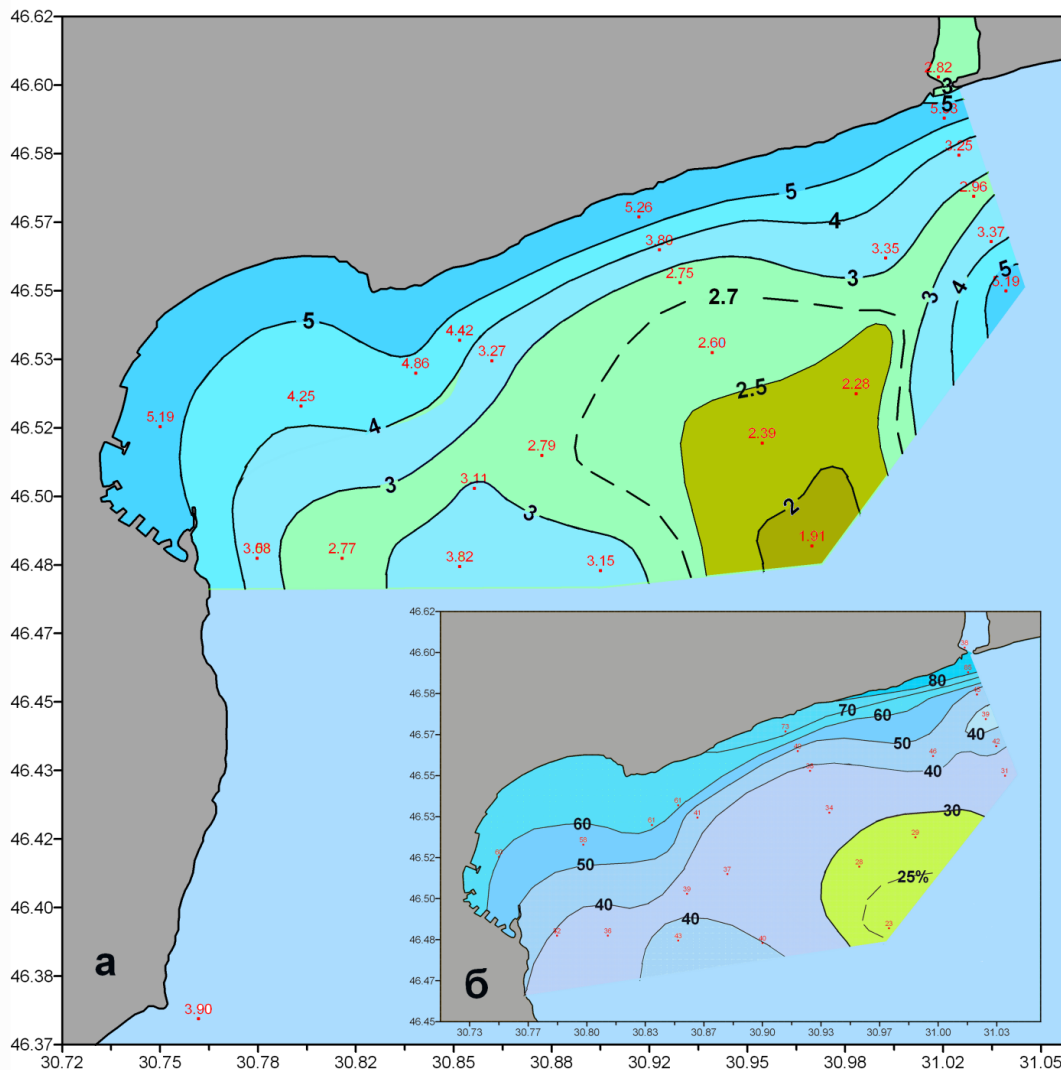
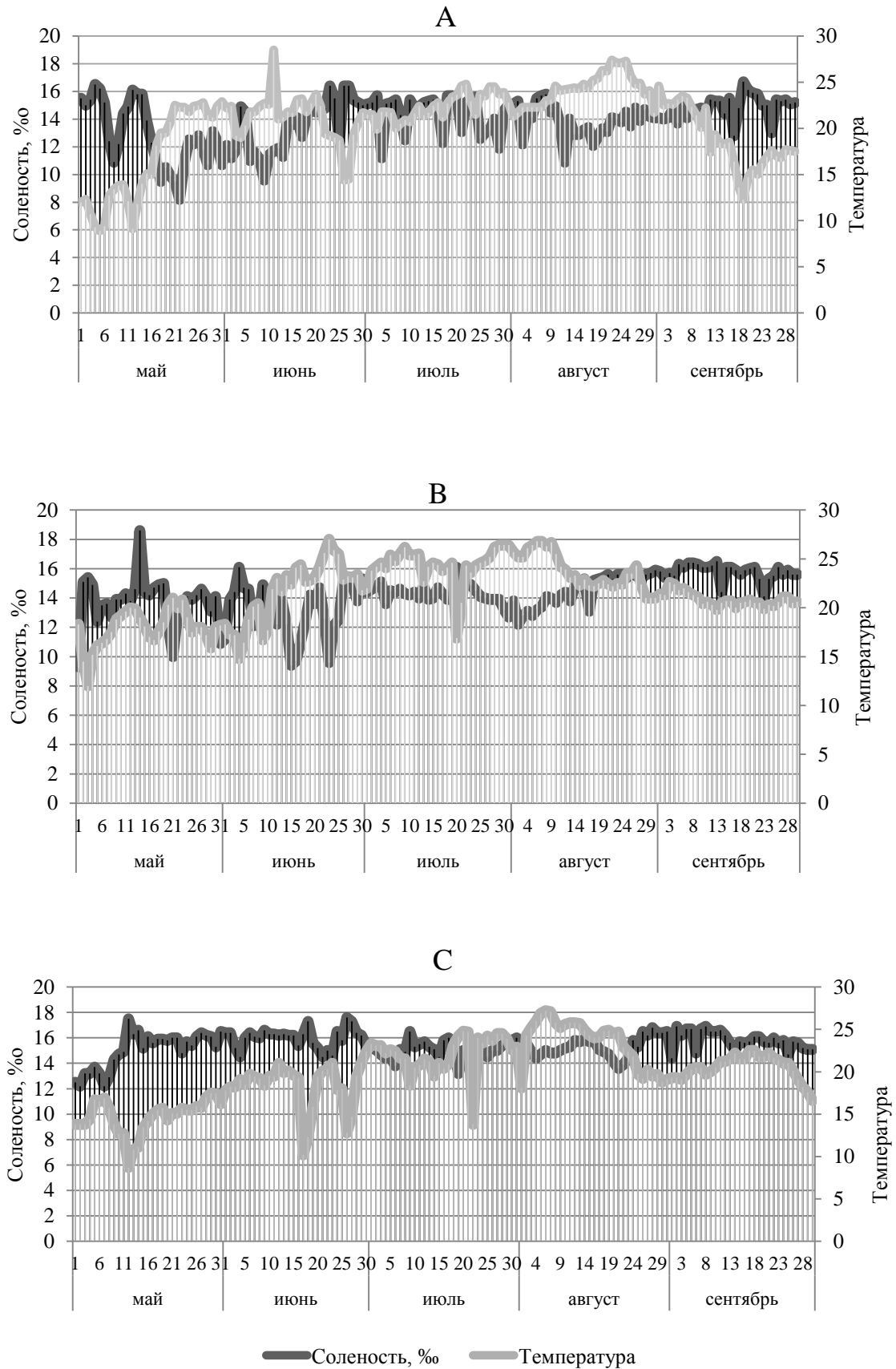


Рис. 1 – Распределение растворенного кислорода (а – [мг л⁻¹], б – % насыщения) в придонном слое на северо-западном шельфе Черного моря

В конце летнего – начале осеннего периода при сопутствующих условиях, на относительно глубоководье (глубины свыше 20 м) под сезонным термоклинном уже четко выражен дефицит кислорода. Однако, по данным наблюдений можно определить развитие процесса дефицита

кислорода, по мере развития (заглубления) термоклина в прибрежном слое начиная с конца мая месяца. Этому способствуют данные наблюдений за сгонным ветром и реакцией морской среды, что проявляется в резких колебаниях температуры и солёности на поверхности моря. Так, за сроки



(А – май - сентябрь, 2007; В – май - сентябрь, 2012; С – май - сентябрь, 2017)

Рис. 2 – Среднесуточные значения температуры и солености на поверхности моря

наблюдений в 2017г. явных пиков пониженной температуры и повышенной солености было 8 (рис. 2). Во время апвеллинга, на протяжении теплого времени года отмечалось наличие сероводорода в прибрежной зоне моря. Таким образом, установлен процесс развития деструкции органического вещества в придонном слое на протяжении всего летнего периода. Этот важный факт, свидетельствует о продолжающемся процессе эвтрофирования черноморских вод и, как следствие, сокращения растворенного кислорода в придонном слое и формирования здесь сероводорода в теплый период года.

Если в начале теплого периода года процессы деструкции на мелководье у дна достаточно непродолжительны, то на глубинах свыше 20м эти процессы устойчивы во времени и приводят к масштабной гибели бентоса по всей области развития процесса гипоксии. На прибрежном мелководье, в начале теплого периода времени, на глубинах от 10 до 15 м, происходит временное развитие термоклина, который лимитирует вертикальный водообмен и, соответственно, поступление кислорода в нижние слои. По мере развития термоклина, который нижней своей границей следует рельефу дна, прибрежное мелководье начинает вновь аэрироваться после смещения термоклина на большие глубины и установления на мелководье гомотермии. За этот короткий период, до 2-х недель, бентосное сообщество организмов, как правило выживает, а на относительном глубоководье, свыше 20 – 25 м, где гипоксия формируется на достаточно длительный период, до 3 – месяцев, с августа по ноябрь, гибель его неизбежна.

Отмеченные выше колебания температуры и солености в поверхностном слое воды у побережья обусловлены горизонтальной адвекцией или перемещением хо-

лодной, с повешенной соленостью водной массой придонного слоя и, как отмечено, с пониженным содержанием кислорода и наличием сероводорода. При этом происходит негативное влияние на донные биоценозы, но, как видно из рис. 2, продолжительность этого воздействия невелика, от 2 -3 суток до недели, после чего начинается интенсивный прогрев морской воды и выравнивание значений характеристик. Гораздо серьезней негативный эффект проявляется при сгонах в августе – сентябре, когда интенсивность инсоляции сокращается и вероятность прогрева нижних слоев и выравнивания значений характеристик уменьшается (рис. 2).

На рис. 2 также представлены аналогичные характеристики для теплого периода 2007 и 2012 гг. Так, в 2007 г. и в 2012гг. явных проявлений апвеллинга было – 4, при характерном для шельфовой экосистемы за длительный период наблюдений значении – 5. Следует отметить, что статистические характеристики рассмотренных лет довольно разнятся по средним значениям. Температура в 2007 и 2012 гг. была на 1 – 2 градуса выше, чем в 2017г., (20,7; 21,7 и; 19,8°С соответственно), соленость – ниже (13,9; 14,3 и 15,4 ‰ соответственно). Важно отметить, что гидрологические факторы относятся к необходимым, но недостаточным при формировании придонной гипоксии и сероводорода, доминирующим фактором остается процесс антропогенного эвтрофирования и деструкции органического вещества. Однако, в пространственно локальном масштабе, в прибрежной зоне, практически полностью рекреационной, структура и перестройка гидрофизических полей оказывает решающее значение на продолжительность и распространение негативного влияния дефицита и кислорода и сероводорода на бентосные организмы.

Выводы

По данным прямых наблюдений установлено продолжающееся антропогенное эвтрофирование, формирование дефицита кислорода и сероводорода в придонном слое моря на украинской части шельфа Черного моря на современном этапе. Выполненная оценка свидетельствует о негативном состоянии морской среды. С учетом

рекреационной ценности побережья, сохранения и восстановления биологических ресурсов шельфа необходимо возобновление регулярных комплексных наблюдений за состоянием морской экосистемы для получения оценки пространственно-временных масштабов негативного воздействия на морскую среду.

Литература

1. Зайцев Ю.П. Северо-западная часть Черного моря, как объект современных гидробиологических исследований // Биология моря. 1977. Вып. 43. С. 3–6.
2. Толмазин Д.М., Острогин А.С., Кудрянь Ф.П., Балашов А.И., Буланая З.Т. Анализ гидрологических и гидрохимических факторов формирования гипоксии в междуречье Дунай – Днестр // Биология моря. 1977. Вып. 43. С. 7–11.
3. Толмазин Д.М. Гидролого-гидрохимическая структура вод в районах гипоксии и заморозов в северо-западной части Черного моря // Биология моря. 1977. Вып. 43. С. 12–17.
4. Берлинский Н. А. Механизм формирования придонной гипоксии в шельфовых экосистемах // Водные ресурсы. 1989. №4. С. 112–121.
5. Берлинский Н.А. Динамика техногенного воздействия на природные комплексы устьевой области Дуная [монография] Одесса: Астропринт, 2012. 252 с.
6. Берлинский Н.А. Актуальные проблемы украинского участка Черного моря // Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки. 2016. Т. 21, вип. 2. С. 11–23.
7. Берлинский Н.А. Устьевые области как особый географический объект. // Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки. 2015. Т. 20, вип. 1. С. 41–55.
8. Berlinskyi N, Safranov T. Spatial and temporal variability of pollutants in the bottom sediments in the northwestern part of the Black Sea. // Environmental problems. 2016. V.1, N 1. С. 69–73.
9. Берлінський М.А. Екологічні аспекти гідрології північно-західній частині Чорного моря // Стан та якість природного середовища прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я. Чугуєв: Панов А.М. 2017. 300с.
10. URL: <http://www.neogeography.ru/rus/item/774-tsvetenie-chjornogo-morya-ili-kontsy-v-vodu.html>

References

1. Zaytsev Yu.P. (1977). Severo-zapadnaya chast Chernogo morya, kak obekt sovremennykh gidrobiologicheskikh issledovaniy. [North-western part of the Black Sea, as an object of modern hydrobiological research]. *Biology of the sea*, 77, 4, 3-6. [In Russian]
2. Tolmazin D.M., Ostrogin A.S., Kudryan A.P., Balashov A.I., Bulanaya Z.T. (1977). Analiz gidrologicheskikh i gidrokhimicheskikh faktorov formirovaniya gipoksii v mezhdureche Dunay – Dnestr [Analysis of hydrological and hydrochemical factors of hypoxia formation in the Danube-Dniester interfluv]. *Biology of the sea*, 43, 7–11. [In Russian]
3. Tolmazin D.M. (1977). Gidrologo-gidrokhimicheskaya struktura vod v rayonakh gipoksii i zamorov v severo-zapadnoy chasti Chernogo moray [Hydrological-hydrochemical structure of waters in areas of hypoxia and frosts in the northwestern part of the Black Sea]. *Biology of the sea*, 43, 12–17. [In Russian]
4. Berlinskiy N.A. (1989). Mekhanizm formirovaniya pridonnoy gipoksii v shelfovykh ekosistemakh. [The mechanism of formation of bottom hypoxia in shelf ecosystems]. *Water resources*, Moscow, 4, 112–121. [In Russian]
5. Berlinskiy N.A. (2012). Dinamika tekhnogenogo vozdeystviya na prirodnye komplekсы ustevoy oblasti Dunaya [Dynamics of technogenic impact on natural complexes of the estuary of the Danube]. Odessa : Astroprint, 252. [In Russian]
6. Berlinskiy N.A. (2016). Aktualnye problemy ukrainskogo uchastka Chernogo moray. [Actual problems of the Ukrainian section of the Black Sea]. *Visnyk ONU. Ser. Geographical and geological science*, 21(2), 11–23. [In Russian]
7. Berlinskij N.A. (2015). Ust'evye oblasti kak osobyj geograficheskij ob#ekt. *Visnik ONU. Ser.: Geografichni ta geologichni nauki*, 20(1), 41–55. [In Russian]
8. Berlinskyi N, Safranov T. (2016). Spatial and temporal variability of pollutants in the bottom sediments in the northwestern part of the Black Sea. *Environmental problems*, 1(1), 69–73.
9. Berlinskiy N.A. (2017). Ekologichni aspekti gidrologii pivnichno-zahidnij chastini Chornogo morja // Stan ta jakist' prirodnogo seredovishha priberezhnoї zoni Pivnichno-Zahidного Prichornomor'ja. za red. T.A. Safranova, A.V. Chugaj. Chuguev: Panov A.M., 300. [In Ukrainian]
10. <http://www.neogeography.ru/rus/item/774-tsvetenie-chjornogo-morya-ili-kontsy-v-vdu.html>

Надійшла до редколегії 6.04.2018

УДК 502.65

Г. В. ТІТЕНКО¹, канд. геогр. наук, доц., В. В. МЕДВЕДЕВ², д-р біол. наук, проф.

¹Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна
e-mail: ecology.ecology@karazin.ua

²Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського»
вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024

РОЛЬ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ В ОПТИМІЗАЦІЇ СОЦІАЛЬНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ

Повноцінне екологічне й продуктивне функціонування ґрунтового покриття розглядається як важлива передумова ефективної соціальної політики України – забезпечення суспільства комфортними життєвими умовами й безконфліктними гармонічними взаєминами між різними його шарами. Виконанню соціальної функції ґрунтового покриття сприяють збалансоване ґрунтозбережувальне землеробство, відсутність ґрунтових деградацій, різноманітна допомога держави землекористувачам. У статті звернено увагу на невирішені проблеми в землеробстві, що перешкоджають якісному здійсненню соціальної функції, наведені приклади із практики соціальної політики деяких країн, обґрунтовані пропозиції з поліпшення аграрної стратегії й земельної реформи в Україні. Ґрунтовий покрив і постійна турбота про його стан мають стати обов'язковим компонентом державної соціальної програми.

Ключові слова: ґрунтовий покрив, землеробство, аграрна стратегія, земельна реформа

Titenko G. V.¹, **Medvedev V. V.**²

¹V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

²National Scientific Center «Institute for soil science and agrochemistry research named after A.N. Sokolovsky»

THE ROLE OF SOIL COVER IN OPTIMIZING THE SOCIAL POLICY OF UKRAINE

High-grade ecological and productive functioning of a soil cover is considered as the important precondition of effective social policy of Ukraine - maintenance of a society with comfortable vital conditions and unconflictness by harmonious mutual relations between its various layers. Performance of social function of a soil cover is promoted balanced soilprotection agriculture, absence of soil degradations, the various help of the state to land users. In the paper it is paid attention to unresolved problems in the agriculture, interfering qualitative realization of social function, examples from practice of social policy of some countries are resulted, offers on improvement of agrarian strategy and land reform in the Ukraine are proved. The soil cover and constant care of its condition should become an obligatory component of the state social program.

Key words: soil cover, agriculture, agrarian strategy, land reform

Титенко А. В.¹, **Медведев В. В.**²

¹Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

²Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского»

РОЛЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ОПТИМИЗАЦИИ СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ УКРАИНЫ

Полноценное экологическое и продуктивное функционирование почвенного покрова рассматривается как важная предпосылка эффективной социальной политики Украины – обеспечения общества комфортными жизненными условиями и бесконфликтными гармоничными взаимоотношениями между различными его слоями. Выполнению социальной функции почвенного покрова содействуют сбалансированное почвосберегающее земледелие, отсутствие почвенных деградаций, разнообразная помощь государства землепользователям. В статье обращено внимание на нерешенные проблемы в земледелии, препятствующие качественному осуществлению социальной функции, приведены примеры из практики социальной политики некоторых стран, обоснованы предложения по улучшению аграрной стратегии и земельной реформы в Украине. Почвенный покров и постоянная забота о его состоянии должны стать обязательным компонентом государственной социальной программы.

Ключевые слова: почвенный покров, земледелие, аграрная стратегия, земельная реформа

Вступ

Соціальна роль ґрунту – це його здатність створити комфортні умови для суспільства, тобто забезпечити його достатньою кількістю (і якістю) продовольства і, що не менш важливо, створити сприятливі екологічні і життєві умови для людей, що проживають в країні. Головні соціальні задачі ґрунтового покриву можна позначити так: продовольча (тільки збалансоване висококультурне землекористування дозволяє реалізувати значний потенціал ґрунтів країни і зберегти родючість для наступних поколінь); правова (тільки за підтримки землекористувача, як це має місце у більшості розвинутих країн, можна виховати свідомого землевласника, який буде турбуватися про ґрунт для себе і своїх нащадків); земельна реформа, мета якої має бути не стільки в зміні форми власності на землю, скільки у формуванні гармонічних стосунків між різними прошарками у суспільстві; соціальний імператив – треба подбати, щоб у суспільстві взяли гору високоморальні і етичні норми поведінки у ставленні до ґрунту – усунені будь-які дії,

що можуть зашкодити ґрунту, викликати в ньому необоротні деградаційні зміни.

Для того, щоб ґрунт якнайкраще виконував соціальну функцію потрібна активна земельна політика держави, обов'язкове дотримання новітніх ґрунтозбережувальних агротехнологій, всіляке сприяння землекористувачу. Для виконання соціальної функції потрібен не тільки «здоровий» ґрунт, але й сприятливий облаштований ландшафт, незасмічена лісосмуга, чиста річка, постійна турбота про довкілля, його моніторинг і заходи з відновлення. Впевнені: Україна могла б стати зразком відношення до ґрунту і довкілля.

Стаття стала результатом співдружності кафедри екології і неоекології Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна і лабораторії геоєкофізики ґрунтів ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О.Н.Соколовського». У статті також використано результати безпосереднього вивчення одним з авторів соціальних умов праці фермера зі Швеції.

Методи і об'єкти

Проаналізовано сучасний стан ґрунтового покриву України на підставі матеріалів з бази даних ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» «Властивості ґрунтів України» [1]. Використано також матеріали останнього туру агрохімічної паспортизації полів [2], а також узагальнені роботи про продуктивну

функцію ґрунтів [3], деградаційні прояви на орних землях країни [4] і досвід 25-річного земельного реформування в країні.

Усі виміри здійснено за допомогою стандартних або загальноприйнятих в Україні методів досліджень.

Результати

Використовуючи базу даних ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського» [1], розглянемо агрономічно важливі властивості найбільш розповсюджених серед орних ґрунтів чорноземів України. Унаслідок того, що база на цей час містить інформацію про більш ніж 2000 розрізів, аналізовані далі середні характеристики прирівняні до модальних, тобто, тих, що найбільш імовірно відповідають сучасним значенням властивостей орних чорноземів (табл.1). Дані з бази відібрано стосовно найбільш розповсюджених суглинкових різновидів. Модальні характеристики розглянуто по відношенню до оптимальних параметрів ґрунтів і клімату, які сьогодні досить добре відомі [5 – 13]. Таке порівняння дозволить більш точно оцінити

сучасний стан орних ґрунтів як об'єкта сільськогосподарського використання і їхній потенціал родючості. Оптимальні параметри обрано стосовно вимог зернових колосових культур.

Ґрунтовий покрив України на 60% складається з чорноземів – унікальних за своєю будовою, властивостями і потенційної родючістю. Ці ґрунти відрізняє надглибокий (більше 1 м) гумусований шар, прекрасно виражена зерниста структура, майже ідеальна щільність будови, добрий і помірний запас поживних речовин. На жаль, такі зразкові об'єкти збереглися лише у цілих умовах. Виявилось, що найкращий в світі чорнозем («цар ґрунтів», за В.В.Докучаєвим) дуже уразливий до антропогенного втручання і

Таблиця 1

Оптимальні і модальні значення властивостей орних чорноземів (над ризикою – середнє значення, під ризикою – кількість дат, залучених до розрахунку)

Показник	Одиниці виміру	Оптимальне значення	Чорноземи опідзолені	Чорноземи типові і реградовані	Чорноземи звичайні	Чорноземи південні
Глибина шару, що доступна для коренів (горизонти Н і h)	см	65	$\frac{104}{19}$	$\frac{116}{81}$	$\frac{88}{64}$	$\frac{83}{29}$
Уміст рухомої води під час посіву у шарі 0-20 см	мм	30-40	$\frac{44}{2}$	$\frac{39}{6}$	$\frac{34}{11}$	$\frac{34}{2}$
Так само під час формування генеративних органів у шарі 0-100 см	мм	150-160	$\frac{93}{3}$	$\frac{76}{2}$	$\frac{67}{12}$	$\frac{62}{2}$
Рівноважна щільність будови у шарі 0-30 см	г/см ³	1,10-1,35	$\frac{1,24}{15}$	$\frac{1,21}{41}$	$\frac{1,13}{77}$	$\frac{1,17}{24}$
Кількість агрономічно корисних агрегатів розміром 10-0,25 мм	%	60-80	$\frac{75}{4}$	$\frac{66}{13}$	$\frac{62}{60}$	$\frac{68}{20}$
Водостійкість макроагрегатів	%	55-70	$\frac{45}{4}$	$\frac{47}{13}$	$\frac{40}{60}$	$\frac{31}{20}$
Кількість брил	%	<10	$\frac{20}{4}$	$\frac{23}{13}$	$\frac{30}{60}$	$\frac{21}{20}$
Кількість пилу	%	10-15	$\frac{6}{4}$	$\frac{11}{13}$	$\frac{8}{60}$	$\frac{11}{20}$
Питомий опір	кгс/см ²	0,4-0,5	$\frac{0,58}{11}$	$\frac{0,57}{32}$	$\frac{0,58}{45}$	$\frac{0,63}{21}$
Уміст загального гумусу	%	3,5	$\frac{3,5}{19}$	$\frac{4,0}{41}$	$\frac{3,4}{29}$	$\frac{3,4}{2}$
pH	-	6,0-6,8	$\frac{6,9}{2}$	$\frac{6,8}{6}$	$\frac{6,9}{21}$	$\frac{6,6}{6}$
Кількість рухомого фосфору	мг/100 г ґрунту	17-20	$\frac{13,5}{7}$	$\frac{11,9}{19}$	$\frac{12,6}{22}$	$\frac{12,3}{2}$
Кількість рухомого калію	Так само	15	$\frac{12,1}{7}$	$\frac{10,3}{19}$	$\frac{14,0}{22}$	$\frac{21,3}{2}$
Технологічний клас земельної ділянки (за ухилом, довжиною гону і ін.)	-	1	1	1	1	1

під впливом особливо надмірного втручання здатний перетворитися у виораний деградований ґрунт. На такому ґрунті важко реалізувати потенціал продуктивності (а це для України набагато більше 60 млн. т зерна) і майже неможливо підтримувати комфортні екологічні і соціальні умови.

Звернемо увагу в першу чергу на негативні чинники, бо саме вони в багатофак-

торній системі «ґрунти-клімат-урожай», а не позитивні чинники, впливають на кінцевий результат. Отже, навіть неповний огляд модальних властивостей чорноземних ґрунтів і їх порівняння з оптимальними параметрами дозволило встановити основні проблеми, що стримують здобування високих врожаїв на цих ґрунтах. Це наростання просторово-часового дефіциту продуктивної

вологи (особливо легкопродуктивної вологи в інтервалі НВ-ВРК) впродовж вегетації культур, помірний (а стосовно рухомого фосфору) недостатній запас і негативний баланс поживних елементів, а також деградаційні процеси переважно фізичного і хімічного спрямування як наслідок незбалансованого і неякісного землекористування.

С.А. Балюк і ін. [3] охарактеризували родючість ґрунтів. Розрахунки показали, що завдяки природній родючості в Україні можна щорічно збирати 41,7 млн. т зернових і зернобобових культур, а за внесення добрив в оптимальних нормах – більше 60 млн. т. За умови вдосконалення структури посівних площ і спеціалізації землеробства, збільшення посівів кукурудзи на зерно, особливо на зрошуваних землях, розширен-

ня площ під зернобобові як кращі попередники під озиму пшеницю, а також з урахуванням досягнень селекції й взагалі підвищення культури землеробства реально збирати 70-75 млн т зерна щорічно. Опираючись на такий валовий збір зерна, можна впевнено стверджувати, що саме він забезпечить сталий розвиток України, зрозуміло, за умови впровадження збалансованого землеробства, новітніх агротехнологій і припинення ґрунтових деградацій.

Оцінка деградації ґрунтів була отримана в рамках міжнародного проекту SOVEUR за методикою G.W.J. van Lynden [14]. Результати проекту відбито у табл. 2. Як видно, в Україні на орних землях домінують: втрата гумусу і фізичні деградації, особливо переущільнення і ерозія.

Таблиця 2

Типи і поширення деградацій ґрунтів в Україні

Тип деградації ґрунтів	% від площі ріллі (32 млн. га)
Втрата гумусу й поживних речовин	43
Переущільнення	39
Замулення й кіркоутворення	38
Водна ерозія площинна	17
Підкислення	14
Заболочування	14
Забруднення радіонуклідами	11,1
Вітрова ерозія, втрата верхнього шару ґрунту	11
Забруднення пестицидами й іншими органічними речовинами	9,3
Забруднення важкими металами	8
Засолення, підлугування	4,1
Водна ерозія, утворення ярів	3
Побічна дія водної ерозії (замулення водойм і ін.)	3
Зниження рівня денної поверхні	0,35
Деформація земної поверхні вітром	0,35
Аридизація	0,21

Отже, кількість і якість ґрунтового покриву на більшій частині України характеризується цілком позитивно. До того ж сприятливий клімат, задовільна технологічна, технічна й кадрова забезпеченість не створюють якихось особливих перешкод для оптимізації соціального життя. Але, з іншого боку, численні невирішені питання утворюють чимало труднощів і не дозволяють реалізувати сприятливі передумови. Вони досить добре відомі, але дуже повільно долаються. Грабівницькі банківські кредити, практична відсутність субсидій - основні перешкоди, але є чимало й інших. Незавершеність земельної реформи, що

триває вже понад 25 років, але замість її завершення країна занурилася в нескінченні дебати, кінця яким не видно. Через відсутність повноцінної приватної власності на земельну ділянку так поки й не сформувався свідомий землекористувач. У результаті не дотримуються елементарні правила використання ґрунтів, порушуються сівоznі, не застосовуються меліоративні заходи, гостра потреба в яких є на мільйонах гектарів.

В Україні поступово формується дуалістичний тип сільськогосподарського виробництва - великі агрохолдинги й дрібні фермерські господарства, приблизно як у

США й деяких інших країнах. Поступово такий же тип господарювання формується в Німеччині. Але на відміну від США в Україні немає гармонії у взаємодії між великими господарствами й фермерами. Проолігархічний тип влади в країні, парламент, що перебуває під впливом олігархів, не дозволяють звернути увагу на проблеми фермерів. Уважається, що країна бідна, і тому не може надавати повноцінну допомогу фермерам. Але чи може вважатися бідною країна, що відправила в офшори більше 100 млрд. доларів і створила найсприятливіші умови для такої кількості олігархів, що не зрівнятися з будь-якою іншою країною? Залишається тільки сподіватися, що труднощі не виправданно тривалого перехідного періоду в Україні будуть переборені й очевидні передумови оптимального вирішення соціальних (і інших) питань будуть реалізовані.

Спираючись на досвід успішного фермерства, наприклад, у Швеції, можна окреслити ідеальне соціально орієнтоване сільськогосподарське підприємство й роль у ньому ґрунтового покриву. Для цього потрібно мати достатню площу родючих ґрунтів, технологічну, технічну й кадрову забезпеченість, сприятливі екологічні умови навколишнього середовища для праці, відпочинку й самовдосконалення землекористувачів. Саме такі, які створені в цій країні, де молоді люди прагнуть зайнятися землеробською працею й зовсім не хочуть переселятися в місто.

Розглянемо, як гармонізуються стосунки між владою і землекористувачем на прикладі цієї країни, де створено майже ідеальні умови роботи для фермера. Для цього задіяні субсидії, дешеві банківські кредити, пільгові ціни на ресурси, компенсація від держави втрати врожаю в разі виникнення непередбачуваних обставин, особливі пільги для молодих фермерів. Крім того, якщо на полі фермера розташована постійна моніторингова площадка, він також отримує компенсацію за втрату площі. Нарешті, якщо фермер бере участь у науково-дослідних роботах йому нараховується деяка сума.

Особливою підтримкою користується фермер, що зобов'язався впроваджувати інноваційні технології. Так, шведському фермеру безоплатно спроектують осушення на його перезволоженої ділянці, нададуть пільговий (за ставкою у 3%) кредит не ме-

нше ніж на 3 роки і будь-яку безоплатну консультацію. За ним постійно закріплений співробітник extension service області (лени). А якщо працівник молодий, то пільг ще більше (наприклад, безвідсотковий кредит), тому що держава зацікавлена, щоб на землі працювало більше молоді і вона не намагалась виїхати до міста. Порівняйте з українською практикою, де відсоткова ставка банківського кредиту 20-25%. Ясно, що фермер і будь-який інший землекористувач не може користуватися таким кредитом для оплати робіт, спрямованих на збереження родючості ґрунтів. Адже саме такі фінансові умови, що диктують українські банки, гальмують розвиток фермерства, підприємництва, формування середнього класу і взагалі самодостатньої держави. Між іншим, здешевлення кредитів може активізувати роботи з підвищення родючості ґрунтів на фермерських земельних угіддях подібно тому як це здійснюється у Швеції. При цьому зовсім не обов'язково мати вищу сільськогосподарську освіту. Цілком достатньо закінчити 6-ти місячні курси й одержати ліцензію на право бути фермером. Далі, можна взяти кредит у банку на кілька років (під мінімальний відсоток), що дозволить фермерові успішно почати роботу. Причому й тут йому надають допомогу численні служби, що сприяють йому в підготовці його ділянки для вирощування польових культур (тому що ділянка часто заболочена), придбанні потрібної техніки й навіть у виконанні основних механічних операцій. Більшість послуг здійснюється в рахунок субсидії, що одержує фермер, або за рахунок майбутнього врожаю, рівень якого, як правило, фірма, що його обслуговує, йому гарантує. Консультативні послуги звичайно безкоштовні. Не можна не звернути увагу й на інші послуги держави - допомога в реалізації продукції (звичайно фермер цим не займається), допомога в переробці продукції, якщо в цьому є необхідність, в оформленні сертифіката для реалізації продукції за рубежом, у взаємодії з банками. Навчання дітей фермера звичайно оплачується, як це здійснюється в США, є різноманітні пільгові умови для медичного обслуговування (у Німеччині). Якщо поля фермерського господарства включені в державні програми зрошення (як у США), або програми науково-дослідних дослідів і моніторингу (Франція),

фермер одержує фінансову компенсацію. Якщо фермер побажає впровадити нову технологію (наприклад, точне землеробство) зернова асоціація оплатить йому витрати на польові дослідження неоднорідності його полів (в Уельсі). Коштовна ґрунтообробна техніка або сівалка фірми Сімеато, що забезпечує якісну сівбу по покривній культурі, купується зі скидками (Бразилія). Якщо необхідні значні витрати для відновлення ушкоджених терас або протиерозійних споруд, витрати звичайно оплачуються з державного бюджету (Іспанія, Польща), участь у семінарах для фермера звичайно також безкоштовна (Італія).

Підкреслимо: без підтримки землекористувачів і особливо фермерів, як це здійснюється в багатьох країнах, важко очікувати успіху в сільському господарстві. Землекористувач не зможе одночасно ефективно хазяювати й зберігати родючість ґрунтів. Ще в 30-х роках минулого століття в США після спустошливих пилових бур був розроблений так званий примусово-заохочувальний спосіб підтримки фермерів, у якому, з одного боку, фермерів були запропоновані протиерозійні заходи, розроблені Службою охорони ґрунтів, а з іншого, субсидії, тому що фермери без них не змогли впровадити заходи на своїх полях. Американський примусово-заохочувальний спосіб прийнятий і тепер застосовується практично у всіх країнах Європи й на інших континентах, де від сільськогосподарської сфери влада цих країн хоче домогтися високої ефективності.

В Україні є всі необхідні передумови для освоєння кращих зразків закордонного досвіду взаємодії держави із землекористувачем. Земельну реформу потрібно завершувати, вільного ринку земель не потрібно страшитися. Чому український землекористувач не може працювати також ефективно або навіть краще французького, німецького або шведського фермера? Успіхи українського аграрного сектора можуть стати незмірно більшими, якщо держава замість пасивного спостерігача стане активним помічником землекористувачеві, буде йому сприяти у впровадженні нових технологій, охороні родючості. Будуть гармонізовані відносини з агрохолдингами, внесені корективи в їх (поки, на жаль, хижацьке) відношення до ґрунту, будуть, нарешті, зрозумілі

проблеми фермерів і, незважаючи на відомі проблеми в державі, знайдені резерви для їхньої підтримки, будуть знайдені оптимальні методи керування й контролю ґрунту й землекористувача.

Україна має унікальне багатство – близько 60 % її площі зайнято чорноземними ґрунтами, які за своїми характеристиками кореневмісного шару, властивостями, потенціалом родючості, придатності до вирощування багатьох польових культур не мають собі рівних. Разом з тим високі врожаї на чорноземах одержують лише в окремі роки, та і їхня величина приблизно вдвічі нижче, ніж у країнах Західної Європи. Сьогодні досить ясні причини цього:

- нераціональна структура сільськогосподарських угідь, посівних площ, підвищений рівень розораності;
- дефіцитний баланс біофільних елементів (особливо С, Са, Р, К і інших) через невеликі дози внесення органічних і мінеральних добрив;
- недосконалість ґрунтообробних технологій (винятково велика кількість механічних операцій, розтягування в часі оранки, сівби, міжрядних обробітків, проведення їх за межами інтервалу оптимальної вологості);
- дуже низький рівень захищеності орних земель лісомеліоративними, гідротехнічними, хімічними й агротехнічними заходами й поширеність із цієї причини різноманітних деградацій;
- значна засміченість полів.

Багато надій покладали на земельну реформу. Уважалося, що зміна форми власності на землю (від державної до колективної, а в перспективі до приватної) автоматично сформує компетентного власника, що самостійно буде оберігати й збільшувати родючість чорнозему. Однак у реальному виробництві цього не трапилось. Сьогодні, через майже 25 років від початку земельної реформи в Україні, представляється важливим узагальнити її підсумки й витягти уроки.

Через незавершеність земельної реформи, майже повну безвідповідальність нових землекористувачів, що орендують земельні ділянки, неповноцінний земельний кадастр, неефективний рівень правового захисту родючості ґрунтів, недостатність і практичну недосконалість державного кон-

тролю стану ґрунтової родючості - в країні фактично функціонує хаотичний тип землекористування з очевидними негативними (продуктивними, екологічними, соціальними) наслідками для наступних поколінь.

Отже, ґрунтовий покрив і його сприятливий стан є важливою передумовою успішного вирішення соціальних проблем в країні. На жаль, в Україні сприятливі ґрунтово-кліматичні умови і порівняно високий рівень технологічної і технічної забезпеченості землеробства, а також освіти землекористувачів не стали стимулом на шляху оптимізації соціальних питань. Основні перешкоди для вирішення цих питань, що бажано подолати, такі:

- відсутність з боку держави реальної допомоги землекористувачу, що не дозволяє йому впроваджувати новітні ґрунтозбережувальні і збалансовані агротехнології, підтримувати родючість ґрунту, не допускати прояви деградації орних ґрунтів;

- незавершеність земельної реформи, надто тривалий період формування повноцінної приватної власності на землю і як наслідок відсутність свідомого землекористувача;

- проолігархічний устрій держави, відверта підтримка крупнотоварного виробництва (агрохолдингів) в ущерб розвитку дрібних і середніх фермерів, тобто відсутність визнання дуалістичного типу сільськогосподарського виробництва, характерного для більшості успішних аграрних країн, формує низку екологічних, економічних і соціальних протиріч в агросфері країни;

- успішному вирішенню соціальних питань на селі заважають хронічні вади використання ґрунтового покриву і агроно-

мічних властивостей ґрунтів – надвисокий рівень розораності земель, прояви деградації (особливо фізичної), дефіцитний тип мінерального живлення, явна нестача лісо- і хімеліоративних заходів, численні порушення правил раціонального використання ґрунтів (особливо сівозмін);

- явні прогалини в правовій, культурній і економічній захищеності землекористувачів, що викликає невдоволення, їх відтік (особливо молоді) в міста і за кордон, безробіття, зростання соціальної напруги;

- вирішенню соціальних питань на селі сприятимуть реанімація національної програми охорони ґрунтового покриву, організація моніторингу ґрунтів з урахуванням кращих європейських зразків, удосконалення ґрунтоохоронних законів, активізація правоохоронних органів, засобів масової інформації, формування зрілого громадянського суспільства, турботливе ставлення і повага до землеробської праці.

Україні як державі з пріоритетним розвитком аграрного комплексу потрібно опрацювати і прийняти Соціальну програму, в якій знайдуть відбиття основні проблеми землекористувачів і перш за все правові, економічні, культурні. Ганебне явище, пов'язане із селами, що вмирають, безробіттям і міграцією селян за кордон потрібно обов'язково подолати. Сприятливі ґрунтово-кліматичні умови мають бути використані для оптимізації вирішення соціальних питань.

Висловлюємо подяку ст. наук. співробітнику, канд. с.-г. наук О.М. Бігун, яка здійснила вибірку і обробку бази даних ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» «Властивості ґрунтів України».

Література

1. База данных «Свойства почв Украины» (структура и порядок использования) / [Т. Н. Лактионова, В. В. Медведев, К. В. Савченко и др.]. [2-е доп. изд.]. Х. : ЦТ № 1, 2012. 150 с.
2. Методичні вказівки з охорони ґрунтів / [В. О. Греков, Л. В. Дацько, В. А. Жилкін та ін.]. К. : Держ. наук.-техн. центр охорони родючості ґрунтів Мінагрополітики і продовольства, 2011. 108 с.
3. Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами / [відп. редактори Балюк С. А., Медведев В. В.]. К. : Аграрна наука, 2012. 240 с.
4. Медведев В.В. Чорнозем як об'єкт земельної реформи. До 25-річчя земельного реформування в Україні. У друці.
5. Бахтин П. У. Исследования физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР. М. : Колос, 1969. 272 с.
6. Бацула О.О. (відп. ред.). Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу у ґрунті. К. : Урожай, 1987. 128 с.
7. Вальков В. Ф. Почвенная экология сельскохозяйственных растений. М. : Агропромиздат, 1986. 207 с.
8. Вериго С. А., Разумова Л. А. Почвенная влага и ее значение в сельскохозяйственном производстве. – Л. : Гидрометеиздат, 1963. 290 с.

9. Медведєв В. В. Оптимальні агрофізичні параметри ґрунтів // Агрохімія і ґрунтознавство. 1979. Вип. 38. С. 54 – 61.
10. Носко Б. С. Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив. – К. : Урожай, 1990. – 220 с.
11. Синицина Н. И., Гольцберг И. А. , Струнников Э. А. Агроклиматология. Л. : Гидрометеоиздат, 1973. 344 с.
12. Федосєєв А. П. Агротехника и погода. Л. : Гидрометеоиздат, 1979. 240 с.
13. Sys C., Ranst E. van, Debaveye J., Beernaert F. Land Evaluation. Part III: crop requirements. – Brussels : General Administration for Development Cooperation, 1993. 191 p.
14. Lynden G. W. J. van. Guidelines for the Assessment of Soil Degradation in Central and Eastern Europe (Soveur Project). Wageningen : ISRIC, 1997. 22 p.

References

1. Laktionova T. N., Medvedev V. V., Savchenko K. V. (2012). Baza danyh «Svoystva pochv Ukrainy» (struktura i poryadok ispol'zovaniya) [Database "Properties of soils of Ukraine" (structure and procedure of use)]. Har'kov: СТ № 1, 150 .[In Russian]
2. Grekov V. O., Dacz'ko L. V., Zhy`lkin V. A. ta in. (2011). Metody`chni vkazivky` z oxorony` g`runtiv [Methodological guidelines for the protection of soils]. K. : Derzh. nauk.-texn. centr oxorony` rodyuchosti g`runtiv Minagropolity`ky` i prodovol`stva, 108. [in Ukrainian].
3. Balyuk S. A. , Medvedyev V. V. (2012). Strategiya zbalansovanogo vy`kory`stannya, vidtvorennya i upravlinnya g`runtovy`my` resursamy` [Strategy for balanced use, reproduction and management of soil resources]. K. : Agrarna nauka, 240 . [in Ukrainian].
4. Medvedyev V.V. Chornozem yak ob'yekt zemel`noyi reformy`. Do 25-richchya zemel`nogo reformuvannya v Ukraini. [Chernozem as an object of land reform. To the 25th anniversary of land reform in Ukraine]. In print. [in Ukrainian].
5. Bahtin P. U. (1969). Issledovaniya fiziko-mekhanicheskikh i tekhnologicheskikh svoystv osnovnyh tipov pochv SSSR.[Studies of physico-mechanical and technological properties of the main soil types of the USSR]. Moskow: Kolos. 272.[In Russian]
6. Baczula O.O. (1987). Zabezpechennya bezdeficy`tnogo balansu gumusu u g`runti. K. : Urozhaj. 128.
7. Val'kov V. F. (1986). Pochvennaya ehkologiya sel'skohozyajstvennyh rastenij.[Soil Ecology of Agricultural Plants] M. : Agropromizdat, 207.[In Russian]
8. Verigo S. A., Razumova L. A. (1963). Pochvennaya vlaga i ee znachenie v sel'skohozyajstvennom proizvodstve .[Soil moisture and its importance in agricultural production]. L.: Gidrometeoizdat, 290 . [In Russian]
9. Medvedev V. V.(1979). Opty`mal`ni agrofizy`chni parametry` g`runtiv[Optimal agrophysical parameters of soils]. Agrochemistry and soil science. 38. 54-61. [in Ukrainian].
10. Nosko B. S. (1990).Fosfatny`j rezhy`m g`runtiv i efekty`vnist` dobry`v.[Phosphatum regime of soils and fertilizer efficiency.]. K. : Urozhaj. 220. [in Ukrainian].
11. Sinicina N. I., Gol'cberg I. A. , Strunnikov E. A. (1973). Aгрoклимaтoлoгiя.[Agroclimatology]. L. : Gидpoмeтeoiздaт. 344. [In Russian]
12. Fedoseev A. P. (1979). Aгрoтeхнiкa i пoгoдa. [Agrotechnics and the weather]. L. : Gидpoмeтeoiздaт,. 240 . [In Russian]
13. Sys C., Ranst E. van, Debaveye J., Beernaert F.(1993). Land Evaluation. Part III: crop requirements. – Brussels : General Administration for Development Cooperation. 191.
14. Lynden G. W. J. van.(1997). Guidelines for the Assessment of Soil Degradation in Central and Eastern Europe (Soveur Project). Wageningen : ISRIC. 22 .

Надійшла до редколегії 03.05.2018

УДК 623.746-517 (477.54)

А. О. СЕДОВ

Харківський національний аграрний університет імені В.В.Докучаєва
62483, Харківська область, Харківський район, п/в «Докучаєвське-2»
e-mail: a_sedov@knau.kharkov.ua

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БПЛА СЕРЕДНЬОГО ЦІНОВОГО СЕГМЕНТУ ДЛЯ КАРТОГРАФУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РЕСУРСІВ

Мета. Розробка методичних підходів та рекомендацій до підготовки та виконання різних завдань щодо отримання даних за допомогою БПЛА, оцінити можливості та просторову точність отриманих даних з квадрокоптерів середнього цінового сегменту. **Методи.** Польові геодезичні, дистанційні, програми «Agisoft PhotoScan», «ArcGIS». **Результати.** Проведено знімання дослідного полігону різними моделями квадрокоптерів на різних висотах, отримано ортофотоплани та цифрові моделі рельєфу, проведено аналіз отриманих даних, розраховано просторову точність отриманих даних. **Висновки.** Рекомендується використання деяких моделей БПЛА для отримання планово-картографічних матеріалів певних масштабів.

Ключові слова: БПЛА, ортофотоплан, цифрова модель рельєфу, оцінка точності

Siedov A. O.

V.V. Djukhachayev Kharkiv National Agrarian University

POSSIBILITIES OF USE OF THE UAVS OF THE AVERAGE PRICE SEGMENT FOR MAPPING OF AGRICULTURAL RESOURCES

Purpose. Development of methodical approaches and recommendations for the preparation and implementation of various tasks for obtaining data using UAV, to assess the possibilities and spatial accuracy of the data obtained from the mid-price drones with the purpose of expediency of its use. **Methods.** Field geodetic surveys, UAV launches, cameral processing of the obtained data with use of the computer equipment. **Results.** Field geodetic works have been performed for fixing of checkpoints. Some methodological approaches for preparatory pre-flight and flight work have been formulated. The features of conducting flight missions are described. The aerial photography of the explored polygon is represented by various models of drones at different heights. Orthophotomaps and digital relief models have been obtained with using the software product «AgiSoft PhotoScan». There is a discrepancy in the given overlay of photos and actual. For analysis, data with actual overlapping of photographs >70% was used. Received DEM and orthophotomaps were compared with the reference control points. An orthoplane is required to visualize the terrain, DEM - allows you to determine the value of each pixel in height (H). As expected, not all control points coincided with their image on orthophotomaps. Using the «ArcGIS» software system, an analysis of the data has been made, the spatial accuracy of the data obtained is calculated. **Conclusions.** It has been established that the use of certain models of UAVs at certain heights used in the researches is possible for obtaining scale maps of scale 1: 5000 - 1: 1000. As for the data corresponding to the accuracy of scale 1: 25000, the receipt and use of such data is ineffective.

Key words: UAV, drone, orthophotoplan, digital relief model, accuracy assessment

Седов А. А.

Харьковский национальный университет им.В.В. Докучаева

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БПЛА СРЕДНЕГО ЦЕНОВОГО СЕГМЕНТА ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ

Цель. Разработка методических подходов и рекомендаций к подготовке и выполнению различных задач по получению данных с помощью БПЛА, оценить возможности и пространственную точность полученных данных с квадрокоптеров среднего ценового сегмента. **Методы.** Полевые геодезические работы, запуски БПЛА, камеральная обработка полученных данных с использованием компьютерной техники. **Результаты.** Проведена съёмка исследуемого полигона различными моделями квадрокоптеров на разных высотах, получены ортофотопланы и цифровые модели рельефа, проведен анализ полученных данных, рассчитана пространственная точность полученных данных. **Выводы.** Установлено, что использование некоторых моделей БПЛА, используемых в исследованиях, возможно для получения планово-картографических материалов определенных масштабов.

Ключевые слова: БПЛА, ортофотоплан, цифровая модель рельефа, оценка точности

Вступ

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) останнім часом впевнено завойовують своє місце в різних сферах цивільного життя. Діапазон використання так званих дронів можна назвати безмежними: якщо раніше вони використовувались лише для проведення військових операцій, то сьогодні це і іграшка, і засіб оперативного моніторингу, надійний інструмент виробничника та науковця [1]. Розглядаючи використання безпілотників, як науково-технічного інструментарію, то останнім часом постає питання доцільності використання тих чи інших апаратів для різних видів робіт, що впливає на час їх виконання, вартість та якість отриманих результатів.

Зважаючи на зростаючий попит використання БПЛА та значну актуальність даного напрямку отримання даних дистанційного зондування земної поверхні, на сьогодні існує велика кількість національних публікацій та триває активний процес досліджень: стану та перспектив розвитку цих

технологій [2, 3]; можливостей безпілотників різних модифікацій для різних сфер використання [4, 5, 6]. В той же час багато інформації за даним напрямком можна знайти на рівні тематичних блогів, рекламних промо-матеріалів із переліком основних характеристик того чи іншого БПЛА та оцінкою прогнозованої точності кінцевого результату. Здебільшого дані матеріали ґрунтуються на наукових дослідженнях закордонних фахівців [7, 8, 9, 10], для яких використання даних технологій має певну історію і не є новим. Мета ж наших досліджень – розробити певні методичні підходи та рекомендації до підготовки та виконання різних завдань щодо отримання даних за допомогою БПЛА, оцінити можливості та просторову точність отриманих даних квадрокоптерів середнього цінового сегменту, використовуючи матеріали фотознімання в умовах однієї території, з метою раціонального використання їх технічних можливостей.

Об'єкти та методи дослідження

Дослідження проводились на дослідному полігоні ХНАУ ім.В.В. Докучаєва (сел. Докучаєвське Харківського району Харківської області).

Перед початком тестових польотів, на полігоні було закріплено 14 опорно-контрольних точок. Вони закріплювались на місцевості кілками, а центри кілків були суміщені з центрами підготовлених маркерів, які яскраво вирізнялись серед рослин-

ності та ґрунтового покриття – білі пластикові тарілки. Координати опорних точок було визначено двічі (для контролю точності) за допомогою електронного тахеометра «Leica TCR 405». Площа дослідного полігону складає 5,3 га. Територія має яскраво виражений рельєф – балку. Перевищення між самою нижньою та найвищою визначеними точками 23,872м.

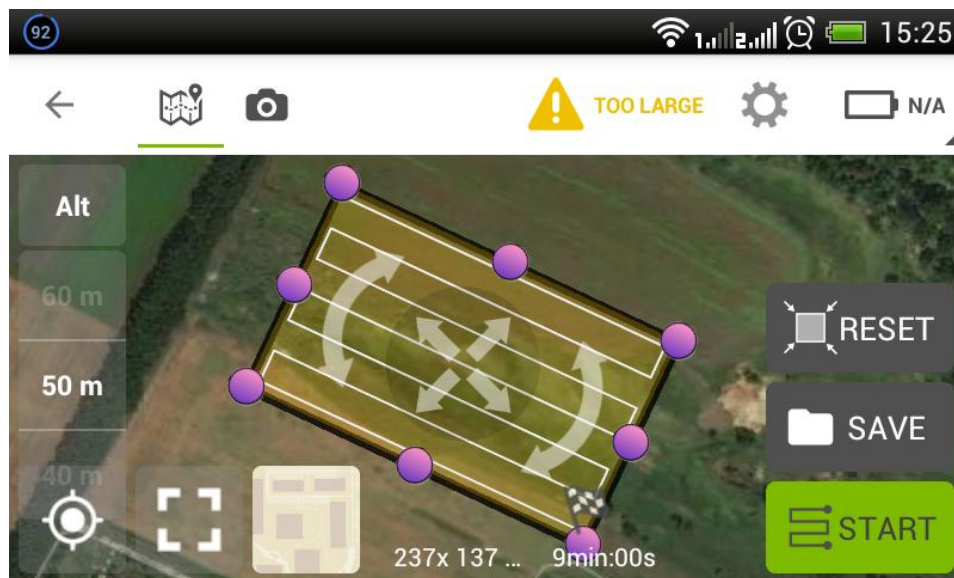


Рис. 1 – Приклад робочого вікна мобільного додатку «Pix4D Capture»

За допомогою спеціалізованого мобільного додатку «Pix4D Capture» (рис.1) було створено маршрут автопольоту на висотах 25, 50 та 100м з перекриттям фотознімків 80%, та середньою швидкістю руху.

Отримані фотознімки було оброблено в програмі «Agisoft PhotoScan», а побудовані моделі опрацьовувалися в програмному комплексі «ArcGIS».

Перед початком виконання польових робіт було проведено камеральне рекогноситування місцевості та певні підготовчі роботи. Як правило, за допомогою он-лайн карт та космічних знімків необхідно детально вивчити місцевість, на якій планується проводити польоти. Необхідно вивчити територію на наявність висотних перешкод – дерева, лінії електромереж тощо, наявність технічної та цивільної інфраструктури, режимних об'єктів. Також було завантажено в кеш-пам'ять смартфона, який виконує функцію пульту керування з відображенням телеметрії, територію об'єкту що знімається, адже дуже часто буває недостатньо якісний мобільний зв'язок в певній місцевості. Було сплановано маршрути польотів, побудовано їх у програмі-додатку, з метою врахування їх загальної кількості та тривалості, визначення оптимальної точки для старту. При складанні маршруту в спеціальних програмних засобах також вказується орієнтовний час виконання польоту (місії), та видається інформаційне повідомлення: чи може бути виконана ця зйомка, враховуючи ресурс акумулятора. Проте даний час приблизний і припускає, що зйомка буде виконуватися при ідеальних атмосферних умовах, тому, як правило, до вказаного часу необхідно додавати 3-4 хв.

Слід звернути увагу на метеорологічні показники на об'єкті досліджень. Найбільш сприятлива – тепла, ясна безвітряна погода, адже при пониженні температури

або поривах вітру автономний час роботи БПЛА значно знижується. Як правило, температурні режими роботи дронів наведено у керівництвах користувача. Дуже важливим є обраний час проведення фотознімання: якщо зйомка, наприклад, сільськогосподарського поля виконується на звичайну оптичну камеру, то бажано, щоб були відсутні тіні від лісосмуг, хмар та інших об'єктів; при зніманні ярів, яружно-балкових систем тощо, необхідно планувати час польотів таким чином, щоб сонячне світло падало на експозицію схилу, не створюючи тіней всередині яру. Ефект тіні, при роботі зі звичайною камерою, створює нерівномірне освітлення об'єкту, що впливає на якість передачі кольорів та може негативно вплинути на результати обробки, аналіз отриманих даних, та оцінку їх результату.

Після проведення необхідних підготовчих камеральних та польових робіт, перш ніж розпочати польоти в автоматичному режимі, необхідно зробити пробний запуск дрона в ручному, керованому режимі, щоб перевірити: його готовність до виконання завдання, відсутність збоїв, чи є потоки повітря (вітер) на певних висотах. Переходячи до польотів в програмному (автоматичному) режимі, слід завжди бути готовим до можливих технічних збоїв, коли дрон не слідує заданому маршруту та намагається «улетіти». В таких випадках треба негайно вмикати режим ручного керування і направляти його до пункту старту чи будь-якого безпечного місця вручну. На практиці такі збої трапляються один на дев'ять-десять польотів (використовували дрони DJI «Phantom 2 Vision+», «Phantom 3 Advanced», «Phantom 4 Pro»; смартфони HTC, Samsung, Lenovo, Meizu). Дуже складно встановити закономірність даних збоїв, адже експериментально використовувались різні комбінації дрон+гаджет [11].

Результати досліджень

Як вже зазначалося, отримані знімки по кожній із місій було оброблено в програмі «Agisoft PhotoScan». Основним завданням даного програмного продукту є побудова цифрових 3D моделей, використовуючи цифрові фотознімки, що реалізується завдяки наступному алгоритму. «PhotoScan» знаходить спільні точки фотографій і по них визначає всі параметри камер: по-

ложення, орієнтацію, внутрішню геометрію (фокусна відстань, параметри дисторсії і т.п.). Далі будується щільний масив точок на основі якого будуються цифрові моделі місцевості (ЦММ) та цифрові моделі рельєфу (ЦМР) з можливістю їх 3D візуалізації (рис. 2). Всі операції виконуються в автоматичному режимі, в залежності від налаштувань виконавцем. Процес обробки даних

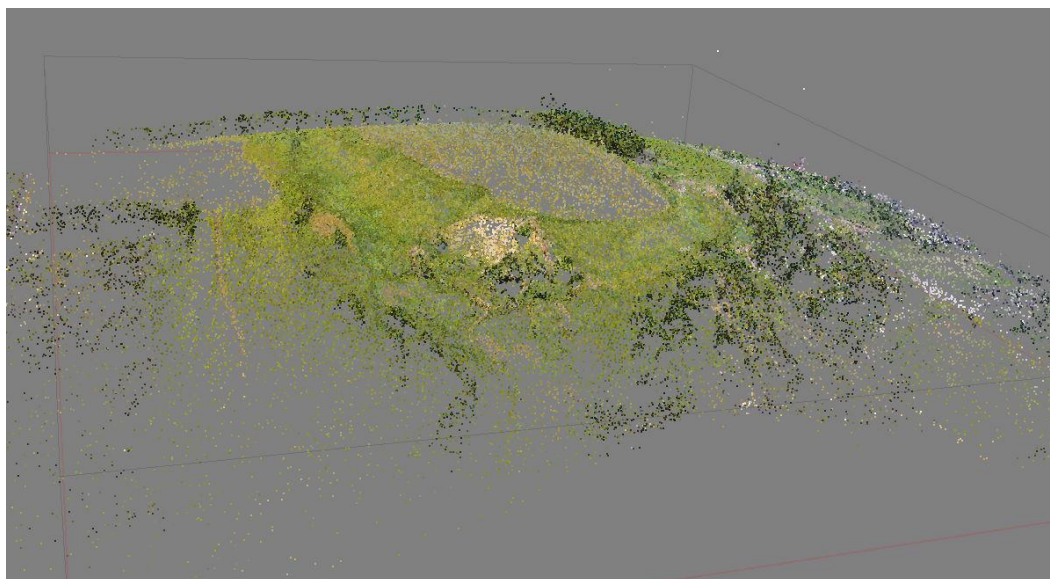


Рис. 2 – Щільний масив точок, створений в «PhotoScan»

дуже тривалий і залежить від потужності комп'ютерної техніки, об'єму вхідних даних та якості вихідних моделей [12].

«Agisoft PhotoScan» надає можливість виконати географічну прив'язку моделі за рахунок визначення опорних точок. В нашому випадку такої прив'язки не виконувалось, з метою дослідження точності бортових GPS-приймачів безпілотників (система «WGS 84 / UTM zone 37N») при виконанні зазначених робіт.

Наступний етап обробки цифрових даних виконувався в програмному компле-

ксі «ArcGIS» [13]. Отримані ЦМР та ортофотоплани співставлялися з опорними точками (рис.3). Ортофотоплан необхідний для візуалізації місцевості, ЦМР – дає можливість визначити значення кожного пікселя по висоті (Н). Як і очікувалось, не всі контрольні пункти співпали з їх зображенням на ортофотоплані (рис. 4).

Виконавши низку операцій було порівняно координати (X, Y, H) опорних пунктів з відповідними координатами цих самих пунктів, зображених на ЦМР. При аналізі та подальших розрахунках до уваги

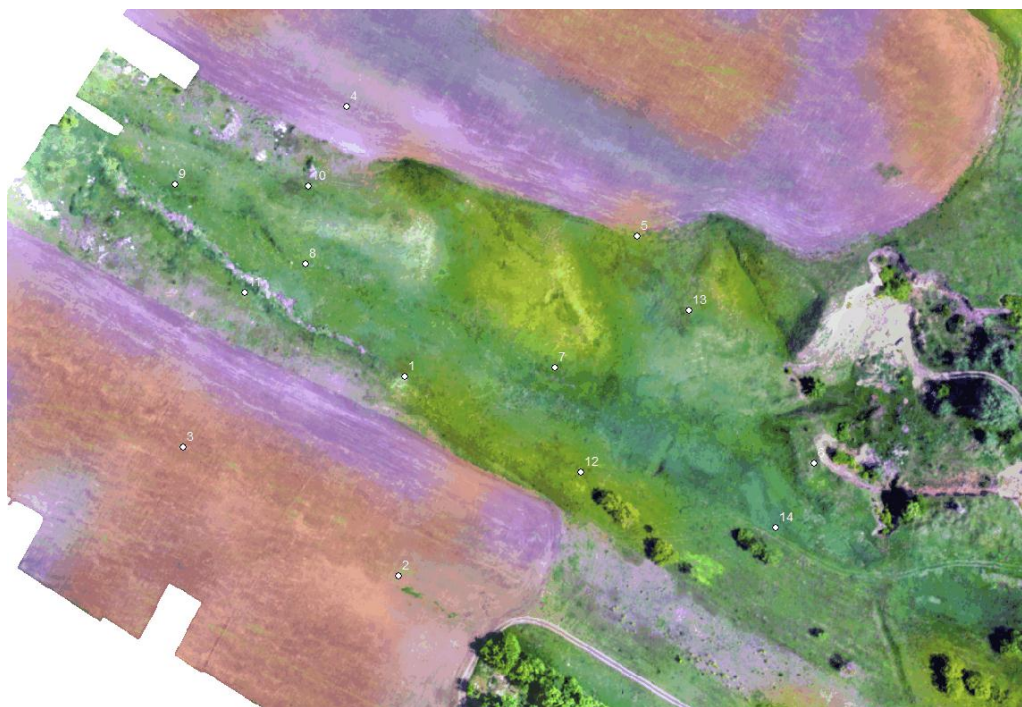


Рис. 3 – Ортофотоплан з контрольними пунктами

бралися результати сформованого в «Agisoft PhotoScan» звіту про побудовані моделі та ортофотоплани, а саме – місце розташування камери та перекриття зображення (рис. 5). Практика показує, що при плануванні місії автопольоту при заданому перекритті фотознімків 80%, фактичне перекриття має коливання 70-90%. Дану закономірність відслідкувати дуже складно, за відсутності систематизації її прояву. В свою чергу це пояснюється недоліками програмного забезпечення як для управління (мобільні додатки), так і прошивки БПЛА на даному етапі їх експлуатації. Проте, слід зазначити, що з оновленнями програмного

забезпечення функціональні можливості використовуваного інструментарію здебільшого покращуються. Тому з аналізу виключалися контрольні пункти, місцеположення яких попадали в зону <7 (перекриття менше 70%). Очевидно, що такі значення мають краї робочої площини, що є логічним явищем.

Розраховано середні абсолютні похибки ($f_{абс.ср.}$), середні похибки по висоті ($\Delta H_{ср.}$), середні квадратичні похибки планові та висотні (СКП), визначено мінімальні та максимальні значення абсолютної ($f_{абс.мін}$, $f_{абс.макс}$) та висотної ($\Delta H_{мін}$, $\Delta H_{макс}$) похибок (табл.).



Рис.4 – Фрагмент зображення контрольного пункту та закріпленого пункту на місцевості

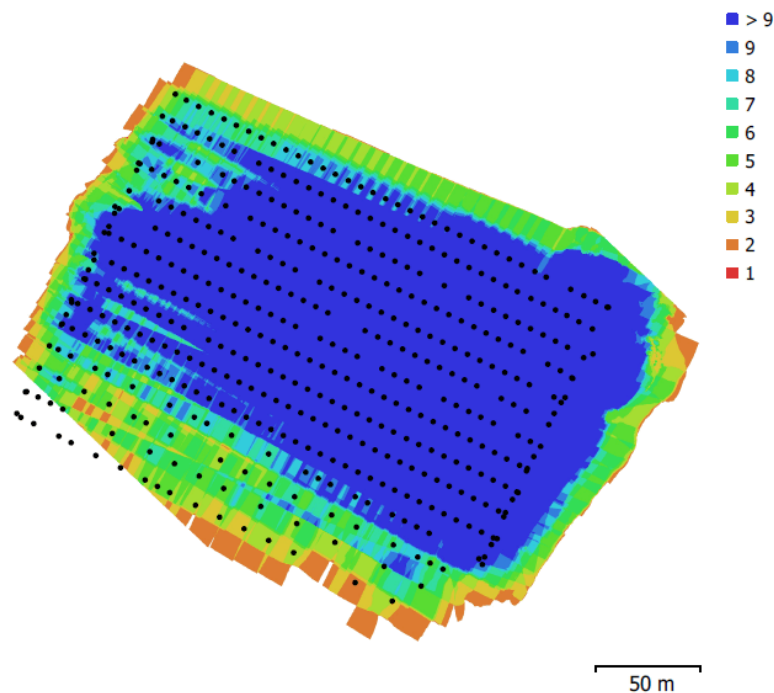


Рис. 5 – Місце розташування камери та перекриття зображення

Таблиця

Показники точності отриманих результатів

Модель БПЛА	$f_{\text{абс.ср.}}$	$\Delta H_{\text{ср.}}$	СКП планова	СКП ΔH	$f_{\text{абс. min}}$	$f_{\text{абс. max}}$	ΔH_{min}	ΔH_{max}
Висота знімання 25м								
Phantom 2V+	---	---	---	---	---	---	---	---
Phantom 3 Adv	0,319	0,388	0,382	0,455	0,102	0,766	0,007	0,761
Phantom 4 Pro	---	---	---	---	---	---	---	---
Висота знімання 50м								
Phantom 2V+	2,491	-0,011	2,711	0,265	1,509	4,311	-0,008	0,543
Phantom 3 Adv	0,391	0,044	0,439	0,240	0,095	0,657	-0,007	0,304
Phantom 4 Pro	1,315	-0,384	1,799	0,658	0,558	5,157	0,001	-1,102
Висота знімання 100м								
Phantom 2V+	---	---	---	---	---	---	---	---
Phantom 3 Adv	---	---	---	---	---	---	---	---
Phantom 4 Pro	1,449	-0,508	1,784	0,787	0,629	4,738	-0,092	-1,901

З представленої таблиці видно що не по всіх місяях вдалося отримати результат, що пояснюється недостатнім перекриттям. Даний недолік виявився при аналізі даних (перекриття за звітом <7). В цьому є одна з особливостей виконання певних видів робіт за допомогою БПЛА. По суті, це «чорний ящик», з обмеженою можливістю візуалізації отриманих результатів. Більшість недоліків можна визначити лише під час обробки та аналізу отриманих даних.

Прослідкувати якусь певну закономірність в залежності «модель БПЛА / висота знімання» також важко, адже відсутні повторності виконання польотів, що в свою чергу пояснюється і економічними чинниками. В середньому тривалість роботи квадрокоптерів зазначених моделей без врахування зовнішніх впливів (температура повітря, вітер, тривалість ініціалізації та калібрування) 20-27хв. від одного елементу живлення (акумулятора). Для заданої території час зніманні місій на висоті 25м становив

приблизно 25-35хв., 50м – 10-15хв., 100м 7-10хв.

З аналізу отриманих даних можна зробити висновки, що планові похибки отримані за результатами знімання з «Phantom 3 Advanced» на висотах 25 та 50м відповідають точності масштабу 1:5000, а що стосується висотних похибок, враховуючи рельєф, то дана точність допустима для побудови горизонталей із перерізом рельєфу 1-2м, що відповідає масштабам 1:5000 – 1:1000 [14]. Щодо даних, отриманих з «Phantom 4 Pro», то результати знімання на висотах 50 та 100 м показують, що отримані планові похибки допустимі при побудові планів масштабу 1:25000, а висотна похибка відповідає масштабу 1:5000 з перерізом рельєфу 5м. Щодо аналізу якісних даних лише по одній висоті польоту 50м «Phantom 2V+», то похибка планова вища за точність масштабу 1:25000. В той же час висотна похибка є аналогічною з «Phantom 3 Advanced».

Висновки

На даному етапі досліджень розроблено певні методичні підходи та рекомендації щодо експлуатації БПЛА. Проведено знімання дослідного полігону різними моделями квадрокоптерів на різних висотах та проведено аналіз отриманих даних. Встановлено, що використання моделей середнього цінового сегменту, які використовувались у дослідженнях, можливе для отримання планово-картографічного матеріалу масштабу 1:5000 та топопланів масштабів 1:5000 – 1:1000 з перерізом рельєфу 1-2м. Щодо

отриманих похибок, які відповідають масштабу 1:25000, то можна зробити висновок, що використання отриманих даних з БПЛА даного типу не є доцільним для побудови картографічного матеріалу такого масштабу. Наразі триває процес обробки матеріалів фотознімання цієї ж території, проте в процесі їх обробки в програмному комплексі «Agisoft PhotoScan», ортофотоплани та ЦМР будуть прив'язані до координат опорних пунктів, що дасть змогу повторно оці-

нити точність отриманих даних, використовуючи контрольні пункти.

Література

1. Сєдов А. О. Огляд сфер використання БПЛА в повсякденному житті. 2016. – URL: <http://www.50northspatial.org/ua/uavs-everyday-life>.
2. Купріянова В.С., Матюшенко І.Ю. Стан та перспективи розвитку безпілотних літальних апаратів в Україні // Вісник економіки транспорту і промисловості, 2015. №50. С. 334-340.
3. Глотов В., Гуніна А. Аналіз можливостей застосування безпілотних літальних апаратів для аерознімальних процесів // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. Українське товариство геодезії та картографії. 2014. Вип.2. С.65-70.
4. Ачасов А. Б., Ачасова А. О., Тітенко Г. В., Селіверстов О. Ю., Сєдов А. О. Щодо використання БПЛА для оцінки стану посівів //Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Серія "Екологія", 2015, вип. 13, С.13-18.
5. Ачасов А. Б., Сєдов А. О., Ачасова А. О. Оцінка забур'яненості посівів соняшника за допомогою безпілотних літальних апаратів // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2016. № 3-4 (26). С. 69–74.
6. Куліковська О.Є., Атаманенко Ю.Ю.. Результати застосування БПЛА при геодезичних вимірюваннях на дослідному полігоні – 2017. URL: <http://zgt.com.ua/wp-content/uploads/2014/09/Результати-застосування-бпла-при-геодезичних-вимірюваннях-на-дослідному-полігоні.pdf>.
7. Tampubolon W., Reinhardt W. UAV data processing for large scale topographical mapping . 2014. URL: <https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XL-5/565/2014/isprsarchives-XL-5-565-2014.pdf>.
8. Gustafsson H., Zuna, L. Unmanned Aerial Vehicles for Geographic Data Capture: A Review // KTH skolan för arkitektur och Samhällsbyggnad. Stockholm- 2017.
9. Buczkowski A.. How accurate is your drone survey? Everything you need to know. 2017. URL: <http://geoawesomeness.com/accurate-drone-survey-everything-need-know>.
10. A. Lamb. 7 Common Questions About Drones in Agriculture. How high to fly, how to detect crop stress and more. 2016. URL: <https://blog.dronedeploy.com/7-common-questions-about-drones-in-agriculture-ffcef76200b8>.
11. Сєдов А. О. Поради дроноводам початківцям. 2017. URL: <http://www.50northspatial.org/ua/tips-getting-started-with-drones>.
12. Руководство пользователя Agisoft PhotoScan Professional Edition, версия 1.2. 2016. URL: http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_2_ru.pdf.
13. Ачасов А.Б., Сєдов А.О., Власов О.В.. Основы геоинформатики: метод. вказ. / уклад. - Х.: ХНАУ, 2013, - 53 с.
14. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98) № 90 від 27.07.1999р. / Верховна Рада України: Офіційний сайт. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98>.

References

1. Syedov, A. O. (2016). Oglyad sfer vy`kory`stannya BPLA v povsyakdennomu zhy`tti. [Review of the areas of UAV use in everyday life]. Available at: <http://www.50northspatial.org/ua/uavs-everyday-life>. [In Ukrainian].
2. Kupriyanova, V.S., Matyushenko, I.Yu.(2015). Stan ta perspekty`vy` rozvy`tku bezpilotny`x lital`ny`x aparativ v Ukraini [Status and prospects of the development of unmanned aerial vehicles in Ukraine]. *Visnyk ekonomiky` transportu i promy`slivosti*. 50, 334-340. [In Ukrainian].
3. Glotov, V. , Gunina, A. (2014). Analiz mozhy`vostej zastosuvannya bezpilotny`x lital`ny`x aparativ dlya aeroznimal`ny`x procesiv [Analysis of the possibilities of using unmanned aerial vehicles for aerodynamic processes]. *Suchasni dosyagnennya geodezy`chnoyi nauky` ta vy`robny`cztva. Ukrayins`ke tovary`stvo geodeziyi ta kartografiyi*. 2.,65-70. [In Ukrainian].
4. Achasov, A. B., Achasova, A. O., Titenko, G. V., Seliverstov, O. Yu., Siedov, A. O. (2015). Shhodo vy`kory`stannya bpla dlya ocinky` stanu posiviv [About the use of UAV for estimation of the state of crops]. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University Series «Ecology»*, , 13,13-18. [In Ukrainian].
5. Achasov, A. B., Siedov, A. O., Achasova, A. O. (2016). Ocinka zabur`yanenosti posiviv sonyashny`ka za dopomogoyu bezpilotny`x lital`ny`x aparativ [Estimation of bulb crops sown with non-pilot aircraft]. *Man and environment. Issues of neoecology*.3-4 (26), 69–74. [In Ukrainian].
6. Kulikovs`ka, O.Ye., Atamanenko, Yu.Yu (2017). Rezul`taty` zastosuvannya BPLA pry` geodezy`chny`x vy`miryvannyax na doslidnomu poligoni. [Results of UAV application at geodetic measurements at experimental site] Available at:<http://zgt.com.ua/wp-content/uploads/2014/09/Rezul`taty`-zastosuvannya-bpla-pry`-geodezy`chny`x-vy`miryvannyax-na-doslidnomu-poligoni.pdf> [In Ukrainian].
7. Tampubolon, W., Reinhardt, W. (2014). UAV data processing for large scale topographical mapping. Available at:<https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XL-5/565/2014/isprsarchives-XL-5-565-2014.pdf> [In English].

8. Gustafsson, H., Zuna, L. (2017). Unmanned Aerial Vehicles for Geographic Data Capture: A Review . KTH skolan för arkitektur och Samhällsbyggnad. Stockholm [In English].
9. Buczkowski, A. (2017). How accurate is your drone survey? Everything you need to know. Available at: <http://geoawesomeness.com/accurate-drone-survey-everything-need-know> [In English].
10. A. Lamb. 7 Common Questions About Drones in Agriculture. How high to fly, how to detect crop stress and more Available at: <https://blog.dronedeploy.com/7-common-questions-about-drones-in-agriculture-ffcef76200b8> [In English].
11. Siedov, A. O. (2017). Porady` dronovodam pochatkivcyam [Tips for beginner dronovodam] Available at: <http://www.50northspatial.org/ua/tips-getting-started-with-drones> [In Ukrainian].
12. Rukovodstvo pol`zovatelya Agisoft PhotoScan Professional Edition, versy`ya 1.2 (2016). [Agisoft PhotoScan Professional Edition User Guide, version 1.2.]. Available at: http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_2_ru.pdf [In Russian].
13. . Achasov, A.B. Siedov, A.O., Vlasov, O.V. (2013). Osnovy geoinformatyky [Fundamentals of geoinformatics]: metod. vkaz. H.: HNAU, 53. [In Ukrainian].
14. Instrukciya z topografichnogo znimannya u masshtabax 1:5000, 1:2000, 1:1000 ta 1:500 [Instruction on topographic scaling at scale 1: 5000, 1: 2000, 1: 1000 and 1: 500].(1999).(GKNTA-2.04-02-98), Available at: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98> [In Ukrainian].

Надійшла до редколегії 12.03.2018

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

УДК 504.45.058

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

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна.

пров. Маяковського 7, м. Одеса, 65082, Україна,

e-mail: n.kovaleva@onu.edu.ua

ТРОФІЧНИЙ СТАТУС ДЕЛЬТОВИХ ОЗЕР ДНІСТРА У 2006-2017 РР.

Мета. Оцінка трофічного статусу вод озер дельтової частини Дністра (Біле, Сви́не, Тудорово і Путріно) в 2006-2017 рр. **Методи дослідження.** Визначення гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних характеристик водного середовища озер проводилися за стандартними методиками. Використані чотири індикатори евтрофікації вод: концентрація хлорофілу *a*, чисельність бактеріопланктону, трофічні індекси TSI і TRIX. **Результати.** Проаналізовано особливості фізико-хімічних характеристик вод дельтових озер Дністра. Виявлено підвищення концентрацій біогенних сполук в усіх озерах в останні 12 років. Найнижчий вміст і насичення води киснем за період спостережень зафіксовано в озері Путріно, де при цьому спостерігалися найвищі значення загального азоту і фосфору. Проведений аналіз довгострокових змін хлорофілу *a* і бактеріопланктону. Вперше, на основі результатів комплексних досліджень озер влітку 2006-2017 рр., проведено оцінку трофічного стану вод кожного з дельтових озер. Виявлені статистичні взаємозв'язки між показниками трофічного стану і фізико-хімічними характеристиками озер. **Висновки.** Встановлено, що оцінки трофічного статусу чотирьох озер дельтової частини Дністра по хлорофілу *a*, бактеріопланктону і трофічному індексу TSI практично співпадають і свідчать про зростання трофічного статусу водойм та про погіршення якості вод у 2012-2017 рр. у порівнянні з попередніми роками. Води озер Сви́не, Тудорово і Путріно в останні шість років по всім показникам евтрофікації відповідали гіпертрофному статусу, а трофічність озера Біле за більшістю показників була нижчою і відповідала евтрофному статусу. Трофічний індекс TRIX, який розроблений для оцінки морських вод, практично завжди показує дещо більш високий трофічний статус озер, ніж інші індикатори.

Ключові слова: евтрофікація, хлорофіл, бактеріопланктон, TSI, TRIX

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

Odessa I. I. Mechnikov National University, Odessa, Ukraine

TROPHIC STATUS OF THE DNIESTER DELTA LAKES IN 2006-2017

Purpose. Assessment of trophic status of the Dniester deltaic part lakes (Bile, Svine, Tudorovo and Putrino) in 2006-2017. **Methods.** Determination of hydrological, hydrochemical and hydrobiological characteristics of the lakes aquatic environment has been performed using standard methodologies. Three indicators of eutrophication have been used: chlorophyll *a* concentration, number of bacterioplankton, trophic indices TSI and TRIX. **Results.** Peculiarities of physicochemical characteristics of water in the Dniester deltaic lakes have been analysed. Increased nutrients concentration has been revealed in all the lakes during past 12 years. The lowest oxygen content and oxygen saturation was established in water of the Putrino Lake, where at the same time the highest concentrations of total nitrogen and phosphorus were observed. Analysis of long-term changes of chlorophyll *a* and bacterioplankton has been done. Based on the lakes integrated study in summer time of 2006-2017, assessment of water trophic state has been for the first time performed for each deltaic lake. Statistical interrelations between trophic state indicators and physicochemical characteristics of the lakes have been revealed. **Conclusions.** It was established that the assessment of four deltaic lakes trophic status based on chlorophyll *a*, bacterioplankton and TSI trophic index practically coincided and evidenced increased of the lakes' trophic status and decrease of water quality in 2012-2017 compared with previous years. All the eutrophication indicators in water of the lakes Svine, Tudorovo and Putrino during six last years corresponded to hypertrophic status, while in the Bile Lake most of eutrophication indicators were lower and corresponded to eutrophic status. Trophic index TRIX, which was developed for seawater assessment, practically always showed somewhat higher trophic status of the lakes than other indicators.

Key words: eutrophication, chlorophyll, bacterioplankton, TSI, TRIX

Ковалева Н. В., Мединец В. И., Мединец С. В., Конарева О. П., Солтыс И. Е., Газетов Е. И.

Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова

ТРОФИЧЕСКИЙ СТАТУС ДЕЛЬТОВЫХ ОЗЕР ДНЕСТРА В 2006-2017 ГГ.

Цель. Оценка трофического статуса вод озер дельтовой части Днестра (Белое, Свиное, Тудорово и

Путрино) в 2006-2017 гг. **Методы исследования.** Определение гидрологических, гидрохимических и гидробиологических характеристик водной среды озер проводилось по стандартным методикам. Использованы четыре индикатора эвтрофикации вод: концентрация хлорофилла а, численность бактериопланктона, трофические индексы TSI и TRIX. **Результаты.** Проанализированы особенности физико-химических характеристик вод дельтовых озер Днестра. Выявлено повышение концентраций биогенных соединений во всех озерах за последние 12 лет. Самое низкое содержание и насыщение воды кислородом за период наблюдений зафиксировано в озере Путрино, где при этом определялись наивысшие значения общего азота и фосфора. Проведен анализ многолетних изменений хлорофилла а и бактериопланктона. Впервые, на основе результатов комплексных исследований озер в летний период 2006-2017 гг., проведена оценка трофического состояния вод каждого из дельтовых озер. Выявлены статистические взаимосвязи между показателями трофического состояния и физико-химическими характеристиками озер. **Выводы.** Установлено, что оценки трофического статуса четырех озер дельтовой части Днестра по хлорофиллу а, бактериопланктону и трофическому индексу TSI практически совпадают и свидетельствуют о возрастании трофического статуса водоемов и ухудшении качества вод в 2012-2017 гг. по сравнению с предыдущими годами. Воды озер Свиное, Тудорово и Путрино в последние шесть лет по всем показателям эвтрофикации соответствовали гипертрофному статусу, а трофность озера Белое по большинству показателей была ниже и соответствовала евтрофному статусу. Трофический индекс TRIX, который разработан для оценки морских вод, практически всегда показывает более высокий трофический статус озер, по сравнению с другими индикаторами.

Ключевые слова: эвтрофикация, хлорофилл, бактериопланктон, TSI, TRIX

Вступ

Звісно [1], що сучасні екологічні проблеми Дністра в останні роки викликані антропогенним забрудненням вод і зменшенням обсягів водного стоку. При цьому, зазвичай в дельтовій частині будь-якої річкової системи накопичуються біогенні і забруднюючі речовини з усієї водозбірної площі [2]. Не є виключенням і річка Дністер, в дельтову частину якої потрапляють речовини від промислових і комунальних підприємств України і Молдови майже в повному спектрі найменувань, серед котрих органічні, мінеральні, біогенні і токсичні речовини. Оскільки р. Дністер є також джерелом водопостачання м. Одеси і окремих районів області, то якість річкової води в нижній його частині має важливе значення не тільки для довкілля, але і для здоров'я населення. В дельтовій частині Дністра зосереджена велика кількість заплавлених озер, які відіграють важливу роль у відновленні природних ресурсів дельтової екосистеми, а також використовуються для рибальства і рекреаційних цілей. Забруднення і порушення гідрологічного режиму річки Дністер поступово приводить до деградації екосистем дельтових озер [3]. Найбільш помітні негативні зміни в дельтовій частині Дністра почали відбуватися після введення в експлуатацію каскаду гідроспоруд в верхній частині Дністра, що викликало штучне

зменшення водності річки та деградацію ериків та проток, що з'єднували акваторію озер з русловою системою Дністра [4, 5]. Це призвело до зменшення інтенсивності водообміну з основним руслом річки та погіршення кисневого режиму озер і, як наслідок, пригнічення розвитку гідробіонтів. В озерах Нижнього Дністра періодично спостерігаються масові замори риби та деяких інших гідробіонтів, що свідчить про негативні процеси евтрофікації в екосистемах окремих озер [6, 7, 8], які викликані надмірним надходженням до водних об'єктів дельти Дністра біогенних сполук [9, 10]. Однак за всі роки досліджень оцінка трофічного статусу дельтових озер не проводилася, хоча наявність та інтенсивність процесів евтрофікації у водоймах можна було ідентифікувати як за окремими простими показниками евтрофікації (хлорофіл а, бактериопланктон, концентрації азоту і фосфору) [11, 12], так і за більш об'єктивними, але складними комплексними трофічними індексами TSI і TRIX [13, 14].

Метою нашого дослідження є оцінка трофічного статусу вод найбільших озер дельтової частини Дністра, таких як Біле, Свиное, Тудорово і Путрино в 2006-2017 рр. з використанням різних індикаторів та індексів евтрофікації.

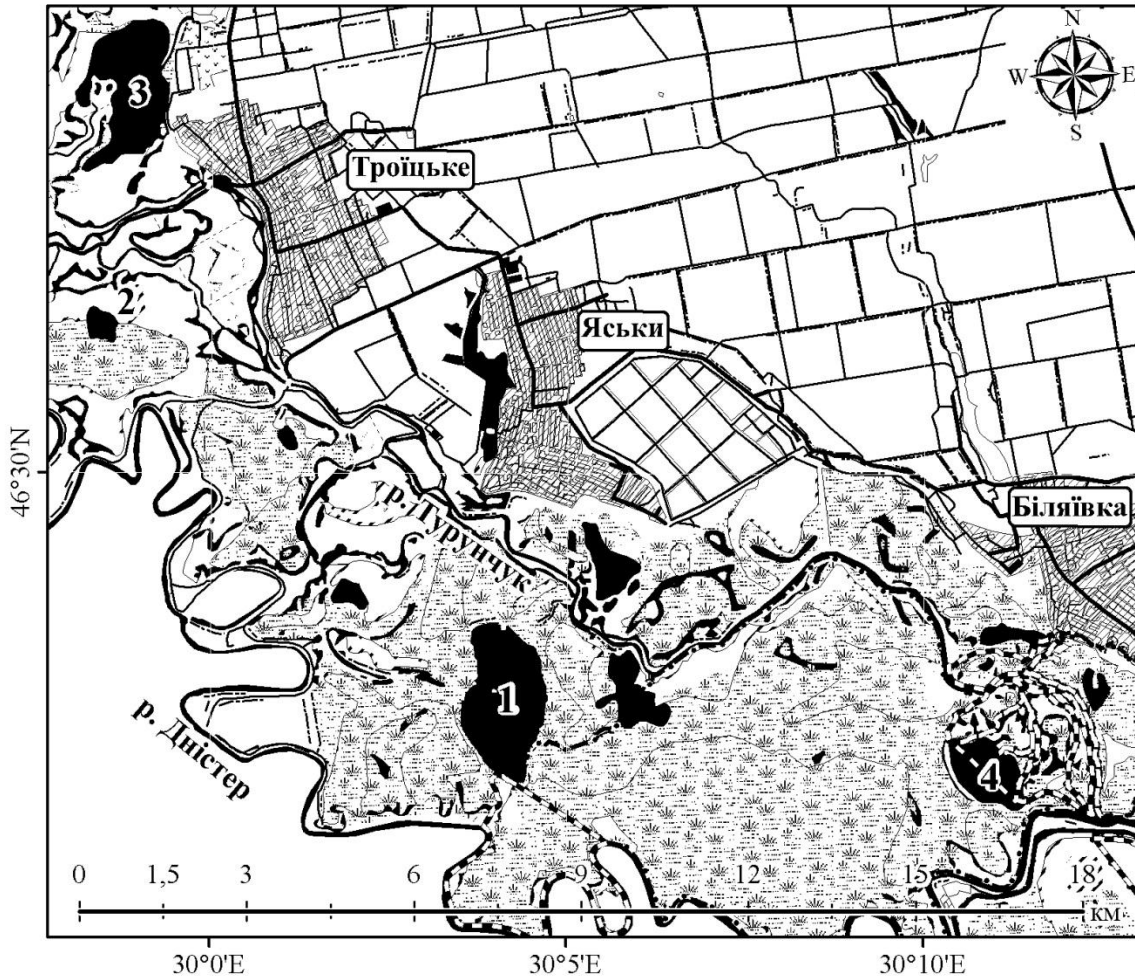
Матеріали і методи

Використані матеріали щорічних експедицій 2006-2017 рр., що проводились спеціалістами Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних дослі-

джень Одеського національного університету імені І.І.Мечникова в озерах Біле, Свиное, Тудорово і Путрино, які розташовані на різних ділянках дельти Дністра (рис.1). В

озерах Біле і Тудорово дослідження проводилися щорічно з 2006 до 2017 рр., а в озерах Свине і Путріно – за виключенням 2008, 2015 і 2016 рр. Всього у 2006-2017 рр. було відібрано і проаналізовано 68 зразків води, у яких визначалися фізико-хімічні і окремі гідробіологічні характеристики за методами, що описані в роботах [15-18].

Для оцінки трофічного статусу вод використані індекси трофічного статусу вод TSI [13] і TRIX [14]. Нами застосовувалася також шкала OECD для визначення трофічного статусу озер за вмістом хлорофілу *a* [11] і національна класифікація якості поверхневих вод суші [12], в якій використовується показник чисельності бактеріопланктону.



Межі зон Нижньодністровського національного природного парку:

— - заповідної зони; — - зони регульованої рекреації;
 - - зони стаціонарної рекреації; — - господарської зони

Рис. 1 – Розташування дельтових озер Тудорово (1), Свине (2), Путріно (3) і Біле (4).

Результати та обговорення

Порівняння гідроморфологічних і фізико-хімічних характеристик водного середовища найбільших плавневих озер Дністра: Тудорово, Путріно, і Біле (табл.1-3), а також невеличкого озера Свине, дозволило виявити наступні їх особливості.

За гідроморфологічними ознаками (довжина, ширина, площа, довжина берегової лінії) озера розподіляються від максимальних до мінімальних значень відповід-

но: оз. Тудорово, оз. Путріно, оз. Біле, оз. Свине. По глибині розподіл дещо інший: оз. Тудорово, оз. Біле, оз. Свине та оз. Путріно. Ці наведені в таблиці 1 гідроморфологічні особливості кожного з озер визначають їх гідролого-гідрохімічні (фізико-хімічні) характеристики (табл. 2 і 3).

Прозорість. Найбільша середня прозорість вод (1,1 м) спостерігалася в оз. Біле, де вона в 1,7 рази перевищувала середні

Таблиця 1

Середні гідроморфологічні характеристики дельтових озер Дністра
влітку 2006 – 2017 рр.

Характеристика	Біле	Свине	Тудорово	Путріно
Довжина, км	1,7	0,6	2,9	2,8
Ширина, км	0,9	0,6	1,6	1,8
Площа, км ²	1,0-1,3	0,2	2,8-4,5	2,2-2,8
Довжина берегової лінії, км	5,0	2,0	7,5	14,6
Найбільша глибина, м	2,2	1,8	3,1	1,4
Середня глибина, м	1,3	0,7	1,5	1,1

Таблиця 2

Середні значення фізико-хімічних характеристик вод дельтових озер Дністра
влітку 2006-2017 рр.

Характеристика	Біле	Свине	Тудорово	Путріно
Прозорість, м	1,1	0,4	0,9	0,4
Температура, °С	24,8	24,7	25,4	25,8
Електропровідність, мСм/см	0,497	0,503	0,419	0,503
Кисень, мг/л	6,15	5,54	8,12	5,20
Кисень, %	77,1	69,4	100,9	66,4
Водневий показник (рН)	7,62	7,57	8,59	7,76
Загальний азот, мгN/л	1,55	1,73	1,85	1,96
Нітрати, мгN/л	0,12	0,25	0,18	0,17
Амоній, мгN/л	0,23	0,25	0,36	0,25
Загальний фосфор, мгP/л	0,15	0,24	0,20	0,28
Фосфати, мгP/л	0,09	0,18	0,09	0,16

Таблиця 3

Граничні значення фізико-хімічних характеристик вод дельтових озер Дністра
влітку 2006-2017 рр.

Характеристика	Біле	Свине	Тудорово	Путріно
Глибина, м	0,5-2,2	0,6-1,8	0,8-3,1	0,2-1,4
Прозорість, м	0,3-2,2	0,2-0,8	0,1-2,5	0,1-0,8
Температура, °С	21,3-27,9	19,6-28,3	22,9-27,9	22,8-30,3
Електропровідність, мСм/см	0,403-0,590	0,410-0,708	0,227-0,549	0,421-0,708
Кисень, мг/л	0,2-17,1	1,8-10,6	0,7-14,1	1,3-9,7
Кисень, %	2,3-220,1	20,2-132,2	8,9-173,4	15,9-128,4
Водневий показник (рН)	6,9-8,9	6,4-8,2	7,3-10,0	6,8-8,2
Загальний азот, мгN/л	0,32-2,97	0,79-2,80	0,27-3,82	0,66-5,17
Нітрати, мгN/л	0,01-0,78	0,02-0,49	0,01-0,41	0,04-0,45
Амоній, мгN/л	0,05-0,51	0,06-0,42	0,05-0,79	0,04-1,02
Загальний фосфор, мгP/л	0,04-0,31	0,04-0,45	0,08-0,52	0,06-0,55
Фосфати, мгP/л	0,02-0,27	0,03-0,44	0,01-0,22	0,02-0,41

значення в озерах Свине і Путріно, та в 1,2 – в оз. Тудорово. Аналіз змін граничних значень прозорості показав, що максимальні її значення за всі роки спостережень були зареєстровані в оз. Тудорово (2,5 м), а мінімальні (0,1 м) – в озерах Біле, Тудорово та Путріно.

Температура. Середні значення температури вод дельтових озер у 2006-20017 рр. (табл. 2) змінювались від 24,7 (оз. Сви-

не) до 25,8 °С (оз. Путріно). Але міжрічні зміни в кожному з озер були більш великими (табл. 3). Мінімальна температура вод за всі літні періоди 2006 – 2017 рр. була зареєстрована 24.07.2013 р. в оз. Свине (19,6 °С), а максимальна – 24.07.2017 в оз. Путріно (30,3 °С).

Електропровідність. Середні за 2006-2017 рр. значення електропровідності змінювались в дуже вузьких межах: від 0,42

(оз. Тудорово) до 0,55 мСм/см (оз. Путріно) і залежали, насамперед від глибини озер. Максимальні значення електропровідності 0,708 мСм/см реєструвалися в мілководних озерах Свине і Путріно 25.07.2007, а мінімальні 0,227 мСм/см в самому глибокому оз. Тудорово 24.07.2012 р.

Кисневий режим озер (табл. 2 і 3) характеризувався великими коливаннями вмісту кисню від 0,2 мг/л (2,3 %) до 17,1 мг/л (220 %) в оз. Біле 24.07.2010 р. і 26.07.2017 р. відповідно. В інших озерах межі коливань були значно меншими, але практично в усіх озерах спостерігалися заморні явища. В оз. Свине вміст і насичення вод киснем знижувалося до 1,81-2,08 мг/л (20,5- 24,1 %) в липні 2006, 2011 і 2013 рр. В оз. Тудорово концентрації кисню 0,97-2,54 мг/л при насиченні 12,2-29,9 % спостерігалися в липні 2010, 2011 і 2015 рр. В оз. Путріно зниження вмісту (1,26-3,28 мг/л) і насиченості (15,5-37,5 %) води киснем, яке веде до загибелі організмів спостерігалося в липні 2006, 2010, 2011 і 2012 рр. При цьому за середніми 2006-2017 рр. значеннями коливання вмісту кисню були менш загрозливими: від 5,2 мг/л (66,4%) в самому мілководному оз. Путріно до 8,12 мг/л (101%) в самому глибокому оз. Тудорово.

Водневий показник (рН). Середні за 2006-2017 рр. значення рН змінювалися в дуже вузьких межах: від 7,57 (оз. Свине) до 8,59 (оз. Тудорово). При цьому максимальні значення рН=10,0 реєструвалися в оз. Тудорово 24.07.16 р., а мінімальні рН=6,4 – в оз. Свине 31.07.2006 р.

Біогенні сполуки. Аналіз наведених в табл. 2 і 3 даних про середні і граничні

значення концентрацій біогенних сполук показав, що вони змінювалися в широких межах, але найменші значення їх середніх концентрацій спостерігалися в оз. Біле, яке за показником біогенного забруднення є найбільш чистим з дельтових озер. В озерах Свине і Путріно, які розташовані поблизу населених пунктів, спостерігалися найвищі середні концентрації всіх біогенних сполук. Максимальні значення концентрацій загального азоту 5,17 мгN/л було зареєстровано в оз. Путріно (липень 2013 р), нітратів – 0,78 мгN/л в оз. Біле (липень 2008), амонію 1,02 мгN/л в оз. Путріно (липень 2007 р.), загального фосфору – 0,55 мгP/л в оз. Путріно (липень 2012 р.) і фосфатів 0,44 мгP/л в оз. Свине (липень 2007 р.). Відмічено тенденцію збільшення концентрацій азоту в усіх озерах у 2012-2017 рр. у порівнянні з попередніми 2006-2011 рр.

Хлорофіл *a*. Концентрація хлорофілу *a* в озерах нижнього Дністра (рис. 2) змінювалася в дуже широкому діапазоні від 1,82 мкг/л в оз. Тудорово в липні 2009 р. до 546,80 мкг/л в оз. Путріно в липні 2012 р. При цьому найменші коливання вмісту хлорофілу *a* спостерігалися в оз. Біле, де концентрації цього пігменту змінювалися від 1,93 мкг/л в липні 2006 р. до 34,58 мкг/л в липні 2016 р. Середня концентрація хлорофілу *a* в оз. Біле дорівнювала 15,53±3,81 мкг/л і була найнижчою серед досліджених озер. В оз. Свине вміст хлорофілу був в 1,4 рази вищим, ніж в озері Біле і в середньому складав 21,86±7,15 мкг/л. При цьому найменша його концентрація (2,28 мкг/л) реєструвалась в липні 2009 р., а найвища (40,81 мкг/л) – в липні 2007 р. Значно

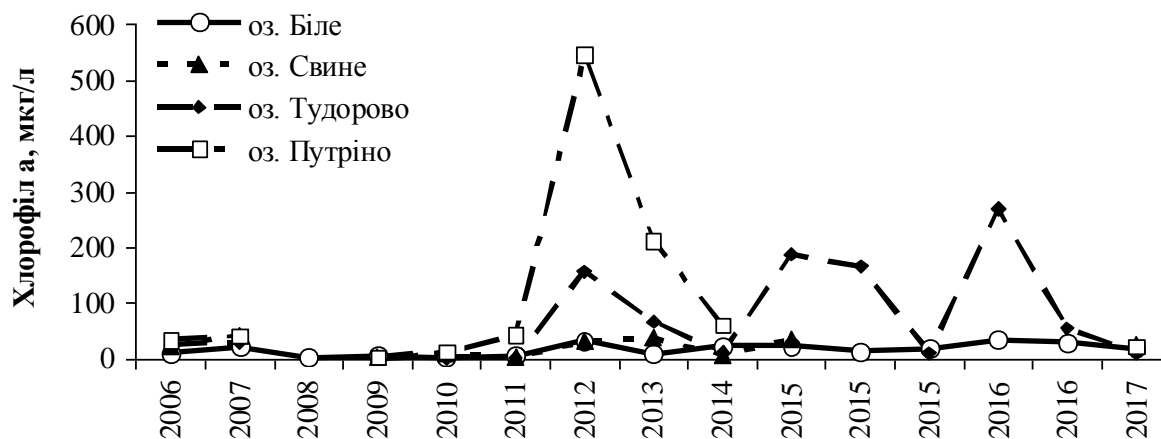


Рис. 2 – Концентрації хлорофілу *a* в дельтових озерах Дністра влітку 2006-2017 рр.

більші концентрації хлорофілу *a* реєструвалися в оз. Тудорово, де вони в середньому склали 64,52±83,54 мкг/л і були в 4 і 3 рази вищими, ніж в озерах Біле і Свине відповідно. Діапазон коливань хлорофілу в оз. Тудорово коливався від 1,82 мкг/л у 2009 р. до 156,86 мкг/л у 2012 р., 188,17 мкг/л у 2015 р. і 270,24 мкг/л у 2016 р.. Ще більш великі коливання вмісту хлорофілу *a* були характерні для оз. Путріно, де діапазон значень складав 4,18-546,80 мкг/л, а середня концентрація сягала 108,63±175,68 мкг/л, що в 1,7-7 разів перевищувало середні концентрації в інших озерах.

Бактеріопланктон. Чисельність бактеріопланктону змінювалася від мінімальних значень 2,06 млн.кл/мл в озері Біле влітку 2008 р. до максимальних 49,87 млн.кл/мл в озері Путріно в липні 2012 р. (рис. 3). Найнижчою в середньому за період спостережень також була чисельність бактерій в оз. Біле, де вона складала 5,76±2,28

млн.кл/мл. В оз. Свине чисельність бактеріопланктону змінювалася від 5,01 млн.кл/мл (липень 2009 р.) до 20,62 млн.кл/мл (липень 2012 р.) і в середньому складала 9,04±4,51 млн.кл/мл, що в 1,7 рази перевищувало значення в оз. Біле. Такого ж рівня величини чисельності бактерій спостерігалися в оз. Тудорово з середнім значенням 9,84±8,95 млн.кл/мл, та діапазоном коливань від 2,09 млн.кл/мл в липні 2010 р. до 35,74 млн.кл/мл в липні 2012 р. Особливо виділялася висока чисельність бактеріопланктону оз. Путріно з середнім значенням 15,08±14,78 млн.кл/мл, що перевищувало середнє значення для озера Біле в 2,6 рази, та в 1,7 і 1,5 рази для озер Свине і Тудорово відповідно. В оз. Путріно в 2012 р. визначено абсолютний максимум чисельності бактеріопланктону за весь період спостережень в дельтових озерах. При цьому загальною рисою динаміки бактеріопланктону в усіх озерах була найвища чисельність в липні 2012 р.

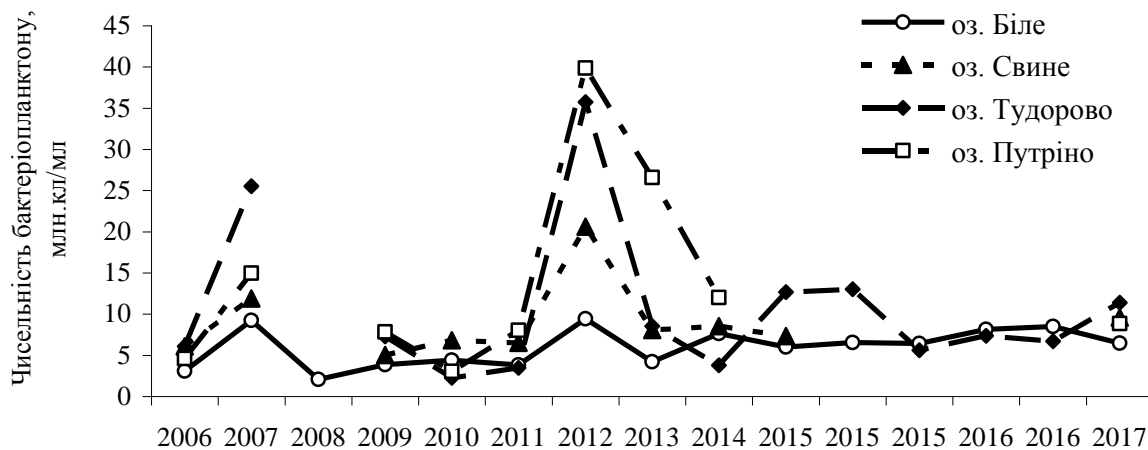


Рис. 3 – Зміни чисельності бактеріопланктону в дельтових озерах Дністра влітку 2006-2017 рр.

Трофічний статус озер визначався нами за чотирма показниками включаючи концентрацію хлорофілу *a*, чисельність бактеріопланктону, трофічні індекси TSI і TRIX. Вказані показники загально визнані і найчастіше використовуються дослідниками для оцінки ступеню евтрофікації водойм [11-15]. Концентрація хлорофілу *a* в озерах гирлової ділянки Дністра змінювалася в діапазоні, який відповідно до класифікації OECD [11] охоплював три категорії трофності вод: мезотрофні (2,5-8 мкг/л), евтрофні (8-25 мкг/л) і гіпертрофні (>25 мкг/л). В оз. Біле коливання концентрацій хлорофілу охоплювали усі три указані категорії, але більшість зразків води (62 %) свідчила про евтрофний статус вод (табл.4).

Не зважаючи на те, що середній вміст хлорофілу *a* в акваторії оз. Біле влітку 2012-2017 рр. виріс у порівнянні з 2006-2011 рр. в 2,7 рази (табл. 5), якість його вод, як і раніше, відповідала евтрофному статусу.

В оз. Свине коливання вмісту хлорофілу *a*, як в оз. Біле, охоплювали три категорії трофності, але значно більшу частку (36%) склали гіпертрофні води (табл.4). В результаті підвищення в 1,9 рази середньої концентрації хлорофілу в останні роки статус вод оз. Свине змінився з евтрофного в 2006-2011 рр. на гіпертрофний в 2012-2017 рр. (табл. 5). В озерах Тудорово і Путріно гіпертрофні води були домінуючими і визначалися в 50% і 46% досліджених проб

Таблиця 4

Відносна кількість зразків води (%) в дельтових озерах Дністра з мезотрофним (1), евтрофним (2) і політрофно-гіпертрофним (3) статусом за оцінкою різних показників евтрофікації в літні періоди 2006-2017 рр.

Озеро	Хлорофіл <i>a</i>			Бактеріопланктон			Індекс TSI			Індекс TRIX		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Біле	24	62	14	14	62	24	10	76	14	0	0	100
Свіне	28	36	36	0	50	50	0	45	55	0	0	100
Тудорово	30	20	50	15	45	40	0	65	35	0	0	100
Путріно	8	46	46	0	42	58	0	36	64	0	0	100

Таблиця 5

Середні значення показників евтрофікації вод в дельтових озерах Дністра в різні періоди спостережень

Озеро	Роки спостережень	Хлорофіл <i>a</i> , мкг/л	Бактеріопланктон млн.кл/мл	TSI	TRIX
Біле	2006-2011	8,35*	3,93*	56,7*	7,3**
	2012-2017	22,56*	7,04*	67,4*	8,1**
Свіне	2006-2011	14,28*	7,92*	68,3*	8,0**
	2012-2017	27,60**	10,82**	73,6**	8,2**
Тудорово	2006-2011	14,85*	5,90*	60,1*	7,3**
	2012-2017	104,18**	11,64**	74,5**	8,7**
Путріно	2006-2011	22,75*	12,39**	66,0*	7,6**
	2012-2017	210,49**	24,32**	81,6**	9,1**

Примітка. Трофічність вод * - евтрофні, політрофні, ** - гіпертрофні.

відповідно. В середньому для озер Тудорово і Путріно вміст хлорофілу *a* в 2012-2017 рр. підвищився в 7-9 разів в порівнянні з попередніми роками (табл. 5), що вказує на зростання трофічності вод і зміну трофічного статусу озер з евтрофного на гіпертрофний.

Чисельність бактеріопланктону в дельтових озерах Дністра згідно класифікації [12] охоплювала чотири категорії трофічності вод: мезотрофні (0,5-2,5 млн.кл/мл), евтрофні (2,6-7,0 млн.кл/мл), політрофні (7,1-10,0 млн.кл/мл) і гіпертрофні (>10 млн.кл/мл). В оз. Біле кількісні зміни бактеріопланктону охоплювали три перші категорії і більшість зразків води (62 %) відповідала евтрофному статусу. Не зважаючи на підвищення в 1,8 рази чисельності бактерій в останні роки (табл. 5) трофічність вод оз. Біле по бактеріопланктону, як і по хлорофілу *a*, відповідала евтрофному статусу. В оз. Свіне чисельність бактеріопланктону перевищувала його кількість в оз. Біле досягаючи категорії гіпертрофних вод. Зростання (в 1,4 рази) середньої чисельності бактерій в останні шість років (табл.5) призвело до зміни статусу вод оз. Свіне по бактеріопланктону з політрофного

на гіпертрофний. В озерах Тудорово и Путріно чисельність бактеріопланктону в переважній більшості досліджень відповідала евтрофному і гіпертрофному стану вод, а в середньому за останні шість років, подібно хлорофілу *a*, свідчила про гіпертрофний статус вод.

Трофічний індекс TSI в озерах Нижнього Дністра влітку 2006-2017 рр. (рис.4) змінювався від 51,5 до 93,6, що згідно класифікації [13] відповідає статусу евтрофних (TSI=50-70) і гіпертрофних (TSI=70-100) вод.

В оз. Біле діапазон змін TSI складав 51,8 - 71,3, але в переважній більшості спостережень (84 %) характеризував води озера як евтрофні і тільки в 16 % спостережень як гіпертрофні. Найвищі значення індексу TSI (70,7-71,3) для оз. Біле, які відповідають гіпертрофному статусу вод, спостерігалися в липні 2014 р. і 2016 р.. В середньому за період з 2006-2011 рр. по 2012-2017 рр. індекс TSI в оз. Біле підвищився в 1,2 рази (табл.5), але залишився в межах значень, що свідчать про евтрофний статус вод. В той же час в оз. Свіне TSI змінювався від 56,8 до 80,9 і більша частка відібраних зразків води (55%)

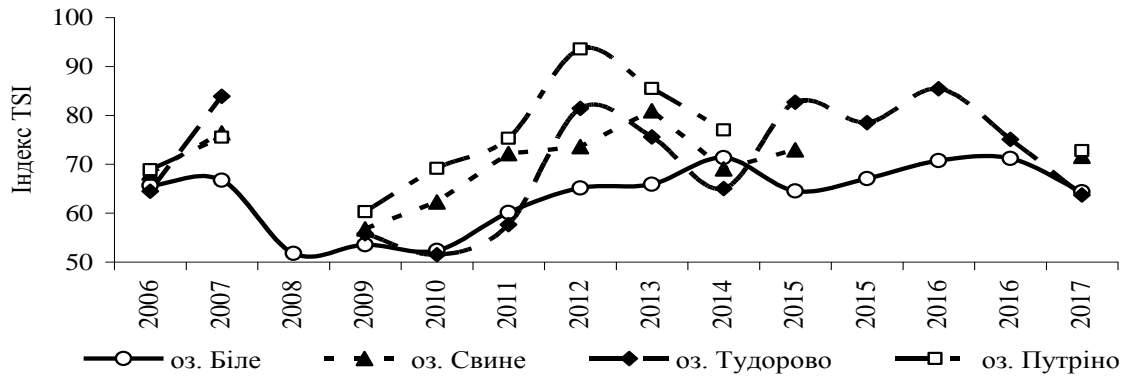


Рис. 4 – Зміни трофічного індексу TSI в дельтових озерах Дністра влітку 2006-2017 рр.

свідчила про гіпертрофний статус. Максимальне значення TSI (80,9) отримано в липні 2013 р. Середнє значення TSI в оз. Свине в період 2006-2011 рр. складало 68,3 і свідчило про евтрофний статус вод, але в останні шість років цей індекс підвищився до 73,6 і став відповідати гіпертрофному статусу вод.

В оз. Тудорово значення TSI склали 51,5-85,4 і були близькими до таких в оз. Свине. Максимальне значення TSI (85,4) отримано в липні 2016 р. Середнє значення індексу TSI в оз. Тудорово в період 2006-2011 рр. складало 60,1 і свідчило про евтрофний статус вод, а в період 2012-2017 рр. він підвищився в 1,2 рази і став відповідати гіпертрофному статусу.

В оз. Путріно, реєструвалися найвищі значення TSI, серед всіх досліджених водойм, які змінювалися від 60,3 до 93,6. Найбільша частка відібраних зразків води (64 %) цього озера відповідала гіпертрофному статусу. Так само як в озерах Свине і Тудорово середній індекс TSI для вод оз. Путріно в 2012-2017 рр. став вище, ніж в попередні шість років і досяг значення гіпертрофних вод.

Трофічний індекс TRIX в дельтових озерах Дністра (рис. 5) змінювався від 6,7 до 10,0, що згідно до класифікації морських прибережних вод і естуаріїв [14] відповідає найвищому, тобто гіпертрофному статусу вод.

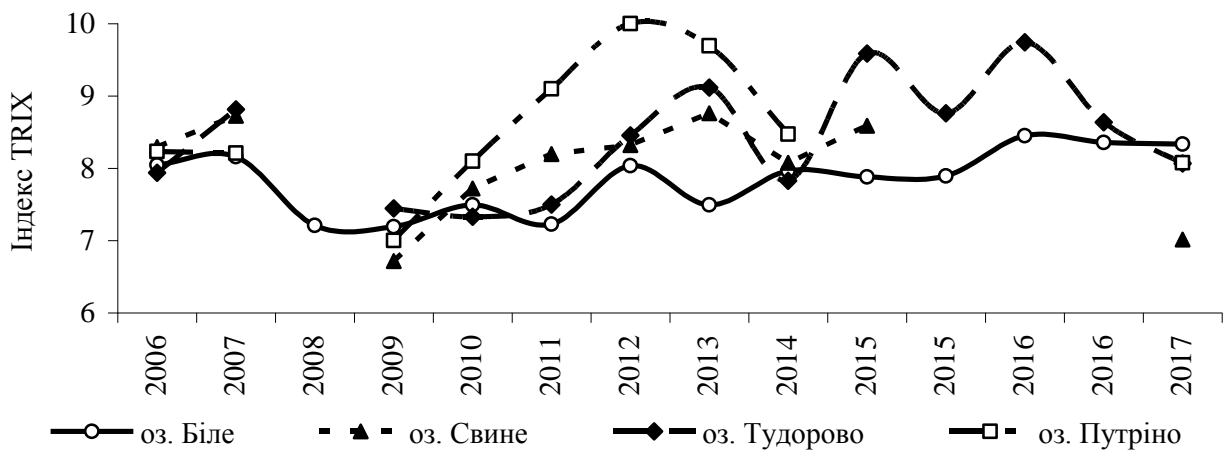


Рис. 5 – Зміни трофічного індексу TRIX в дельтових озерах Дністра влітку 2006-2017 рр.

Найменші значення TRIX, у порівнянні з іншими озерами, визначені в оз. Біле, де в середньому за період 2006-2011 рр. TRIX складав 7,3, а в 2012-2017 рр. зріс до 8,1 (рис. 5, табл. 5). У той же час максимальні значення TRIX були отримані в оз. Путріно, де в останні шість років середнє зна-

чення індексу TRIX досягло максимальної позначки 9,1. Таким чином, як і для інших описаних показників евтрофікації, спостерігалася тенденція збільшення значень індексу TRIX в останні шість років у порівнянні з попередніми роками.

Аналіз статистичних взаємозв'язків

між всіма індексами (індикаторами) трофічного статусу вод озер Біле та Тудорово та іншими наведеними нами характеристиками водного середовища (табл. 6 і 7) показав тісний кореляційний зв'язок між трофічними індексами (TSI і TRIX) між собою, а також з концентрацією хлорофілу *a*, чисельністю бактеріопланктону, прозорістю вод

і вмістом загального фосфору. При цьому звертають на себе увагу деякі розбіжності в зв'язках параметрів в озерах Біле і Тудорово. В оз. Біле визначено дуже високий коефіцієнт кореляції між чисельністю бактеріопланктону і концентрацією хлорофілу *a* при відсутності кореляційного зв'язку цих параметрів з загальним азотом і фосфором.

Таблиця 6

Коефіцієнти взаємної кореляції трофічних індексів і параметрів водного середовища озера Біле у 2006-2017 рр.

Параметри	Хлорофіл <i>a</i>	Бактеріопланктон	TSI	TRIX
Бактеріопланктон	0,87***			
TSI	0,70***	0,72***		
TRIX	0,69***	0,76***	0,88***	
Прозорість	-0,70***	-0,63**	-0,90***	-0,76***
Кисень	0,63**	0,36*	0,35*	0,20
pH	0,59**	0,49*	0,44*	0,34*
Загальний фосфор	0,17	0,25	0,72***	0,58**
Фосфати	-0,17	-0,09	0,32	0,19
Загальний азот	0,08	-0,17	-0,16	0,05

Примітка. Рівень значимості: * - 0,1, ** - 0,01, *** - 0,001

Таблиця 7

Коефіцієнти взаємної кореляції трофічних індексів і параметрів водного середовища озера Тудорово у 2006-2017 рр.

Показник	Хлорофіл <i>a</i>	Бактеріопланктон	TSI	TRIX
Бактеріопланктон	0,43*			
TSI	0,78***	0,67***		
TRIX	0,76***	0,49*	0,89***	
Прозорість	-0,61**	-0,59**	-0,91***	-0,75***
Кисень	0,46*	0,27	0,62***	0,50**
pH	0,74***	0,55**	0,89***	0,79***
Загальний фосфор	0,41*	0,57**	0,76***	0,73***
Фосфати	-0,22	0,41*	0,24	0,12
Загальний азот	0,63**	0,38*	0,56**	0,67***

Примітка. Рівень значимості: * - 0,1, ** - 0,01, *** - 0,001

В оз. Тудорово коефіцієнт кореляції між бактеріопланктоном і хлорофілом був в два рази нижчим, ніж в оз. Біле, але значно вищі коефіцієнти кореляції спостерігались між чисельністю бактерій та вмістом хлорофілу *a* з концентраціями загального азоту і фосфору. Можна припустити, що в оз. Біле переважають природні взаємозв'язки між фіто- і бактеріопланктоном, а в оз. Тудорово діють додаткові антропогенні джерела біогенних сполук. Ці факти потребують по-

дальших досліджень.

Порівняння результатів оцінки трофічного статусу чотирьох дельтових озер Дністра з даними по Кучурганському лиману показали, що оз. Біле за трофічним станом дуже близько до стану вод в середній та нижній частинах Кучурганського лиману [19], хоча верхів'я цього лиману мають більш високий трофічний статус і дані всіх показників на цієї ділянці лиману найбільш схожі до тих, що отримані в оз. Тудорово.

Порівняння отриманих нами даних для дельтових озер з результатами досліджень Дністровського лиману [20] показали, що діапазони коливань трофічних індексів

практично співпадають, що свідчить про однакові причини евтрофікації всіх водойми дельтової частини Дністра.

Висновки

Результати оцінки трофічного статусу чотирьох озер дельтової частини Дністра по хлорофілу *a*, бактеріопланктону і трофічному індексу TSI практично співпадають і свідчать про погіршення якості вод та про зростання трофічного статусу озер Свине, Тудорово і Путріно за усіма показниками до гіпертрофічного в останні шість років (2012-2017 рр.) у порівнянні з попереднім періодом (2006-2011 рр.).

Лише в озері Біле більшість показників евтрофікації на протязі всього періоду спостережень відповідали евтрофічному статусу, що може бути пояснено найбільшою проточністю цього озера.

Використання трофічного індексу TRIX, який розроблений для оцінки трофічного статусу морських вод, давав більш високі значення трофічного статусу озер, ніж інші індикатори, хоча також зафіксував тенденцію зростання значень в останні

шість років. Тому використовувати індекс TRIX доцільно лише у комплексі з іншими індикаторами трофічного статусу прісноводних водойм.

Дослідження виконано в рамках НДР «Визначити джерела і роль азотного навантаження в евтрофікації водних екосистем Нижнього Дністру і Чорного моря», який фінансується Міністерством освіти і науки України у 2017-2019 гг. Автори висловлюють свою подяку співробітникам Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень Одеського національного університету імені І.І. Мечникова Снігірєву С.М., Снігірєву П.М., Грузовій І.Л., Мілевій А.П., Светлічній К.А., які забезпечували відбір зразків в щорічних експедиціях та виконання лабораторних аналізів.

Література

1. Проект ОБСЕ/ЕЭК ООН: Трансграничное сотрудничество и устойчивое управление бассейном реки Днестр Трансграничное диагностическое исследование бассейна р. Днестр. Ноябрь 2005. 90 с. URL: <https://www.osce.org/ru/ukraine/104060?download=true>
2. Крайнюков О.М., Жолткевич Г.М., Доля Г.М. Особливості розподілу забруднюючих речовин у підсистемах річкового басейну//Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна № 849, серія "Екологія", вип. 4, 2009. С. 36-41.
3. Белов В.В., Гриб О.М., Килимник О.М. Екологічні проблеми заплавних озер Нижнього Дністра (на прикладі озера Біле) // Причорноморський екологічний бюлетень. 2010. № 2(36) С.85-88.
4. Лобода Н.С., Тучковенко Ю.С., Гриб К.О., Килимник О.М., Белов В.В., Гриб О.М. Сучасний гідроекологічний стан і проблеми водообміну в екосистемі гирлової ділянки річки Дністер та рекомендації щодо їх вирішення// Мат. Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідро екологічні проблеми та шляхи їх вирішення», 12-14 вересня 2012 р., Одеса:Одеський державний екологічний університет, 2012. С 113-117.
5. Белов В.В., Гриб О.М., Килимник О.М. Сучасний гідроекологічний стан гирлово-плавневої системи річки Дністер та перспективи його поліпшення//Гідрологія, гідрохімія, гідро екологія. 2010. Т. 18. С180-186.
6. Мединець В.И., Конарева О.П., Ковалева Н.В., Снегирев С.М., Биланчин Я.М., Чичкин В.Н., Газетов Е.И., Дерезюк Н.В., Назарчук Ю.С. Результаты исследовательского мониторинга в районе бассейна Нижнего Днестра//Управление бассейном трансграничной реки Днестр и водная рамочная директива Европейского союза. Материалы Международной конференции. Кишинев, 2-3 октября 2008 г. Из-во Eco-TIRAS, Chisinau, 2008. – С. 192-195.
7. Гриб О.М., Белов В.В., Килимник О.М. Гідроекологічні проблеми та водообмін озера Біле в екосистемі Нижнього Дністра// Мат. Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідро екологічні проблеми та шляхи їх вирішення», 12-14 вересня 2012 р., Одеса:Одеський державний екологічний університет, 2012. С. 117-121.
8. Ковальова Н.В., Мединець В.И., Конарева О.П., Снігірєв С.М., Мединець С.В., Солтис І.Е. Гідроекологічний дослідницький моніторинг басейну Нижнього Дністра// Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В.Гнатюка. Сер. Біол., Спец. вип.: Гідроекологія. 2010. № 3(44). С. 113-116. ISSN 2078-2357.

9. Medinets S., Mileva A., Botnar M., Medinets V., Kovalova N., Konareva O. Surplus of Nutrients in the Dniester Delta: Where Does it Come From? : Proceedings of International Conference [“Transboundary Dniester River Basin Management: Platform for Cooperation and Current Challenges.”], (Tiraspol, October 26-27, 2017. Tiraspol: Eco-TIRAS, 2017. P. 252 - 257. URL: <http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/11257>
10. Медінець С.В., Медінець В.І., Моклячук Л.І., Уткіна К.Б., Говард К., Саттон М.А. Створення системи оцінки азотного навантаження у басейні Дністра // Вісник ХНУ ім. В.Н.Каразіна, Серія: «Екологія». 2017. Вип. 16. С.123 – 131. URL: <http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/10802>
11. OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development). Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control. Paris, OECD, 1982.
12. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П., та ін., Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К.: СИМВОЛ-Т, 1998. 28 с.
13. Carlson R.E. A trofic state index for lakes//Limnology and Oceanography. 1977, 22. P. 361-369.
14. Vollenweider R.A., Giovanardi F., Montanari G., Rinaldi A Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. // Environmetrics. 1998. № 9. P. 329-357.
15. Ковалева Н., Медінець В., Снігирев С., Дерезюк Н. Оценка качества вод водных объектов Нижнего Днестра//Мат. Міжнар. конф. «Міжнародна співпраця і управління транскордонним басейном для оздоровлення річки Дністер», Одеса, 30 Вересня-1 Жовтня 2009, Одеса, 2009. С. 131-135.
16. Ковалева Н.В., Медінець В.І., Конарева О.І., Медінець С.В. Интегральная оценка трофического состояния водных объектов дельтовой части Днестра//Мат. Третьей Межд.науч.конф. «Современные проблемы гидроэкологии. Перспективы, пути и методы решения» (Херсон, 17-19 мая 2012 г.), Херсон: 2012, С. 198-201.
17. Ковалева Н.В., Медінець В.І. Микробиологические аспекты формирования качества вод водоемов Нижнего Днестра/ Всеукр. наук.-практ. конф. «Екологія міст та рекреаційних зон», Одеса, 31 травня – 1 червня 2012 р. – Одеса: ІНВАЦ, 2012. С. 227-230.
18. Ковальова Н. В., Медінець В. І., С.В.Медінець С.В., Конарева О.П., Солтис І. Є. Особливості розвитку Бактеріопланктону Куяльницького лиману в 2015-2017 рр. //Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія» 2017. Вип. 17. С. 20-28. URL:<http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/12164>
19. Ковалева Н.В., Медінець В.І., Медінець С.В. Трофический статус вод Кучурганского лимана в 2006-2017 гг.: материалы международной конференции [“Интегрированное управление трансграничным бассейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы.”], (Тирасполь, 26-27 октября 2017 г.) Тирасполь: Eco-TIRAS, 2017. С. 183 - 187. URL:<http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/11255>
20. Ковалева Н.В., Медінець В.І. Оценка современного состояния вод Днестровского лимана с использованием трофических индексов TSI и TRIX. / Мат. Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідро екологічні проблеми та шляхи їх вирішення», 12-14 вересня 2012 р., Одеса:Одеський державний екологічний університет, 2012. С. 94-97.

References

1. Proekt OBSE/EEK OON: Transgranichnoe sotrudnichestvo I ustoichivoe upravlenie bassejnom reki Dnestr. Transgranichnoe diagnosticheskoe issledovanie bassejna reki Dnestr (2005). [OSCE/EEC UN Project: Transboundary cooperation and sustainable management of the Dniester River basin. Transboundary diagnostic study of the Dniester River basin]. <https://www.osce.org/ru/ukraine/104060?download=true> , 90. [In Russian].
2. Крайнуков, О.М., Зголткевич, Г.М., Дольа, Г.М. (2009). Osoblyvosti rozpodilu zabrudnyyichih rehovyn u pidsystemah richkovogo baseiny [Peculiarities of pollutants distribution in river basin subsystems]. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University Series «Ecology»*, 849 (4), 36-41 [In Ukrainian].
3. Byelov, V.V., Gryb, O.M., Kylymnyk, O.M. (2010). Ekologichni problem zaplavnyh ozer Nyzhnyogo Dnistra (na prykladi ozera Bile) [Ecological problems of the Lower Dniester floodplain lakes (on the example of the Byle Lake)]. *Black Sea ecological bulletin*. 2(36), 85-88. [In Ukrainian].
4. Loboda, N.S., Tuchkovenko, Yu.S., Gryb, K.O., Kylymnyk, O.M., Byelov, V.V., Gryb, O.M. (2012). Suchasnyi gidroekologichnyi stan I problem vodoobminu v ekosystemi gyrlovoyi dilyanky richky Dnister ta rekomendatsii schodo yih vyrishennya [Current hydro-ecological state and water exchange problems in the ecosystem of the Dniester River estuarine segment and recommendations as to their resolving]. All-Ukrainian scientific and practical conference «Estuaries of the north-western Black Sea: urgent hydro-ecological problems and the ways to solve them». Odessa Ecological University, 113-117. [In Ukrainian].
5. Byelov, V.V., Gryb, O.M., Kylymnyk, O.M. (2010). Suchasnyi gidroekologichnyi stan gyrlovo-plavnevoyi systemy richky Dnister ta perspektyvy yogo polipshennya [Current hydro-ecological state of the Dniester

- River estuarine reed-bed system and the prospects of its improvement]. *Hydrology, hydrochemistry, hydroecology*. 18, 180-186. [In Ukrainian].
6. Medinets, V.I., Konareva, O.P., Kovalova, N.V., Snigirev, S.M., Bilanchyn, Ya.M., Chichkin, V.N., Gazyetov, Ye.I., Derezyuk, N.V., Nazarchuk, Yu.S. (2008). Rezultaty issledovatel'skogo monitoring v raione basseina Nizhnego Dnestra/Upravlenie basseinom transgranichnoj reki Dnestr I vodnaya ramochnaya direktiva Evropejskogo Soyuza [Results of research monitoring in the Lower Dniester basin area/Management of the transboundary Dniester River basin and the European Union Water Framework Directive]. International conference in Chisinau. Eco-TIRAS, Chisinau. 192-195. [In Russian].
 7. Gryb, O.M., Byelov, V.V., Kylymnyk, O.M. (2012). Hidroekologichni problem ta vodoobmin ozera Bile v ekosystemi Nyzhnyogo Dnistra [Hydro-ecological problems and water-exchange of the Byle Lake in the Lower Dniester ecosystem]. All-Ukrainian scientific and practical conference «Estuaries of the north-western Black Sea: urgent hydro-ecological problems and the ways to solve them». Odessa Ecological University, 117-121. [In Ukrainian].
 8. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Konareva, O.P., Snigirov, S.M., Medinets, S.V., Soltys, I.E. (2010). Hidroekologichniy dislidnytskiy monitoryng baseyny Nyzhnyogo Dnistra [Hydro-ecological research monitoring of the Lower Dniester basin]. Proceedings of Ternopol National *Pedagogical V.Gnatyuk University. Series: Biology, Special Issue: Hydro-ecology*. 3(44). 113-116. ISSN 2078-2357. [In Ukrainian].
 9. Medinets, S., Mileva, A., Botnar, M., Medinets, V., Kovalova, N., Konareva, O..(2017). Surplus of Nutrients in the Dniester Delta: Where Does it Come From? : Proceedings of International Conference [“Transboundary Dniester River Basin Management: Platform for Cooperation and Current Challenges.”], Tiraspol: Eco-TIRAS, 252 - 257. <http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/11257>
 10. Medinets, S.V., Medinets, V.I., Moklyachuk, L.I., Utkina, K.B., Govard, K., Satton, M.A. (2017). Stvorenniya systemy otsinky azotnogo navantazhennya u basenji Dnistra [Creation of a system for nitrogen pressure estimation in the Dniester basin]. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University Series «Ecology»*, 16,123 – 131. <http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/10802> [In Ukrainian].
 11. OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development). Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control. Paris, OECD, 1982.
 12. Romanenko, V.D., Zhukinskiy, V.M., Oksiyuk, O.P. et al. (1998). Metodyka ekologichnoi otsinky yakosti poverhnevnyh vod za vidpovidnymi kategoriyamy [Methodology of ecological assessment of surface waters quality according to respective categories]. CYMVOL-T. - 28. [In Ukrainian].
 13. Carlson R.E. (1977). A trofic state index for lakes/Limnology and Oceanography. 22. 361-369.
 14. Vollenweider, R.A. Giovanardi, F., Montanari, G., Rinaldi, A (1998). Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics*. 9, 329-357.
 15. Kovaleva, N., Medinets, V., Snigirev, S., Derezyuk, N. (2009). Otsenka kachestva vod vodnyh obyektov Nizhnego Dnestra [Assessment of water quality in the Lower Dniester water-bodies]. International conference «International cooperation and management of transboundary basin for the Dniester River environmental health improvement». 131-135. [In Russian].
 16. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Konareva, O.P., Medinets, S.V. (2012). Integralnaya otsenka troficheskogo sostoyaniya vodnykh obyektov deltovoj chasti Dnestra [Integrated assessment of trophic status of the Dniester deltaic part water-bodies]. Third international scientific conference «Current problems of hydro-ecology. Prospects, ways and methods of solution». 198-201. [In Russian].
 17. Kovalova, N.V., Medinets, V.I. (2012). Mikrobiologicheskie aspekty formirovaniya kachestva vod vodoe-mov Nizhnego Dnestra [Microbiological aspects of water quality forming in the Lower Dniester water-bodies]. All-Ukrainian scientific and practical conference «Ecology of cities and recreation areas». INVATS. 227-230. [In Russian].
 18. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Medinets, S.V., Konareva, O.P., Soltys, I.E. (2017). Osoblyvosti rozvytku bakterioplanktony Kuyal'nitskogo lymanu v 2015-2017 r. [Peculiarities of bacterioplankton development in the Kuyalnyk Estuary in 2015-2017]. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University Series «Ecology»*, 17, 20-28. <http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/12164> [In Ukrainian]
 19. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Medinets, S.V. (2017). Troficheskij status vod Kuchurganskogo limana v 2006-2017 gg. [Trophic status of Kuchurganskiy Estuary waters in 2006-2017]. Proceedings of International Conference “Transboundary Dniester River Basin Management: Platform for Cooperation and Current Challenges. Eco-TIRAS. 183 - 187. <http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/11255> [In Russian].
 20. Kovalova, N.V., Medinets, V.I. (2012). Otsenka sovremennogo sostoyaniya vod Dnestrovskogo limana s ispolzovaniem troficheskikh indeksov TSI I TRIX [Assessment of the Dniester Estuary waters current state using the TSI and TRIX trophic indices] All-Ukrainian scientific and practical conference «Estuaries of the north-western Black Sea: urgent hydro-ecological problems and the ways to solve them». Odessa Ecological University. 94-97. [In Russian].

Надійшла до редакції 10.05.2018

УДК 581.526.325

ДЕРЕЗЮК Н. В., МЕДИНЕЦЬ В. І., канд. фіз.-мат. наук, с. н. с.

ГАЗЕТОВ Є. І., ЛЮМКІС П. В.

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова, м. Одеса, Україна

пров. Маяковського 7, м. Одеса, 65082, Україна

e-mail: n.derezyuk@onu.edu.ua

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІТОПЛАНКТОНУ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ В 2016-2017 рр.

Мета. Вивчення сезонних змін кількісних характеристик фітопланктону та біорізноманіття угруповань, зокрема, видового складу потенційно небезпечних (токсичних) видів. **Методи.** Збір та аналіз зразків фітопланктону в прибережних водах Одеської затоки виконано за стандартними методами. Консервацію зразків здійснено з використанням формаліну. Для обробки зразків використано мікроскопи HUND-H600 та OLIMPUS-BH2. Систематика мікроводоростей і ціанобактерій застосована у відповідності до стандартів міжнародних баз. **Результати.** У видовому складі зареєстровано 258 видів фітопланктону. Показано, що головними таксонами фітопланктону є Bacillariophyceae, Dinophyceae, Chlorophyceae і Cyanobacteria. Роль інших таксонів менш значна, і їх поява викликана впливом річкових вод. Зафіксовано розвиток 54 видів фітопланктону, що відносяться до групи потенційно небезпечних (токсичних), серед яких тільки 12 видів сягали рівня цвітіння. Виконано аналіз кількісних характеристик *Noctiluca scintillans*, здатних значно змінювати структуру таксона Dinophyceae в періоди інтенсивного розмноження. **Висновки.** Вперше за останні 20 років у 2016-2017 рр. в прибережних водах Одеської затоки проведено спостереження річного циклу кількісних характеристик фітопланктону. Значних змін у складі таксонів мікроводоростей і збільшенні частоти цвітіння у порівнянні з історичними даними не виявлено. Якість прибережних морських вод Одеської затоки за біологічним елементом якості (фітопланктон) у відповідності з критеріями Водної рамкової директиви оцінено як «Задовільний».

Ключові слова: Чорне море, біомаса, чисельність, біорізноманіття, цвітіння, якість води

Derezyuk N. V., Medinets V. I., Gazetov Ye. I., Liumkis P. V.

ODESSA BAY PHYTOPLANKTON INVESTIGATIONS IN 2016-2017

Odessa National I.I. Mechnikov University, Odessa, Ukraine

Purpose. To reveal seasonal changes of phytoplankton quantitative characteristics including biodiversity and species composition of potentially dangerous (toxic) species. **Methods.** Phytoplankton sampling in Odessa bay coastal waters and samples analyses were carried out using standard methodologies. The samples were preserved using formalin. Microscopes HUND-H600 and OLIMPUS-BH2 have been used for samples analyses. Classification of microalgae and Cyanobacteria was done according to the standards of the international database. **Results.** Species composition of phytoplankton comprised 258 species. It was shown that the dominant phytoplankton species were Bacillariophyceae, Dinophyceae, Chlorophyceae and Cyanobacteria. The role of other taxa was less significant and their occurrence was due to river water influence. Development of 54 phytoplankton species, which refer to the group of potentially harmful (toxic) was registered; only 12 out of their number reached blooming level. Quantitative characteristics of *Noctiluca scintillans*, which can significantly change the structure of Dinophyceae taxon in the periods of intensive breeding, were analysed. **Conclusions.** In 2016-2017, observations of phytoplankton quantitative characteristics annual cycle were performed in Odessa bay coastal waters for the first time over the past 20 years. No significant changes in microalgae taxa composition or increase in blooms frequency were revealed compared to the historical data. The quality of Odessa bay coastal waters based on the biological quality element (phytoplankton) was assessed as “Moderate” in accordance with the EU Water Framework Directive’s criteria.

Key words: Black Sea, biomass, abundance, biodiversity, blooms, water quality

Дерезюк Н. В., Мединец В. І., Газетов Е. І., Люмкіс П. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА ОДЕССКОГО ЗАЛИВА В 2016-2017 гг.

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова.

Цель. Выявление сезонных изменений количественных характеристик фитопланктона и биоразнообразия сообществ, включая видовой состав потенциально опасных (токсичных) видов. **Методы.** Сбор и анализ проб фитопланктона в прибрежных водах Одесского залива выполняли стандартными методами. Консервация образцов осуществлялась с использованием формалина. Для обработки проб использовались микроскопы HUND-H600 и OLIMPUS-BH2. Систематика микроводорослей и цианобактерий проведена в соответствии со стандартами международных баз. **Результаты.** Видовой состав фитопланктона представлен 258 видами. Показано, что доминирующими видами фитопланктона были Bacillariophyceae, Dinophyceae, Chlorophyceae и Cyanobacteria. Роль других таксонов была менее значимой, и их появление

было вызвано влиянием речных вод. Было зафиксировано развитие 54 потенциально опасных (токсичных) видов фитопланктона, среди которых только 12 видов достигали уровней цветения. Выполнен анализ количественных характеристик *Noctiluca scintillans*, значительно влияющей на структуру таксона Dinophyceae в периоды интенсивного размножения. **Выводы.** Впервые за последние 20 лет в 2016-2017 гг. в прибрежных водах Одесского залива проведены наблюдения годового цикла количественных характеристик фитопланктона. Значительных изменений в составе таксонов микроводорослей и увеличении частоты цветений по сравнению с историческими данными выявлено не было. Качество прибрежных морских вод Одесского залива по биологическому элементу качества (фитопланктон), в соответствии с критериями Водной рамочной директивы ЕС, оценено как «Удовлетворительное».

Ключевые слова: Черное море, биомасса, численность, биоразнообразие, цветение, качество воды

Вступ

Відомо [1, 2], що фітопланктон є найважливішою первинною автотрофною ланкою харчових ланцюгів морських екосистем, який першим реагує на гідрологічні і гідрохімічні зміни, насамперед на підвищення вмісту біогенних сполук у воді. При цьому кількісні характеристики стану фітопланктону дають змогу оцінювати не тільки його стан, а також і якість морського середовища в цілому [3, 4]. Враховуючі унікальність північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) в формуванні первинної продуктивності всього Чорного моря, наприкінці минулого століття спеціалістами Одеської філії Інституту біології Південних морів та Українського наукового Центру екології моря [3, 5, 6, 7] виконувались регулярні комплексні дослідження стану морських екосистем у ПЗЧМ, які дозволили отримати повну інформацію про стан фітопланктону в період евтрофікації ХХ ст. [8, 9]. В той час у Чорному морі спостерігали надмірне збільшення вмісту біогенних елементів внаслідок антропогенного забруднення, яке викликало підвищення первинної продуктивності екосистеми, насамперед різке збільшення маси микроводорослей і ціанобактерій [5, 9, 10]. За допомогою математичної моделі розраховано довгострокові періоди збереження "забрудненої" або річкової води в Одеській затоці від 14 до 40 діб [11].

Методи дослідження

Об'єктом дослідження є прибережні води Одеської затоки, предметом дослідження – кількісні характеристики та видовий склад фітопланктону у 2016-2017 рр.

Відповідно до програми досліджень зразки фітопланктону збирали щодавно на реперній станції МНBS-R з глибиною 3 м та на станціях щомісячних зйомок з глибиною 4 м ÷ 14 м на віддаленні 100 ÷ 600 м

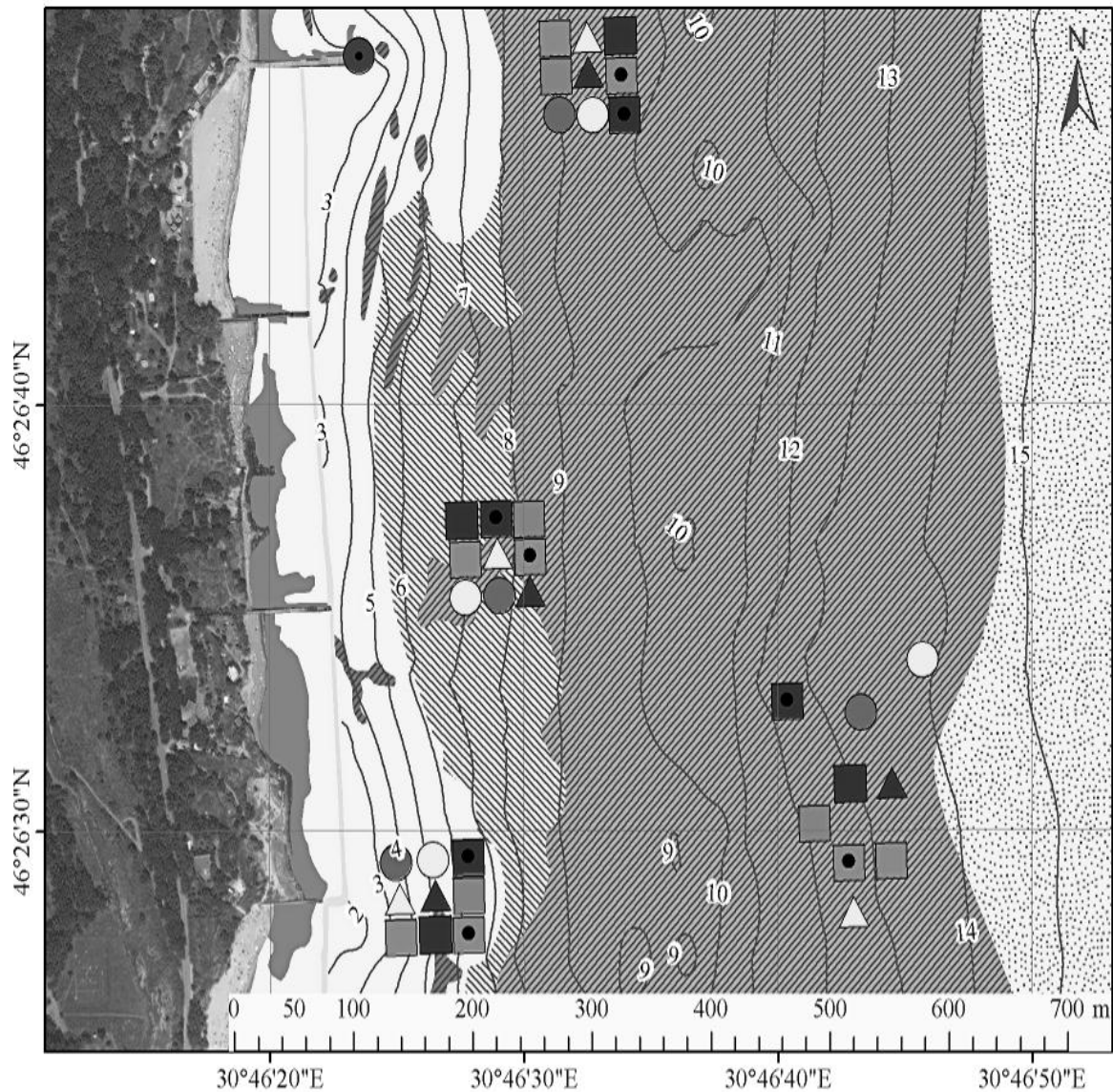
В останні 16 років регулярні спостереження за станом фітопланктону в ПЗЧМ проводили науковою групою Одеського національного університету імені І. І. Мечникова (ОНУ) в прибережних водах острова Зміїний [12, 13], та епізодичні спостереження в Одеській затоці здійснювались представниками Інституту морської біології НАНУ і Українського наукового Центру екології моря [5, 10, 14, 15].

Враховуючі той факт, що на берегах Одеської затоки розташований один з найбільш портово-міських агломератів Чорного моря, моніторинг якості морського середовища, і насамперед стану фітопланктону, є пріоритетним екологічним завданням, особливо в моменти цвітіння фітопланктону, що спостерігаються протягом останніх років [14, 15]. Саме тому, в рамках міжнародного проекту ЕМБЛАС II, з лютого 2016 р. до червня 2017 р. була реалізована пілотна програма інтегрованого моніторингу, одним з найважливіших елементів якої був збір і аналіз зразків фітопланктону [12, 16].

Мета – вивчення сезонних змін кількісних характеристик фітопланктону, в тому числі потенційно небезпечних (токсичних) видів, включаючи оцінку сучасного стану біорізноманіття.

від берегової лінії (рис. 1).

Зразки води для визначення фітопланктону збирали за допомогою батометру Hydrobios та аналізували за стандартними методами, детально описаними в роботах [13, 17, 18]. В якості консерванту використовували 2 % нейтральний розчин формаліну. Згущення зразків фітопланктону в лабораторії здійснювали седиментаційним ме-



- Щодокадна станція МНBS-R;
- Щомісячні станції, що виконані ○ – 22, 26.04.2016 р., ■ – 01.06.2016 р.;
- – 01-02.07.2016 р.; ■ – 21.07.2016 р.; ■ – 29.08.2016 р.; ▲ – 22.09.2016 р.;
- △ – 03.11.2016 р.; ● – 26.05.2017 р.; ■ – 29.06.2017 р.

Рис. 1 – Розташування станцій відбору зразків фітопланктону в прибережних водах Одеської затоки у 2016-2017 рр.

тодом після 3-тижневої експозиції. Тотальний збір дінофітової мікроводорості ноктілюки *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy в стовпі води (0 – дно) проводили за допомогою сітки Джеді.

Для обробки зразків використовували мікроскопи HUND-H600 та OLIMPUS-BH2. Систематика мікроводоростей та ціанобактерій надана у відповідності до стандартів міжнародних баз даних [19, 20, 21]. Розрахунки об'ємів клітин, їх чисельності і біомаси вико-

нані за авторською програмою TRITON® [22]. Відносна щільність по воді клітин мікроводоростей приймалася за 1,0–1,05. Індекс біорізноманіття був розрахований по формулі Шенона [1]. Потенційно токсичні і небезпечні види фітопланктону класифікували за публікаціями досліджень [20, 23 – 25]. Паралельно зі зборами зразків фітопланктону проводили спостереження основних фізико-хімічних та гідрохімічних характеристик води за стандартними методами [13, 18].

Результати досліджень та обговорення

За результатами досліджень зразків фітопланктону, які збирали щодавно на реперній станції МНBS-R (всього 74 зразка) та щомісячно (94 зразка) на інших станціях району Одеської затоки (рис.1), накопичений масив експериментальних даних, аналіз якого дозволив вивчити сезонні зміни фітопланктону в період з лютого 2016 по червень 2017 р.

Аналіз видового складу показав, що з лютого 2016 р. по червень 2017 р. в прибережних водах Одеської затоки зареєстровано 258 видів фітопланктону з 12 класів: Діатомові – *Bacillariophyceae* (92 види в 167 зразках), Дінофітові – *Dinophyceae* (69 видів в 165 зразках), Зелені – *Chlorophyceae* (35 в 93 зразках), Ціанобактерії – *Cyanobacteria* (25 в 73 зразках), Примнезієві – *Prymnesiophyceae* (15 в 102 зразках), Евгленові – *Euglenoidea* (6 в 25 зразках), Золотисті – *Chrysophyceae* (4 види в 16 зразках), Криптофітові – *Cryptophyceae* (4 в 107 зразках), Діктохові – *Dictyochophyceae* (2 види в 2 зразках), Хоанофлагеляти – *Choanoflagellata* (2 види в 9 зразках), Ебрідієві – *Ebriophyceae* (2 в 14 зразках), Кон'югати – *Conjugatorphyceae* (2 види в 3 зразках). Вперше в районі досліджень були знайдені кон'югати (*Closterium*

lineatum Ehr. et Ralfs та *Staurastrum chaetoceros* (Schroed.) Sm.), які не фіксували раніше [6, 10, 14].

Враховуючі більш репрезентативну кількість і частоту збору зразків фітопланктону на реперній станції МНBS-R, детальний аналіз сезонних змін видового складу, чисельності та біомаси фітопланктону проведено нами саме для цієї станції (рис. 2, 3).

В досліджених зразках води кількість видів фітопланктону у поверхневому шарі води коливалась від 11 (20.12.2016) до 42 видів (10.06.2016); у придонних шарах води (біля 2,5 м) від 10 до 38 видів (рис. 2).

Середня кількість мікроводоростей на обох горизонтах складала 20 видів. У 17 випадках (23% від сумарної кількості зразків) число видів у придонному шарі води перевищувало число видів у поверхневому. Максимуми в розподілі кількості видів спостерігали в червні 2016 р. і 2017 р., а мінімальну кількість видів – у квітні 2016 р. і 2017 р. та у вересні – листопаді 2016 р., що відповідає нормальному сезонному розвитку чорноморського фітопланктону [2, 6, 7].

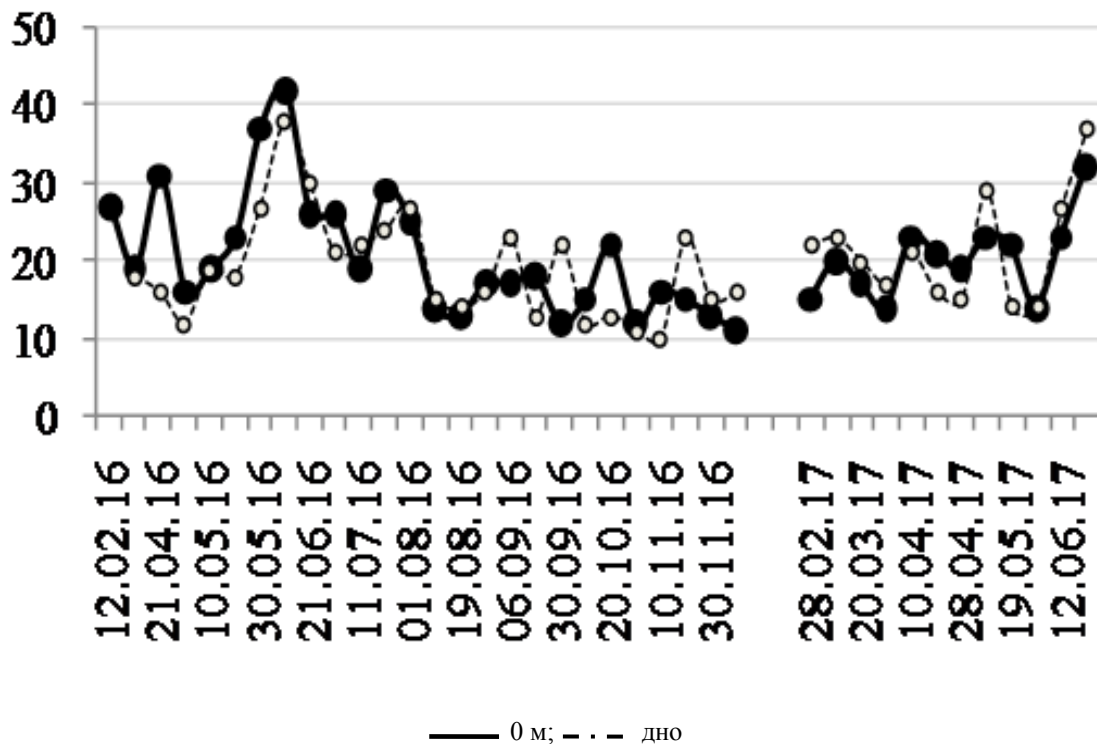


Рис. 2 – Кількість видів фітопланктону в щодавніх зразках води, які збирали у поверхневих та придонних шарах води на станції МНBS-R в Одеській затоці в 2016–2017 рр.

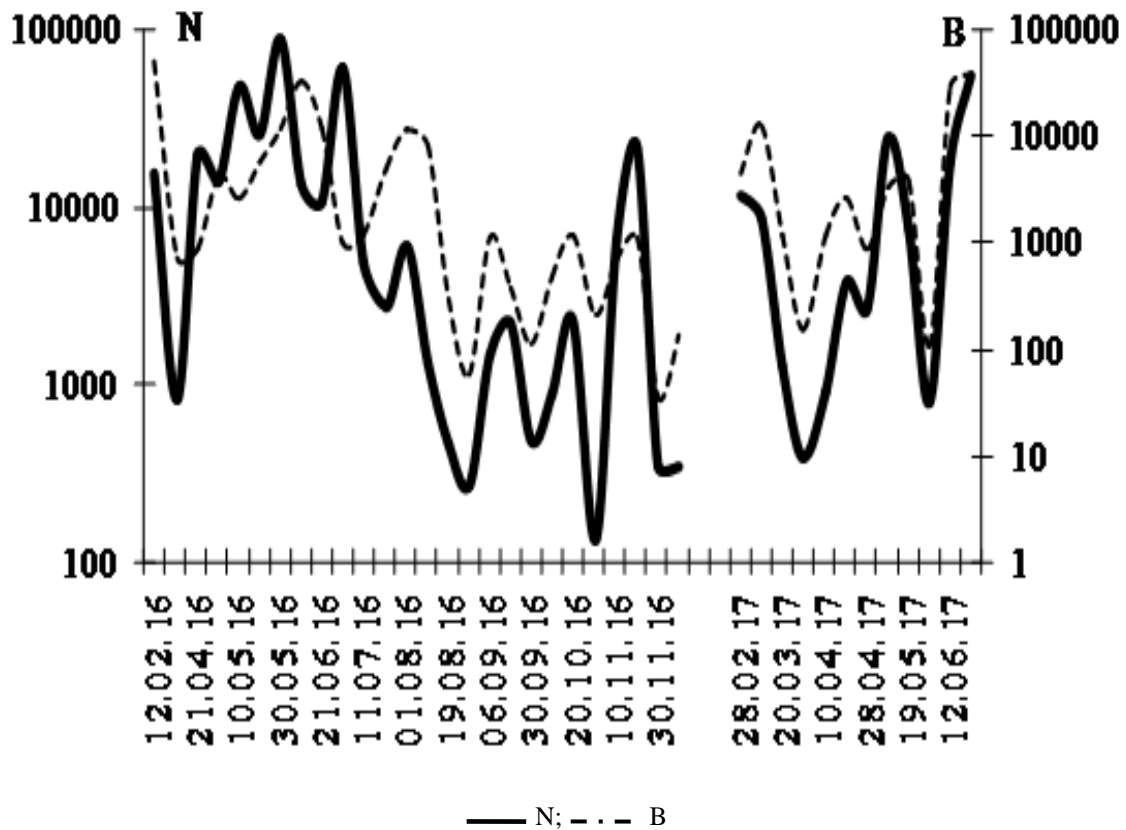


Рис. 3 – Сумарна чисельність (N, кл. · 10³ · л⁻¹) та біомаса мікродоростей (B, мг · м⁻³) в поверхневому шарі води станції МНBS-R в Одеській затоці в 2016–2017 рр.

В змінах кількісних характеристик фітопланктону на станції МНBS-R (рис. 3) спостерігалась висока мінливість розвитку планктону та формування 3 сезонних максимумів: лютий, травень – червень і листопад 2016 р. та лютий і травень 2017 р. Максимальна чисельність фітопланктону в поверхневому шарі води зареєстрована 30 травня 2016 р. (86555 кл. · 10³ · л⁻¹), а мінімальна 1 листопада 2016 р. (134 кл. · 10³ · л⁻¹). Максимуми біомаси фітопланктону формувалися влітку (червень, серпень 2016 р.) та навесні (березень, травень і червень 2017 р.), а мінімуми – наприкінці серпня та листопада 2016 р. і наприкінці березня і травня 2017 р. Максимальна біомаса в поверхневому шарі води була зареєстрована 12 лютого 2016 р. (49050 мг · м⁻³), та в червні 2017 р. (37152 мг · м⁻³), а мінімальна 30 листопада 2016 р. (35 мг · м⁻³). Великі маси фітопланктону в умовах «зберігання» забрудненої води на акваторії затоки довгий час [11] створює загрозу стабільності стану біоценозу.

З огляду на те, що розвиток фітопланктону завжди залежить від гідролого-гідрохімічного режиму [2, 3, 4], а також, що

район Одеської затоки знаходиться від постійним впливом річкових вод, які надходять від дельтових районів річок Дніпра, Бугу та Дністра [5, 6, 10, 14], проаналізовано результати вимірювань основних фізико-хімічних характеристик водних мас (рис. 4, 5), що проведені одночасно зі збором зразків фітопланктону [12].

Короткий аналіз фізико-хімічних показників показав наступне. В розподілі солоності сезонний хід відсутній, але на протязі 2016-2017 рр. спостерігали дуже значні зміни від 8,65 PSU (30.03.2017 р.) до 17,27 PSU (23.03.2016 р.) і 17,36 PSU (30.03.2017 р.). Рівень солоності характеризував походження водної маси. При середньому значенні солоності 15,74 ± 1,30 PSU для всього періоду спостережень 21.04.2016 р., 30.05.2016 р., 21.06.2016 р., 21.11.2016 р. та 10.03.2017 р. спостерігали різкі зменшення солоності: з 17,27 до 13,76 PSU; з 16,85 до 11,85; з 16,44 до 10,96; з 16,91 до 13,39 та з 16,55 до 8,65 PSU відповідно. Саме ці дати можна ідентифікувати як час потрапляння до району розпріснених водних мас. Температура води мала чіткий сезонний хід та в період досліджень

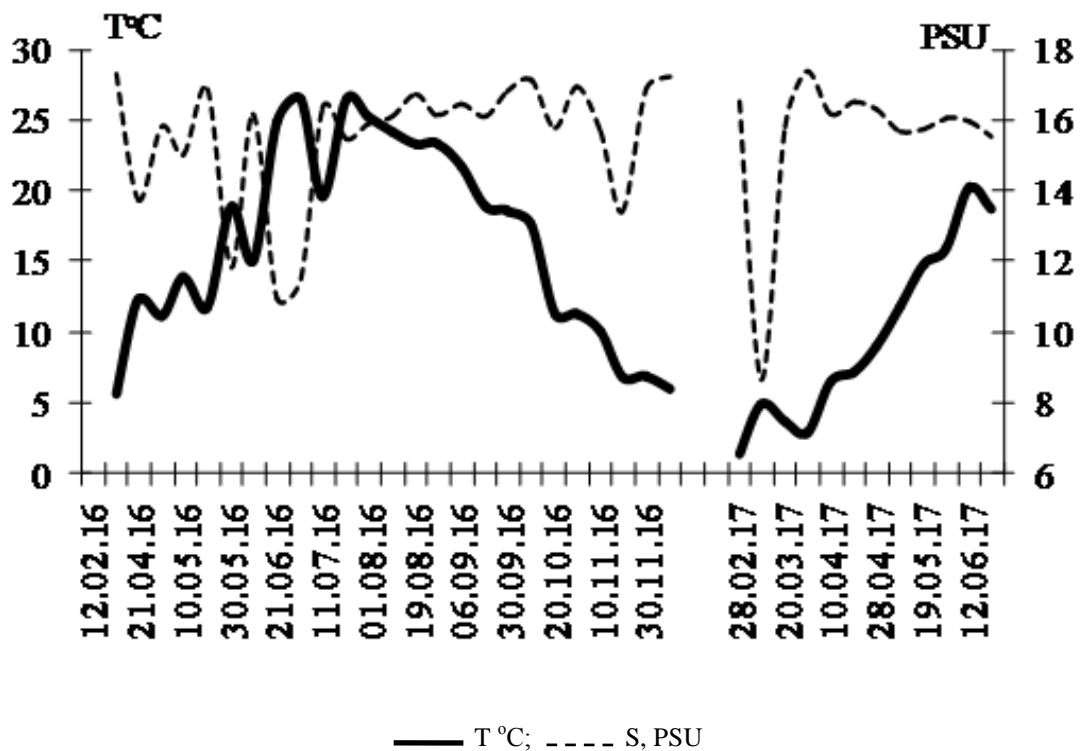


Рис. 4 – Середні значення температури води та солоності водного шару (0 м – дно) на станції MHBS-R в Одеській затоці в 2016-2017 рр.

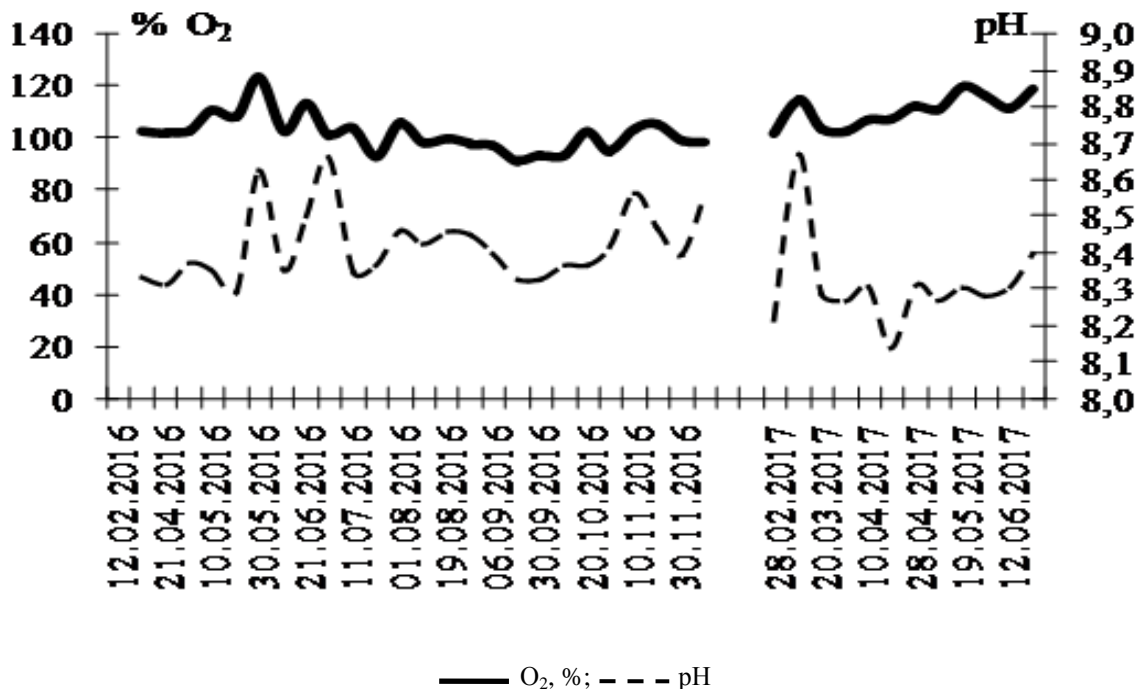


Рис. 5 – Середні значення насиченості киснем та водневого показника водного шару (0 м – дно) на станції MHBS-R в Одеській затоці в 2016–2017 рр.

коливалась від 1,5 °С (28.02.2017 р.) до 26,5 °С (29.06 та 20.07.2016 р.) при середньому значенні $14,2 \pm 6,1$ °С. Монотонність сезонних

змін температури декілька разів порушувалась, коли до району спостережень надходили холодні морські водні маси (20.05.2016 р.,

10.06.2016 р., 11.07.2016 р.) і температура води зменшувалась на 2–5 °С, а потім знову зростала на 5–10 °С (30.05.2016 р., 29.06.2016 р., 20.07.2016 р.). Концентрації розчиненого кисню на станції МНБС-Р коливались в залежності від сезону в межах від 7,2 мг/л (29.06.2016 р.) до 13,89 мг/л (10.03.2017 р.) при середньому значенні $9,89 \pm 1,47$ мг/л. Показник відносної насиченості вод киснем (O_2 , %) змінювався в межах від 90,9 % (21.09.2016 р.) до 122,7 % (30.05.2016 р.) при середньому значенні $104,2 \pm 6,4$ %. Водневий показник морських прибережних вод Одеської затоки в 2016–2017 рр. змінювався в межах від 8,14 (19.04.2017 р.) до 8,66 і 8,67 (29.06.2016 р. і 10.03.2017 р.) при середньому значенні $8,43 \pm 0,11$. При цьому слід відмітити, що коливання значень насиченості киснем і водневого показника спостерігали синхронно зі змінами солоності і температури (рис. 4, 5). Статистичний аналіз виявив значимі кореляційні взаємозв'язки (при $P > 0,95$): між температурою та концентрацією розчиненого кисню ($r = -0,92$) і водневим показником ($r = 0,30$), що свідчить про переважання природних процесів; між солоністю і відносною насиченістю киснем, водневим показником і прозорістю води ($r = -0,43$; $r = -0,63$ та $r = 0,28$ відповідно), тобто при зниженні солоності морських вод в Одеській затоці, що завжди було обумовлено адвекцією розпріснених вод, відносна насиченість води киснем і водневий показник зростали, а прозорість води знижувалась; між прозорістю та відносною насиченістю киснем, водневим показником та солоністю ($r = 0,24$; $r = -0,54$ та $r = 0,28$ відповідно).

Аналіз статистичних взаємозв'язків змін чисельності і біомаси фітопланктону (рис. 3) та фізико-хімічних характеристик (рис 4, 5) показав, що значимі коефіцієнти кореляції ($P > 0,95$) сумарної чисельності фітопланктону були зафіксовані з відносною насиченістю киснем ($r = 0,53$), солоністю ($r = -0,45$) та водневим показником ($r = 0,32$). Для біомаси фітопланктону значимі кореляційні зв'язки ($P > 0,95$) спостерігалися лише з відносною насиченістю киснем ($r = 0,38$) та температурою ($r = 0,26$).

У видовому складі фітопланктону дослідженого району найбільш частіше реєструвались мікроводорості і ціанобактерії (табл. 1), хоча їхній відносний внесок не завжди була головним в популяціях фітопланктону. Більшість зазначених видів таксонів діатомових і дінофітових водоростей

створювали сезонні угруповання, які змінювали одне одного в залежності від сезону. В період досліджень 9 видів мікроводоростей розвивалися постійно з весни до початку зими, хоча і не домінували постійно за чисельністю або біомасою в складі фітоценозу: *Chaetoceros curvisetus*, *Ditylum brightwellii*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*, *Prorocentrum micans*, *Triplos furca*, *Emiliania huxleyi*, *Leucocryptos marina*. Поява *Synedra ulna*, *Dunaliella viridis*, *Monoraphidium contortum*, *Limnithrix planktonica* (березень – травень) була пов'язана зі збільшенням впливу річкових вод, що підтверджується даними щодо солоності (рис. 4). Кількість морських видів фітопланктону в Одеській затоці становила 53,5 % від сумарної, прісноводні види – 41 %, космополіти – 5,5 % [19, 21]. Видовий склад фітоценозу був звичайним для ПЗЧМ, втім, вперше в районі досліджень були знайдені прісноводні кон'югати (*Closterium lineatum* Ehr. et Ralfs та *Staurastrum chaetoceros* (Schroed.) Sm.), які не фіксували раніше [6, 10, 14].

Аналіз відносної частки окремих таксонів (груп) в сумарну чисельність фітопланктону на реперній станції (МНБС-Р) показав (рис. 6), що головними таксонами були ціанобактерії, які в період досліджень давали в середньому 38,1 % та змінювались в інтервалі від 1 % до 88 %. На другому місті були діатомові водорості – 33,4 % (від 1 % до 99 %); примнезієві водорості – 22,1 % (від 2 % до 87 %); зелені водорості – 16,8 % (від 1 % до 52 %); криптофітові – 14,7 % (від 1 % до 73 %), дінофітові водорості – 4,7 % (від 0,1 % до 27 %). Незначний внесок до сумарної чисельності фітоценозу притаманний таксонам: хоанофлагелятам, з середньою чисельністю 3,9 %; золотистим мікроводоростям – 3,8 %; евгленовим водоростям – 0,4 %.

Максимум розвитку ціанобактерій, які давали найбільший внесок до сумарної чисельності фітоценозу, спостерігали в травні 2016 р. ($55526 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$). За період досліджень було тричі зафіксовано масовий розвиток ціанобактерій (30.05.2016 р., 21.11.2016 р., 20.06.2017 р.), коли їх чисельність в зразках води значно перевищувала чисельність діатомових і дінофітових водоростей. Максимальну чисельність діатомових водоростей фіксували також в травні 2016 р. ($27098 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$), або в червні 2017 р. ($27779 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$). В період інтенсивного розвитку видів, звичайних для

Таблиця 1

Перелік найпоширеніших видів фітопланктону в 2016–2017 рр.

№№	Назва виду	Період розвитку, місяці
Bacillariophyceae		
1	<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey	5–7
2	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cl.	5–6, 11
3	<i>Chaetoceros socialis</i> Laud.	5–7
4	<i>Coscinodiscus janischii</i> A.S.	6–11
5	<i>Cyclotella caspia</i> Grun.	4, 6–7
6	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehr.) Reim.et Lewin	3–9
7	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Berg.) Hasle	5–7
8	<i>Ditylum brightwellii</i> (West.) Grun.	3–7, 11, 12
9	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cl.) Heid. et Kolbe	4–11
10	<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cl.	3–7, 11
11	<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch.) Ehr.	4–7, 9
12	<i>Pseudosolenia calcar avis</i> (Schul.) Sunst.	6–9
13	<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun.	7–11
14	<i>Thalassiosira parva</i> Pr.-Lavr.	2–4
Chlorophyceae		
15	<i>Dunaliella viridis</i> Teodor.	4–6
16	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.	3–7, 11
Dinophyceae		
17	<i>Ceratium fusus</i> (Ehr.) Dujard.	6–10
18	<i>Diplopsalis lenticula</i> Bergh.	6–9
19	<i>Gymnodinium wulffii</i> Sch.	4–8
20	<i>Gyrodinium lachryma</i> (Meunier) Kof.et Sw.	2–7
21	<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehr.) Stein	2–9
22	<i>Lessardia elongata</i> Saldar. et F.J.R.Taylor	5–8
23	<i>Lyngulodinium polyedrum</i> (Stein) Dodge	6–9
25	<i>Noctiluca scintillans</i> (Mac.) Kof. & Sw.	6–12
24	<i>Prorocentrum cordatum</i> (Osten.) Dodge	6–12
26	<i>Prorocentrum micans</i> Ehren.	5–7, 9–11
27	<i>Prorocentrum scutellum</i> Schr.	6–11
28	<i>Proto-peridinium pellucidum</i> (Bergh) Schutt	3–9
29	<i>Tripos furca</i> (Ehrenberg) F.Gómez	5–9
Cyanobacteria		
30	<i>Limnithrix planktonica</i> (Wolosz.) Meffert	4–7, 9–11
Prymnesiophyceae		
31	<i>Emiliana huxleyi</i> (Lohm.) Hay et Mohler	6–11
Cryptophyceae		
32	<i>Leucocryptos marina</i> (Braar.) Butcher	3–12

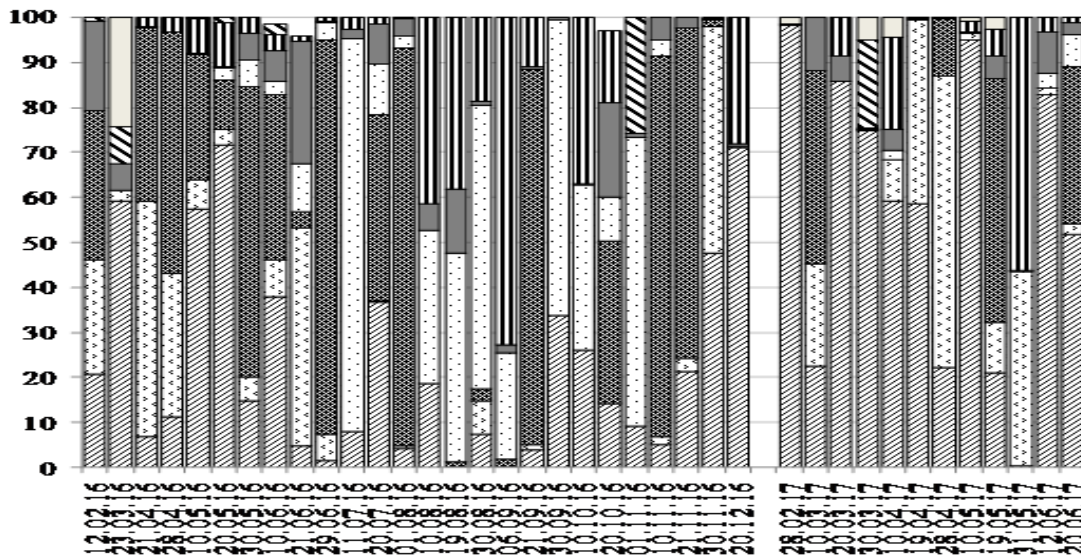
Одеської затоки (див. табл. 1). Наприкінці травня 2016 р. максимум чисельності примезієвих водоростей на реперній станції (MHBS-R) сягав $5188 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$. Максимальну чисельність зелених водоростей зафіксували 21.04.2016 р. ($10122 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$), коли їхня чисельність в 7 раз перевищувала чисельність діатомових (рис. 6).

Бурхливий розвиток криптофітових водоростей на реперній станції (MHBS-R) спостерігали у травні 2016 р. ($3688 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$) і в вересні 2016 р. ($1047 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$). Найбільш

інтенсивний розвиток динофітових водоростей, не враховуючи чисельність ноктілюки, на 0 м спостерігали в травні–червні 2016 ($5245 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$) і в червні 2017 ($1605 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$).

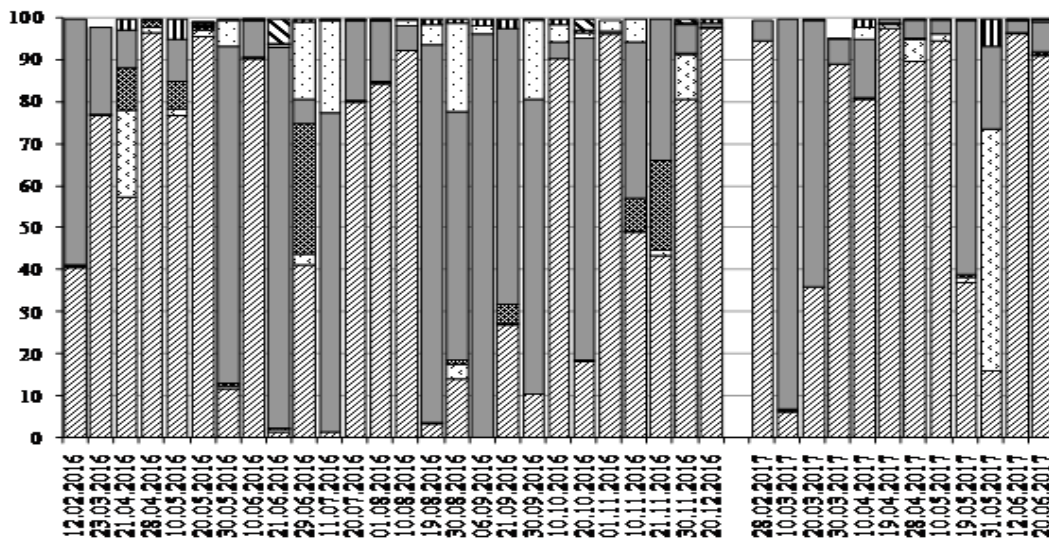
Дослідження внеску окремих таксонів в сумарну біомасу фітопланктону показали, що в 2016–2017 рр. домінували діатомові водорості, які формували в середньому 58,3 % біомаси, змінюючись в інтервалі від 0,2 % до 98 % (рис. 7).

Динофітові водорості склали в середньому 33,0 % (діапазон від 0,5 % до 96 %),



▨ – Bacillariophyceae, ▤ – Chlorophyceae, ▩ – Cyanobacteria, □ – Prymnesiophyceae, ▣ – Dinophyceae, ▥ – Cryptophyceae, ▧ – Crystophyceae, ▨ – Choanoflagellate

Рис. 6 – Частка таксонів (%) в сумарній чисельності фітопланктону на станції MHBS-R в Одеській затоці в 2016–2017 рр.



▨ – Bacillariophyceae, ▤ – Chlorophyceae, ▩ – Cyanobacteria, □ – Prymnesiophyceae, ▣ – Dinophyceae, ▥ – Cryptophyceae, ▧ – Euglenophyceae

Рис. 7 – Частка таксонів (%) в сумарній біомасі фітопланктону на станції MHBS-R в Одеській затоці в 2016–2017 рр.

примнезієві водорості – 5,2 % (від 0,1 % до 22 %). Біомаса ціанобактерій в складі фітопланктону змінювалась в інтервалі 0,1 – 31 %, при цьому середня частка біомаси ціанобактерій протягом 2016–2017 рр. становила 3,7 % сумарної маси. Частка золотистих, еугленових та криптофітових мікроводоростей в формуванні сумарної біомаси фітоценозу також була невеликою (в середньому 0,8 – 1,2 % від сумарних показників).

Максимуми розвитку діатомових водоростей, які давали найбільший внесок до

сумарної біомаси, спостерігали в квітні-червні 2016 р. та в березні і червні 2017 р. (до 33976 мг·м⁻³). Найбільша маса динофітових водоростей, не враховуючи динофітову ноктілюку, була зареєстрована в лютому 2016 р. (28806 мг·м⁻³) в період розвитку прісноводних видів (табл. 1). Також інтенсивний розвиток другого за середнім внеском в сумарну біомасу таксону динофітових водоростей, який в той же час був лише на п'ятому місці за середнім внеском в сумарну чисельність, спостерігали

в травні—червні 2016 р. (9153 – 10470 мг·м⁻³) і в червні 2017 р (11635 мг·м⁻³). Слід відмітити, що в ці періоди біомаса дінофітових водоростей значно (в 7–50 разів) перевищувала біомасу діатомових водоростей (див. рис. 7).

Біомаса приморських водоростей була найбільшою наприкінці травня 2016 р. (685 мг·м⁻³). Середній вміст зелених водоростей у складі фітопланктону був незначущим (4 %), але наприкінці травня 2017 р. реєстрували максимум розвитку зелених (62 мг·м⁻³), що в зразку води втричі перевищувала біомасу діатомових водоростей та формували 57 % сумарної маси фітопланктону (див. рис. 7). Максимальна біомаса криптофітових мікроводоростей була зафіксована на рівні 120 мг·м⁻³ (10.05.2016).

Результати кореляційного аналізу між чисельністю діатомових водоростей та фізико-хімічними характеристиками показав значимі коефіцієнти кореляції лише між чисельністю діатомових і насиченістю розчиненим киснем (0,51 при $P > 0,95$). Тісні кореляційні зв'язки були зареєстровані також з сумарними величинами чисельності і біомаси фітопланктону (відповідно 0,70 та 0,57 при $P > 0,95$) та з власною біомасою діатомових (0,57), чисельністю дінофітових (0,35), біомасою зелених мікроводоростей (0,30), з чисельністю і біомасою ціанобактерій (0,51 і 0,59 відповідно), а також з чисельністю і біомасою криптофітових водоростей (0,63 і 0,66 відповідно). Зміні біомаси діатомових корелювали лише з відносною насиченістю киснем (0,28), сумарною численністю (0,40) і біомасою (0,94) фітопланктону та з біомасою ціанобактерій (0,52).

Статистичний аналіз виявив тісні кореляційні зв'язки (при $P > 0,95$) між чисельністю дінофітових водоростей та солоністю (–0,47), насиченістю розчиненим киснем (0,53), рН води (0,40), сумарними чисельністю і біомасою фітопланктону (0,66 та 0,38 відповідно), чисельністю діатомових (0,35), зелених водоростей (0,29), ціанобактерій (0,63), евгленових водоростей (0,96), золотистих водоростей (0,75), криптофітових (0,35). Для біомаси дінофітових мікроводоростей були зареєстровані значимі кореляційні зв'язки з прозорістю (–0,27), насиченістю киснем (0,37), водневим показником (0,43) солоністю (–0,58), сумарними чисельністю і біомасою фітопланктону (0,31 і 0,39 відповідно) і евгленових водорос-

тей (0,96 і 0,93 відповідно), чисельністю дінофітових (0,64) і зелених (0,29) мікроводоростей та чисельністю золотистих (0,77).

Особлива увага нами була приділена гетеротрофній дінофітовій мікроводорості *Noctiluca scintillans*, що розвивається у теплій воді і споживає бактеріопланктон, дрібні мікроводорості, цисти дінофітових, яйця копеподів, науплії, личинки та ікру риб, впливаючи, таким чином, на структуру біоценозів [25 – 28]. За нашими дослідженнями в Одеській затоці, великі клітини ноктілюки поглинали також і дрібні дінофітові водорості. Необхідно відмітити, що ми не включали кількісні характеристики ноктілюки до сумарної біомаси і чисельності фітоценозу у зв'язку з методичними особливостями збору зразків – відбір фітопланктону здійснювався батометрами на окремих горизонтах, а ноктілюку ми відбирали з водної товщі від дна до поверхні. Саме тому, для порівняння характеристик дінофітових мікроводоростей та ноктілюки ми перерахували свої результати на одиницю об'єму (м³) води для всієї водної товщі від поверхні до дна на реперній станції МНБС-Р в Одеській затоці (рис. 8).

В районі досліджень в циклі розвитку ноктілюки відмічено 2 максимуми: в травні—червні та в жовтні, що цілком відповідає результатам досліджень інших авторів [27, 28] у Чорному морі. Аналіз змін чисельності і біомаси ноктілюки показав, що 10 червня 2016 р. було зареєстровано максимальне для всього періоду досліджень значення чисельності ноктілюки (224000 кл.·м⁻³) при біомасі (240,1 мг·м⁻³) та невеликих розмірах молодих клітин (діаметр 250 – 350 мкм). Потім на протязі двох місяців ноктілюку не реєстрували і, лише починаючи з 10 липня до 20 грудня майже в усіх зразках (за виключенням зразку, відібраного 20.10.2016), фіксували присутність ноктілюки: чисельність і біомаса змінювались в межах і 62–5556 кл.·м⁻³ 0,04–30 мг·м⁻³ відповідно. У 2017 р., згідно до сезонного розвитку дінофітового планктону (див. рис. 8), ноктілюку реєстрували в усіх зразках з 10.05.2017 до 30.06.2017 р., за виключенням зразка, зібраного 31.05.2017 р. При цьому чисельність і біомаса коливались в межах від 554 кл.·м⁻³ до 34461 кл.·м⁻³ та від 0,9 мг·м⁻³ до 1683 мг·м⁻³ відповідно. Було зазначено, що в червні 2017 р. розвивалися більш великі ноктілюки (діаметр клітин до 550 – 600 мкм), ніж у червні 2016 р., що й спричинило створення максимальної за період моніторингу 2016–2017 рр. величини біомаси ноктілюки.

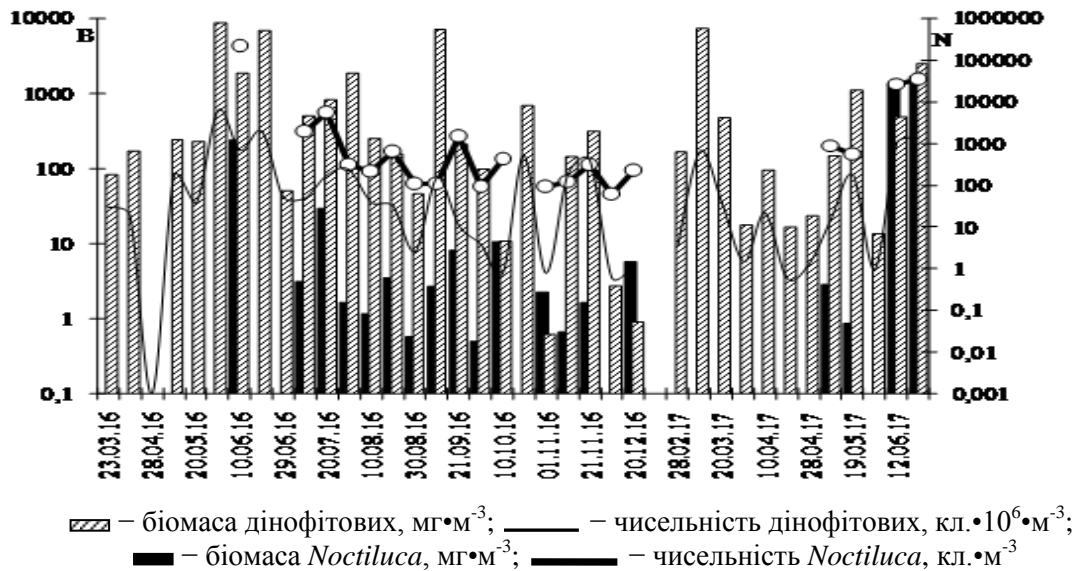


Рис. 8 – Чисельність і біомаса дінофітових водоростей і виду *Noctiluca scintillans* (Mac.) в стовпі води на реперній станції MHBS-R в Одеській затоці в 2016–2017 рр.

Статистичний аналіз взаємозв'язків чисельності і біомаси мікрowodорості ноктілюки з фізико-хімічними характеристиками води виявив значимий кореляційний зв'язок (при $P > 0,95$) лише між біомасою ноктілюки та насиченістю киснем (0,34). Чисельність ноктілюки добре корелювала з сумарною біомасою фітопланктону (0,59), з біомасою діатомових (0,61), чисельністю хоанофлагелат (0,90), чисельністю і біомасою ебрідієвих водоростей (–0,59 і –0,63). Для біомаси ноктілюки тісно кореляційні зв'язки спостерігались з чисельністю і біомасою всього фітопланктону (0,44 і 0,80 відповідно), діатомових водоростей (0,62 і 0,84), ціанобактерій (0,45 і 0,82) ебрідієвих водоростей (–0,53 і –0,61), а також з чисельністю хоанофлагелат (0,79). Чисельність ціанобактерій тісно корелювала з солоністю води (–0,39), водневим показником (0,43) та насиченістю розчинним киснем (0,45), з сумарною чисельністю і біомасою фітопланктону (0,96 і 0,36 відповідно), а також з чисельністю діатомових (0,51), дінофітових (0,63), зелених (0,45), примнезієвих водоростей (0,56 і 0,56 відповідно), кріптофітових (0,41 і 0,39 відповідно) та біомасою власне ціанобактерій (0,75). Для біомаси ціанобактерій спостерігались значимі взаємозв'язки з насиченістю киснем (0,34), сумарною чисельністю і біомасою фітопланктону (0,76 і 0,49 відповідно), діатомових (0,59 і 0,52 відповідно), біомасою зелених (0,57).

Чисельність примнезієвих водоростей не мала кореляційних зв'язків з фізико-хімічними характеристиками, але тісно корелювала з сумарною чисельністю і біомасою

фітопланктону (0,36 і 0,47 відповідно), а також з чисельністю ціанобактерій (0,56), та власною біомасою (0,92). Для біомаси примнезієвих водоростей спостерігали значимі кореляційні взаємозв'язки (при $P > 0,95$) з насиченістю киснем (0,38), сумарною чисельністю фітопланктону (0,47), з чисельністю дінофітових водоростей (0,42) та ціанобактерій (0,56), з власною біомасою (0,92).

Чисельність зелених водоростей тісно корелювала (при $P > 0,95$) з солоністю води (–0,52), сумарною чисельністю фітопланктону (0,52), а також з чисельністю діатомових (0,51), чисельністю і біомасою дінофітових водоростей (0,29 і 0,29), власною біомасою зелених (0,75), чисельністю ціанобактерій (0,44). Для біомаси зелених мікрowodоростей спостерігали значимі взаємозв'язки з насиченістю киснем (0,35), сумарною чисельністю фітопланктону (0,46) і чисельністю діатомових водоростей (0,30), чисельністю і біомасою ціанобактерій (0,44 і 0,57 відповідно).

Чисельність кріптофітових водоростей корелювала з насиченістю розчинним киснем (0,44), сумарною чисельністю фітопланктону (0,59), а також з чисельністю діатомових (0,63) і дінофітових (0,35), примнезієвих водоростей (0,44), чисельністю і біомасою ціанобактерій (0,41 і 0,37 відповідно), власною біомасою (0,93), чисельністю і біомасою ебрідієвих (0,98 і 0,90 відповідно). Для біомаси кріптофітових спостерігались значимі взаємозв'язки з насиченістю киснем (0,39), сумарною чисельністю фітопланктону (0,58),

діатомових (0,66), дінофітових (0,31), примезієвих водоростей (0,38), чисельністю і біомасою ціанобактерій (0,28 і 0,42 відповідно), чисельністю хоанофлагеллят (–0,93) і біомасою ебрідієвих водоростей (0,90).

Наступною характеристикою стану фітоценозів, яка сумісно з кількістю видів, свідчить про умовну «стабільність» фітоценозу, його сукцесійну «молодість», та, як наслідок, стабільність екосистеми, що пов'язана з якістю морського середовища, є біорізноманіття угруповань мікрowodоростей [1, 2, 29], яке ми оцінювали за допомогою індексу біорізноманіття Шенона (H) на

протязі 2016–2017 рр. на станції MHBS-R в Одеській затоці (рис. 9). Значення індексу H фітопланктону у поверхневих шарах води змінювалися від 0,9 біт•кл⁻¹ (21.09.2016 р. і 10.05.2017 р.) до 3,6 біт•кл⁻¹ (30.05.2016 р.), а у придонному шарі води – від 0,2 біт•кл⁻¹ (01.11.2016 р.) до 3,7 біт•кл⁻¹ (10.06.2016 р.), при середній за період досліджень величині 2,0±0,5 біт•кл⁻¹ на обох горизонтах.

Максимальні значення індексу H у водній товщі в основному формували діатомові водорості. Епізодично спостерігалась підвищення значень індексу H при появі дрібних ціанобактерій (30.05.2016,

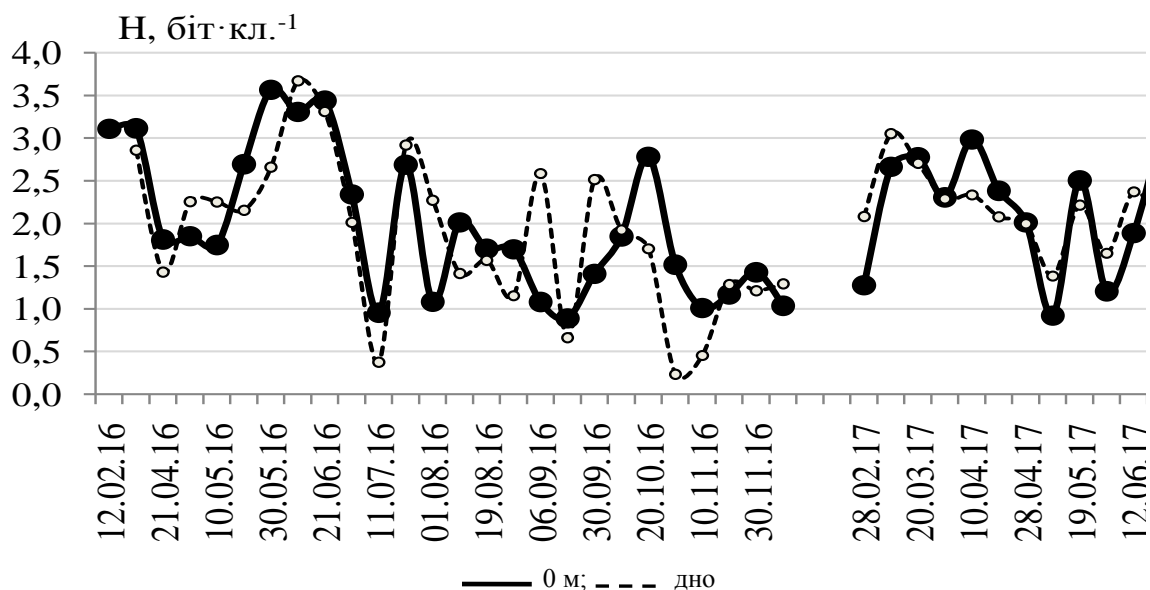


Рис. 9 – Сезонні зміни індексу Шенона (H) в поверхневих та придонних шарах води на станції (MHBS-R) в Одеській затоці в 2016–2017 рр.

29.06.2016, 28.02.2017), які значно подовжували сезонний максимум розвитку фітопланктону. Лише одного разу (21.06.2016 р.) зафіксовано, що максимум індексу H забезпечували дінофітові і зелені водорості.

Аналіз коливань індексу H на протязі 2016–2017 рр. показав, що вони практично співпадали з сезонними змінами кількісних характеристик фітоценозу (рис. 2, 3), та добре співпадали з 3 сукцесійними «хвилями», які спостерігались за чисельністю і біомасою фітопланктону (тривала весняна з максимумом у травні, коротка літня з максимумом у липні, осіння з максимумом у жовтні).

Статистичний аналіз виявив значимі кореляційні зв'язки ($P > 0,95$) між індексом H у водній товщі від поверхні до дна та солоністю

(–0,32), насиченістю розчиненим киснем (0,32), сумарною біомасою фітопланктону (0,36) і діатомових водоростей (0,35), чисельністю і біомасою дінофітових водоростей (0,36 і 0,43 відповідно), чисельністю евгленових водоростей (0,70) і чисельністю ноктілюки (0,37).

Привертає увагу негативний зв'язок між індексом H і солоністю у поверхневому шарі води, що свідчить про збільшення біорізноманіття фітопланктону при зменшенні солоності (рис. 4). Наприклад, навесні і наприкінці 2016 р. зменшення солоності до 12 ‰ викликало короточасне збільшення індексу за рахунок надходження прісноводного планктону. Слід відмітити, що в поверхневому шарі води коефіцієнт кореляції між індексом H і солоністю (–0,36) в основному

був вище ніж у всієї водній товщі, хоча в 38% від загальної кількості проб, які були зібрані у придонному шарі води, індекс Н був більшим, ніж у поверхневому шарі води.

Порівняння отриманих нами результатів 2016–2017 рр. з історичними даними кінця ХХ століття [6, 7, 14, 29] для Одеської затоки ($H=0,2 - 1,5 \text{ біт} \cdot \text{кл}^{-1}$) наприкінці минулого та початку нашого сторіччя показали, що значне підвищення значень індексу Н, що свідчить про зростання біорізноманіття фітопланктону в останні роки, тобто про поліпшення якості морського середовища в цілому.

Окремим важливим завданням нашого дослідження було вивчення наявності в Одеській затоці потенційно токсичних (РТ) та здатних сягати рівня цвітіння (НАВ) видів мікроводоростей, які становлять загрозу для нормального існування гідробіонтів, а в окремих випадках можуть завдати шкоди і

людині [19, 20, 21, 23, 24]. Для фітопланктону Чорного моря прийнято вважати [17] рівнем цвітіння (НАВ) розвиток дрібних водоростей ($V_{\text{кл}} \leq 1000 \text{ мкм}^3$) до сумарної чисельності понад $1000 \text{ кл} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$, а рівнем цвітіння водоростей з великими клітинами ($V_{\text{кл}} \geq 1001 \text{ мкм}^3$) – біомасу більш ніж $5000 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$.

В результаті аналізу, що був проведений по всьому ряду даних, зібраних в Одеській затоці в 2016–2017 рр., було зареєстровано розвиток 54 видів РТ та НАВ мікроводоростей: серед них 3 РТ і 12 НАВ діатомових; 13 РТ і 9 НАВ дінофітових; 7 РТ і 2 НАВ ціанобактерій; по 1 РТ виду зелених, золотистих, діктіохових; по 2 НАВ ебрідевіх та примнезієвіх та 1 НАВ евгленових водоростей.

Рівень цвітіння, за нашими даними в Одеській затоці в 2016–2017 рр., зареєстрований (табл. 2) для 12 видів фітопланктону,

Таблиця 2

Перелік НАВ і РТ видів фітопланктону, для яких спостерігали випадки цвітіння в 2016–2017 рр.

	Таксон, вид	Діагноз	Чисельність, кл. · 10 ³ · л ⁻¹	Біомаса, мг · м ⁻³
Bacillariophyceae				
1	<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey	НАВ	2177,3	14484,3
2	<i>Cyclotella caspia</i> Grun.	НАВ	3905,4	441,7
3	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehr.) Reim.et Lewin	НАВ	10938,1	721,58
4	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Berg.) Hasle	НАВ	5905,23	33671,62
5	<i>Pseudosolenia calcar avis</i> (Schul.) Sunst.	НАВ	306,43	30805,78
6	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cl.) Heid. Kolbe	РТ	32727,3	2467,6
7	<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cl.	НАВ	25850,0	1553,1
Chlorophyceae				
8	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.	НАВ	36410,65	364,47
Dinophyceae				
9	<i>Tripos furca</i> (Ehrenberg) F.Gómez	РТ	168,0	11639,3
10	<i>Noctiluca scintillans</i> (Mac.) Kof. & Sw.	НАВ	224000,0	5463,1
Cyanobacteria				
11	<i>Limnothrix planktonica</i> (Wolosz.) Meffert	НАВ	80425,5	1263,5
Prymnesiophyceae				
12	<i>Emiliania huxleyi</i> (Lohm.) Hay et Mohler	НАВ	8109,5	530,5

Примітка: Періоди розвитку видів мікроводоростей наведені в табл. 1.

з яких 2 належали до РТ та 10 – до НАВ видів мікроводоростей. За нашою думкою, зафіксовані випадки цвітіння окремих мікроводоростей, особливо потенційно токсичних діатомових *Pseudo-nitzschia delicatissima* і дінофітових *Tripos furca*, а також ноктілюки, значно порушує структуру угруповань фітопланктону прибережних вод Одеської затоки, впливає на якість водного середовища та погіршує умови існування гідробіон-

тів (іхтіо- та зоопланктон) в затоці. Згідно до рекомендацій Водної рамкової директиви [4, 31] нами була оцінена якість морського середовища за метриками фітопланктону. Для кожного зразка фітопланктону проведена оцінка якості за 3 характеристиками (метриками), а саме: за сумарною біомасою, сумарною чисельністю мікроводоростей, а також за індексом Шелдону (Sh), який є модифікацією індексу Шенона.

Аналіз наведених у табл. 3 оцінок якості морського середовища за окремими метриками показав, що:

- за біомасою фітопланктону, лише 37 % зразків, відповідали «високій» або «добрій» оцінці якості (переважно на початку весни та наприкінці осені), а «низьку» або «погану» оцінку якості отримали 42 % зразків (у лютому, травні – серпні 2016 р. та навесні 2017 р.).
- за чисельністю фітопланктону, майже у ті ж самі періоди досліджень, але у 20 % зразків якість морського середовища була як «висока» та «добра», а у 63 % зразків якість буда оцінена як «низька» та «погана».
- за індексом біорізноманіття Шелдона (Sh) якість води відповідала стану «висока» та «добра» у 42 % зразках, і у

26 % зразків якість морського середовища була оцінена як «низька» та «погана».

Враховуючі той факт, що від 16 % до 32 % зразків мали помірну оцінку якості по всіх 3 метриках, можна зробити висновок, що за всіма використаними метриками, якість морського середовища в Одеській затоці у 2016–2017 рр., в середньому знаходиться в інтервалі між помірно та доброю, що може свідчити про стабільність стану екосистеми у 2016–2017 рр.

Враховуючі те, що класифікація якості води за метриками фітопланктону використовується для оцінки якості прибережних вод України, Румунії та Болгарії [29, 31] можна рекомендувати її для використання всіма Причорноморськими країнами.

Таблиця 3

Результати оцінки якості морського середовища за метриками фітопланктону на станції МНБС-Р в Одеській затоці в 2016–2017 рр.

Якість морського середовища	Висока (High)	Добра (Good)	Середня (Moderate)	Низька (Poor)	Погана (Bad)
I. За біомасою, мг·м ⁻³	35–690	720–870	970–2500	2550–4340	5090–49050
Кількість зразків N (%)	11 (29)	3 (8)	8 (21)	5 (13)	11 (29)
Місяць / рік	8–12/2016, 3, 5/2017	3, 4/2016, 4/2017	5–7, 9–11/2016, 3,4/2017	4/2016, 2, 4, 5/2017	2, 5–8/2016, 3, 6/2017
II. За чисельністю, кл.·10 ³ ·л ⁻¹	140–480	780	830–1440	2210–2750	3800–53600
Кількість зразків N (%)	7 (18)	1 (2)	6 (16)	4 (10)	20 (53)
Місяць / рік	8, 9, 11, 12/2016, 3/2017	5/2017	3, 8–10/2016, 3–4/2017	7, 9, 10/2016, 4/2017	2, 4–8, 11/2016, 2–6/2017
III. За індексом Sh	0.8–1.2	0.5–0.8	0.3–0.4	0.2	0.1
Кількість зразків N (%)	6 (16)	10 (26)	12 (32)	6 (16)	4 (10)
Місяць / рік	2, 3, 5, 6/2016, 3, 4/2017	5–8, 10/2016, 3–6/2017	4–6, 8–12/2016, 4, 6/2017	4, 9, 11/2016, 2, 5/2017	7–9/2016, 5/2017

Висновки

За результатами аналізу кількісних характеристик і біорізноманіття фітопланктону в прибережних водах Одеської затоки з люто-

го 2016 р. по червень 2017 р. було виявлено 258 видів 12 класів мікроводоростей: Bacillariophyceae (92 види), Dinophyceae (69),

Chlorophyceae (35), Cyanobacteria (25), Prymnesiophyceae (15), Euglenoidea (6), Chrysophyceae (4), Cryptophyceae (4), Dictyochophyceae (2), Choanoflagellata (2), Ebriophyceae (2), Conjugatophyceae (2 види). Морські види фітопланктону в Одеський затоці становили 53,5 % від сумарної кількості, прісноводні види – 41 %, космополіти – 5,5 % [19, 21]. Видовий склад фітоценозу був звичайним для ПЗЧМ, втім, вперше в районі досліджень були знайдені прісноводні конюгати (*Closterium lineatum* Ehr. et Ralfs та *Staurastrum chaetoceros* (Schroed.) Sm.), які не фіксувались раніше.

Аналіз змін кількісних характеристик фітопланктону виявив проходження 3 сезонних максимумів розвитку: лютий, травень – червень і листопад 2016 р. та лютий і травень 2017 р. Максимальна за весь період досліджень сумарна чисельність фітопланктону в поверхневому шарі води складала $86555 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$ (30.05.2016 р.), а мінімальна – $134 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$ (1.11.2016 р.). Максимальна біомаса фітопланктону складала $49050 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ (12.02.2016 р.), та $37152 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ (20.06.2017), а мінімальна біомаса – $35 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ (30.11.2016). В цілому сучасні середні значення чисельності і біомаси мікроводоростей перевищували ті, що були зареєстровані в районі досліджень у попередні роки.

Аналіз відносного внеску окремих груп мікроводоростей в їх загальну чисельність показав, що в структурі фітоценозу найбільший внесок давали ціанобактерії (в середньому 38 % від сумарної чисельності), а потім вже діатомові водорості (33 %), примнезієві (22 %), зелені (17 %), криптофітові водорості (15 %), динофітові (5 %), золотисті (4 %), евгленові (0,4 %) та хоанофлагелляти (менш ніж 0,1%). Поява видів 3 останніх таксонів пов'язана виключно з гідрологічними умовами. Зелені і ціанобактерії реєстрували переважно в періоди надходження річкових вод. За відносним внеском в загальну біомасу фітопланктону мікроводорості розподілялись наступним чином: діатомові формували в середньому 58 % біомаси, динофітові – 33 %, примнезієві водорості – 5 %, ціанобактерії – 4 %. Інші мікроводорості такі, як золотисті, евгленові та криптофітові в середньому давали внесок в межах 0,8 – 1,2 %.

Статистичний аналіз показав значимі кореляційні зв'язки для більшості досліджуваних фізико-хімічних характеристик і кількісних метрик фітоценозу, що свідчить про складну взаємодію фітоценозу з абіотичною складовою екосистеми та взаємовплив різних

груп фітопланктону. Найбільш важливим фізико-хімічним фактором, який впливав на чисельність і біомасу фітопланктону і його таксономічну структуру, була солоність, зменшення якої завжди є індикатором потрапляння до району річкових водних мас, що викликало короточасне збільшення характеристик фітопланктону за рахунок розвитку прісноводних мікроводоростей і ціанобактерій. При цьому коливання значень насиченості киснем і водневого показника спостерігали синхронно зі змінами солоності і температури.

Результаті досліджень динофітової мікроводорості ноктілюки (*Noctiluca scintillans*) показав, що її сезонний розвиток цілком відповідав масовому розвитку динофітових мікроводоростей. В циклі розвитку ноктілюки було відмічено 2 максимуми: в травні–червні та в жовтні, що цілком відповідає результатам досліджень інших авторів у Чорному морі. Максимальне значення чисельності ноктілюки $224000 \text{ кл.} \cdot \text{м}^{-3}$, було зареєстровано в червні 2016 р. при біомасі $240,1 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ та в червні 2017 р. $34461 \text{ кл.} \cdot \text{м}^{-3}$ та біомасою $5463 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$. При цьому чисельність ноктілюки добре корелювала з сумарною біомасою фітопланктону (0,59), з біомасою діатомових водоростей (0,61), чисельністю хоанофлагеллят (0,90), чисельністю і біомасою ебрідеєвих водоростей (–0,59 і –0,63). Для біомаси ноктілюки тісні кореляційні зв'язки спостерігали з чисельністю і біомасою всього фітопланктону (0,44 і 0,80 відповідно), діатомових водоростей (0,62 і 0,84), ціанобактерій (0,45 і 0,82) ебрідеєвих водоростей (–0,53 і –0,61), а також з чисельністю хоанофлагеллят (0,79).

Аналіз індексу біорізноманіття фітопланктону по Шенону показав, що він змінювався від $0,9 \text{ біт} \cdot \text{кл}^{-1}$ до $3,6 \text{ біт} \cdot \text{кл}^{-1}$, що значно перевищувало значення ($0,1 - 1,5 \text{ біт} \cdot \text{кл}^{-1}$), які були зареєстровані в районі в попередні періоди, що свідчить про зростання біорізноманіття фітопланктону в останні роки, тобто про поліпшення якості морського середовища в цілому. При цьому коливання індексу H практично співпадали з сезонними змінами кількісних характеристик фітоценозу та з суцесійними «хвилями», які спостерігались за чисельністю і біомасою фітопланктону. Спостерігались значимі кореляційні зв'язки ($P > 0,95$) між індексом H у водній товщі від поверхні до дна та солоністю (–0,32), насиченістю розчиненим киснем (0,32), сумарною біомасою фітопланктону (0,36) і діатомових водоростей (0,35), чисельністю і біомасою динофітових водоростей (0,36 і 0,43 відповід-

но), чисельністю евгленових водоростей (0,70) і чисельністю ноктілюки (0,37).

Вивчення розвитку в Одеській затоці потенційно токсичних (РТ) видів мікроводоростей, та видів (НАВ), здатних сягати рівня цвітіння показало, що в Одеській затоці в 2016–2017 рр., було зареєстровано розвиток 54 видів РТ та НАВ мікроводоростей: серед них 3 РТ і 12 НАВ діатомових; 13 РТ і 9 НАВ динофітових; 7 РТ і 2 НАВ ціанобактерій; по 1 РТ виду зелених, золотистих, діктіохових; по 2 НАВ ебрідієвих та примнезієвих та 1 НАВ евгленових водоростей. Рівень цвітіння, за нашими даними в Одеській затоці в 2016–2017 рр., спостерігався для 12 видів фітопланктону, з яких 2 належали до РТ та 10 – до НАВ видів мікроводоростей. За нашою думкою, зафіксовані випадки цвітіння окремих мікроводоростей, особливо потенційно токсичних діатомових *Pseudo-nitzschia delicatissima* і динофітових *Tripos furca*, а також ноктілюки, значно порушувало структуру угруповань фітопланктону прибережних вод Одеської затоки, впливало на якість водного середовища та погіршувало умови існування гідробіонтів (іхтіо- та зоопланктону) Протягом досліджень найбільш часто у складі фітопланктону зустрічались 32 види мікроводоростей і ціанобактерій, серед яких 12 видів сягали рівня цвітіння з весни по осінь, що значно змінювало структуру фітоценозу.

Оцінки якості морського середовища за основними метриками фітопланктону показали, що якість прибережних вод Одеської затоки на протязі досліджень змінювалась в досить широкому інтервалі від «поганої» до «високої», хоча середня оцінка якості знаходиться ближче до оцінки «помірна якість», що може свідчити про нестабільність стану фітоценозу в екосистемі морських прибережних вод Одеської затоки у 2016–2017 рр.

Роботу виконано в рамках НДР «Провести морські екосистемні дослідження та розробити наукову основу для впровадження Директиви ЄС з морської стратегії», який фінансується з бюджету МОН України у 2017 – 2019 рр. з використанням експериментальних даних, що були отримані за фінансовою допомогою міжнародного проекту EMBLAS – II «Поліпшення моніторингу навколишнього середовища Чорного моря», який фінансувався ЄС та UNDP.

Автори висловлюють щире подяку співробітникам Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень Одеського національного університету імені І.І. Мечникова Снігірьову С.М., Медінцю С.В., Мілевій А.П., Світлічній К.О., Грузовій І.Л. та іншим за виконання відборів зразків, проведення первинних спостережень та виконання лабораторних аналізів.

Література

1. Барінова С.С., Медведєва Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей–индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. 498 с.
2. Виноградова Л.А., Маштакова Г.П., Дерезюк Н.В. Сукцессионные изменения в фитопланктоне северо-западной части Черного моря. // Исследования экосистемы пелагиали Черного моря. - М. Наука. 1986. - С. 170–179.
3. Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС. Київ, 2006. 240 с.
4. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). – 22 p. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:EN:PDF>
5. Гідрологічні та гідрохімічні показники стану північно-західного шельфу Чорного моря / Відповід. ред. Лоева І.Д. Київ: КНТ, 2008. 616 с.
6. Дерезюк Н.В., Галайко О.В., Никулина О.С., Танасюк Е.Г. Основные характеристики черноморских гидробионтов в конце XX века (1999–2000 гг.) // Наукові записки Тернопільського ДПУ. Серія: Біологія, № 3 (14) Спец. вип.: Гідроекологія. 2001. 125 – 126 с.
7. Стан довкілля Чорного моря: Національна доповідь України. 1996 – 2000 рр. Одеса. Астропринт, 2002. С. 55–57.
8. Oguz T., Velikova V. Abrupt transition of the northwestern Black Sea shelf ecosystem from a eutrophic to an alternative pristine state. Mar. Ecol. Prog. Ser. 2010. 405 - P. 231–242.
9. Yunev O.A., Velikova V., Carstensen J. Effects of changing nutrient inputs on the ratio of small pelagic fishstock and phytoplankton biomass in the Black Sea // Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2017, 197, P.173–184.
10. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология // монография под. ред. Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Миничева Г.Г. К., Наукова думка. 2006, - 701 с.
11. Виноградова Л.А., Василева В.Н. Многолетняя динамика и моделирование состояния экосистемы при-

- режных вод северо-западной части Черного моря. – СПб: Гидрометеиздат, УкрНЦЭМ, Одесса, 1992.- 107 с.]
12. Ковальова Н. В., Медінець В.І., Мілева А.П., Ботнар М.Г., Снігірьов С.М., Газетов Є. І., Медінець С.М. Порівняльна оцінка якості прибережних морських вод Одеської затоки і району острова Зміїний в 2016 р. // Вісник ХНУ ім. В.Н.Каразіна, Серія: «Екологія». 2017. Вип. 16. С. 132–140.
 13. Острів Зміїний: екосистема прибережних вод : монографія / В.А. Сминтина, В.І. Медінець. І.О. Сучков [та ін.]; відп. ред. В.І. Медінець; Одес. Нац. ун-т ім. І.І. Мечникова. – Одеса: Астропринт, 2008. – XII, 228 с., [10] арк.. іл. – (Наук. проект «Острів Зміїний» / керівник проекту В.А. Сминтина). ISBN 978–966–190–149–9.
 14. Теренько Л.М., Теренько Г.В. Многолетняя динамика «цветений» микроводорослей в прибрежной зоне Одесского залива (Чёрное море) // Мор. экол. журн. 2008. 7, № 2. С. 76–86.
 15. Теренько Г.В., Гущина Е.Г. «Цветение» воды, вызванное синезеленой водорослью *Dolichospermum flosaquae* (Bréb.) Wack., Hoff. et Kom. в Одесском заливе Чёрного моря в мае–июне 2013 г. // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Мат. V Междунар. Науч. Конф. 12–17 сентября 2016 г., Минск – Нарочь / сост. и общ. ред. Т. М. Михеева. – Мн.: БГУ, 2016. – С. 185–187
 16. Проект UNDP- EU "Поліпшення моніторингу довкілля Чорного моря, Фаза 2 - EMBLAS-II" (2015–2018). <http://www.emblasproject.org>
 17. Moncheva S. and Par B. Manual for Phytoplankton Sampling and Analysis in the Black Sea, GEF/UNDP Black Sea Ecosystem Recovery Project (BSERP)-RER/01/G33/A/1G/31, EC, FP7, Upgrade Black Sea Scene Project, 2005 (updated–2010). Istanbul, 67 P.
 18. Tsyban A.V. Manual on methods of biological analysis of sea water and sediments. L. : Gidrometeoizdat, 1980. - 191 p.[in Russian].
 19. Algaebase: Listing the World's Algae. URL: <http://www.algaebase.org/index.lasso>
 20. Moestrup, Ø.; Akselmann, R.; Fraga, S.; Hoppenrath, M.; Iwataki, M.; Komárek, J.; Larsen, J.; Lundholm, N.; Zingone, A. (Eds) (2009 onwards). IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Accessed at <http://www.marinespecies.org/hab/>.
 21. WoRMS Editorial Board (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018–05–11. doi:10.14284/170
 22. © – Программа для первичной математической обработки гидробиологических проб “TRITON”. Свид. Гос. регистр. ПА № 3322, 15.08.2000 г.
 23. Ignatiades L., Gotsis-Skretas O. A Review on Toxic and Harmful Algae in Greek Coastal Waters (E. Mediterranean Sea). *Toxins* (Basel); 2010. 2(5), 1019–1037. ISSN 2072–6651 www.mdpi.com/journal/toxins doi:10.3390/toxins2051019
 24. Рябушко Л.И. Потенциально опасные микроводоросли Азово-Черноморского бассейна. Севастополь, ЭКОСИ – Гидрофизика, 2003. 288 с.
 25. Fock H.O., Greve W. Analysis and interpretation of recurrent spatio-temporal patterns in zooplankton dynamics: a case study on *Noctiluca scintillans* (Dinophyceae) in the German Bight (North Sea). *Marine Biology*, 2002. 140: 59–73 DOI 10.1007/s00227010068.
 26. Shuwen Zhang. Ecological Roles of *Noctiluca scintillans* in Marine Food Web – As a Predator, “Prey” and Nutrient Regenerator. Hong Kong University of Science and Technology, 2016. – 215 P. <http://hdl.handle.net/1783.1/80636> or <http://repository.ust.hk/ir/Record/1783.1-80636>
 27. Mikaelyan A.S., Malej A., Shiganova T.A., Turk V., Sivkovitch A.E., Musaeve E.I., Kogovsek T. and Lukasheva T. Populations of the red tide forming dinoflagellate *Noctiluca scintillans* (Macartney): A comparison between the Black Sea and the northern Adriatic Sea. *Harmful Algae*, 2014, 33, 29–40.
 28. Дриц А. В., Никишина А. Б., Сергеева В. М., Соловьев К. А. Питание, дыхание и экскреция черноморской *Noctiluca scintillans* MacCartney в летний период. *Океанология*, 2013, том 53, № 4, с. 497–506.
 29. Dereziuk N., Medinets V. Analysis of biodiversity of phytoplankton on the Ukrainian Black Sea shelf (the end of XX – beginning of XXI century) // 2nd biannual and Black sea Scene EC project joint conf. “Climate change in the BSHOT scenarios and mitigation strategy for the ecosystem” (6 – 9 oct. 2008, Sofia). – Sofia, 2008. - P. 52.
 30. Дерезюк Н.В. Фітопланктон Куяльницького лиману у 2015 – 2017 рр. // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2017. № 1–2 (27). С. 52 – 61.
 31. Мончева С. Общие замечания к методике количественного учета фитопланктона и использование интегральной оценки состояния фитопланктона для определения качества морской среды (методика расчета, шкалы оценки качества) / Семинар “Организация биологического мониторинга Черного моря с борта судна и на стационарных прибрежных станциях, 22–25 февраля 2016. Одесса, – 19 С. <http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2016/02/EMBLAS-Presentation-phytoplankton.pptx>

References

1. Barinova, S.S., Medvedeva, L.A., Anisimova, O.V. (2006) *Bioraznoobrazie vodoroslej-indikatorov okruzhayushej sredi* [Biodiversity of algae – indicators of environment]. Tel Aviv: Pilies Studio, 498. ISBN 965–7272–18–1 [In Russian].
2. Vinogradova, L.A., Mashtakova, G.p., Dereziuk, N.V. (1986) *Suktsessionnye izmeneniya v fitoplanktone severo-*

- zapadnoj chasti Chernogo moray [Successional changes in the phytoplankton of the north-western Black Sea]. Study of ecosystem of the Black Sea pelagic zone. Moscow: Nauka, 170–179 [In Russian].
3. Vodna ramkova durekaiva YeS 2000/60/EC (2006) [EU Water Framework Directive 2000/60/EC]. Kyiv, 240 [In Ukrainian].
 4. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). – 22. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:EN:PDF>
 5. Loeva, I.D. (2008) Gidrologichni ta gidrohimični pokaznyky stanu nivnichno-zahidnogo shelfu Chornogo moray [Hydrological and hydrochemical indicators of the north-western Black Sea shelf state]. Kyiv: KTN, 616 [In Ukrainian].
 6. Derezyuk, N.V., Galayko, O.V., Nikulina, O.S., Tanasyuk, E.G. (2001) Osnovnye charakteristiki chernomorskih gidrobiontov v kontse XX veka (1999–2000) [Main characteristics of the Black Sea hydrobionts in the end of the 20th Century (1999–2000)]. Proceedings of Ternopol National Pedagogical V.Gnatyuk University. Series: Biology, 3 (14). Special Issue: Hydro-ecology. 125–126 [In Russian].
 7. Stan dovkilliya Chornogo moray: Natsionalna dopovid' Ukrainy. 1996–2000 (2002) [Black Sea environment state: National overview of Ukraine. 1996–2000]. Odessa: Astroprint. 55–57 [In Ukrainian].
 8. Oguz, T., Velikova, V. (2010) Abrupt transition of the northwestern Black Sea shelf ecosystem from a eutrophic to an alternative pristine state. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 405. 231–242.
 9. Yunev, O.A., Velikova, V., Carstensen J. (2017) Effects of changing nutrient inputs on the ratio of small pelagic fishstock and phytoplankton biomass in the Black Sea // *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2017, 197, P.173–184.
 10. Zaitsev, Yu.P., Aleksandrov, B.G., Minicheva, G.G. (2006) Severo-zapadnaya chast Chernogo morys: Biologiya i ekologiya [North-western Black Sea: Biology and ecology]. Kyiv: Naukova Dumka, 701 [In Russian].
 11. Vinogradova, L.A., Vasileva, B.N. (1992) Mnogoletnyaa dinamika i modelirovanie sostoyaniya ekosistemy pribrezhnyh vod severo-zapadnoj chasti Chernogo morya [Many years' dynamics and modelling of the north-western Black Sea coastal waters ecosystem state]. St.Petersburg: Gidrometeoizdat, 107 [In Russian]
 12. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Mileva, A.P., Botnar, M.G., Snigirov, S.M., Gazyetov, Ye.I., Medinets, S.V. (2017) Porivnyalna otsinka yakosti pryberezhnyh morskikh vod Odeskoyi zatoky i raiony ostrovu Zmiinyi v 2016 [Comparative assessment of marine coastal waters in Odessa bay and the Zmiinyi Island area in 2016] *Visnyk of V.N.Karazin Kharkiv National University. Series "Ecology"*. 16. 132–140 [In Ukrainian].
 13. Smyntyna, V.A., Medinets, V.I., Suchkov, I.O. et.al. (2008). Ostriv Zmiinyi: Ecosystema pryberezhnyh vod : Monografiya.[Zmiinyi Island: Ecosystem of coastal waters : Monograph]. Odessa, Astroprint, 228. ISBN 978–966–190–149–9. [In Ukrainian].
 14. Terenko, L.M., Terenko, G.V. (2008) Mnogoletnyaa dinamika "tsvetenij" mikrovodorosley v pribrezhnoy zone Odesskogo zaliva (Chernoye more) [Many years' dynamics of microalgal blooms in the coastal zone of Odessa bay (Black Sea)] *Marine ecological magazine*. 7, 2. 76–86 [In Russian].
 15. Terenko, G.V., Guschina, E.G. (2016). «Tsvetenie» vody, vyzvanoe sinezelenoj vodoroslyu *Dolichospermum flosaquae* (Bréb.) Wack., Hoff. et Kom. v Odesskom zalive Chernogo morya v mae–iyune 2013 [Water "bloom" caused by blue-green alga *Dolichospermum flosaquae* (Bréb.) Wack., Hoff. et Kom. in Odessa bay of the Black Sea in May–June, 2013] *Materials of the 5th International Conference "Lake ecosystems: biological processes, anthropogenic transformation, water quality. Minsk: BGU. 185–187 [In Russian].*
 16. UNDP-EU Project "Polipshenya monirovanyia dovkilliya Chornogo morya. Faza2 – EMBLAS-II (2015–2018) [UNDP-EU Project "Improvement of environmental monitoring in the Black Sea, Phase 2 - EMBLAS-II"]. <http://www.emblasproject.org>
 17. Moncheva, S., Par, B. (2005) Manual for Phytoplankton Sampling and Analysis in the Black Sea, GEF/UNDP Black Sea Ecosystem Recovery Project (BSERP)-RER/01/G33/A/1G/31, EC, FP7, Upgrade Black Sea Scene Project, 2005 (updated–2010). Istanbul, 67.
 18. Tsyban, A.V. (1980) Manual on methods of biological analysis of sea water and sediments. - L. : Gidrometeoizdat, 191 [in Russian].
 19. Algaebase: Listing the World's Algae: <http://www.algaebase.org/index.lasso>
 20. Moestrup, Ø.; Akselmann, R.; Fraga, S.; Hoppenrath, M.; Iwataki, M.; Komárek, J.; Larsen, J.; Lundholm, N.; Zingone, A. (Eds) (2009 onwards). IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Accessed at <http://www.marinespecies.org/hab/>.
 21. WoRMS Editorial Board (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018–05–11. doi:10.14284/170
 22. © – Programma dlya pervichnoy matematicheskoy obrabotki gidrobiologicheskikh prob "TRITON" (2000) [Software for primary mathematical processing of hydrobiological samples "TRITON"]. Certificate of State registration PA № 3322, 15.08.2000 [In Russian].
 23. Ignatiades, L., Gotsis-Skretas, O. A (2010) Review on Toxic and Harmful Algae in Greek Coastal Waters (E. Mediterranean Sea). *Toxins* (Basel). 2(5), 1019–1037. ISSN 2072–6651 www.mdpi.com/journal/toxins doi:10.3390/toxins2051019

24. Ryabushko, L.I. (2003) Potentsialno opasnye mikrovdorosli Azovo-Chernomorskogo basseyna [Potentially dangerous microalgae of the Azov-Black Seas basin]. Sevastopol: EKOSI – Gidrofizika. 288 [In Russian].
25. Fock H.O., Greve W. (2002) Analysis and interpretation of recurrent spatio-temporal patterns in zooplankton dynamics: a case study on *Noctiluca scintillans* (Dinophyceae) in the German Bight (North Sea). *Marine Biology*. 140: 59–73 DOI 10.1007/s00227010068.
26. Shuwen Zhang (2016). Ecological Roles of *Noctiluca scintillans* in Marine Food Web – As a Predator, “Prey” and Nutrient Regenerator. Hong Kong University of Science and Technology, 215. <http://hdl.handle.net/1783.1/80636> or <http://repository.ust.hk/ir/Record/1783.1-80636>
27. Mikaelyan A.S., Malej A., Shiganova T.A., Turk V., Sivkovitch A.E., Musaeve E.I., Kogovsek T. and Lukashva T. (2014). Populations of the red tide forming dinoflagellate *Noctiluca scintillans* (Macartney): A comparison between the Black Sea and the northern Adriatic Sea. *Harmful Algae*. 33, 29–40.
28. Drits A.V., Nikishina A.B., Sergeeva V.M., Solovyov K.A. (2013). Pitanie, dyhanie I ekskretsiya chernomorskoy *Noctiluca scintillans* MacCartney in summer period [Feeding, breathing and excretion of the Black Sea *Noctiluca scintillans* MacCartney in summer period]. *Oceanology*, 53, 4, 497–506 [In Russian].
29. Dereziuk N., Medinets V. (2008) Analysis of biodiversity of phytoplankton on the Ukrainian Black Sea shelf (the end of XX – beginning of XXI century) // 2nd biannual and Black sea Scene EC project joint conf. “Climate change in the BSHOT scenarios and mitigation strategy for the ecosystem” (6 – 9 oct. 2008, Sofia). Sofia. 52.
30. Derezyuk ,N.V. (2017) Fitoplankton Kuyalnitskogo lymanu u 2015–2017 [Phytoplankton of the Kuyalnyk Estuary in 2015 – 2017]. *Man and environment. Issues of neocology*. 1–2 (27). 52 – 61 [In Ukrainian].
31. Moncheva, S. (2017). Obschie zamechaniya k metodike kolichestvennogo ucheta fitoplanktona I ispolzovanie integralnoy otsenki sostoyaniya fitoplanktona dlya opredeleniya kachestva morskoy sredy (metodika rascheta, shkaly otsenki kachestva) [General remarks on the methodology of quantitative counting of phytoplankton and use of phytoplankton integrated state assessment for marine environment quality determination (calculation methodology, quality assessment scales)]. Workshop “Organisation of the Black Sea biological monitoring from ship and at coastal stations”, 19. <http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2016/02/EMBLAS-Presentation-phytoplankton.pptx> [In Russian].

Надійшла до редколегії 11.05.2018

УДК 502.6 (477.64)

Ю. В. ЧЕБАНОВА

Таврійський державний агротехнологічний університет
пр-т Б.Хмельницького 18, м. Мелітополь, Запорізька область, Україна, 72310
E-mail: chebanovafeb@gmail.com

КЛІМАТИЧНІ ЗМІНИ, ЯК ПЕРЕДУМОВИ НЕБЕЗПЕКИ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ

Мета. Виявити зміни кліматичних умов на території Запорізької області, що безпосередньо впливають на розвиток ерозії ґрунтів регіону. **Методи.** Системний аналіз. **Результати.** Виявлені природно-кліматичні умови, що впливають на виникнення водної та вітрової ерозії. Проаналізовані особливості прояву (природні та антропогенні фактори) несприятливих природних процесів – водної та вітрової ерозії в межах Запорізької області. **Висновки.** Виявлено, що зміни кліматичних умов, які відбуваються на території Запорізької області, супроводжуються середнім багаторічним зростанням суми позитивних температур, підвищенням середньорічної температури повітря та зниженням вітроциркуляційних процесів. Зміна кліматичних умов спричинила активізацію водної і вітрової ерозії. Вітрова ерозія поширена на прилеглих до узбережжя Азовського моря поверхнях, а також на поверхні Приазовської височини та на вітряних схилах. Водно-ерозійні процеси приурочені до коротких і стрімких схилів, суттєво залежать від кількості опадів та властивостей ґрунтів.

Ключові слова: антропогенний ландшафт, регіональне природокористування, еколого-ландшафтознавчий аналіз, Запорізька область, водна ерозія, вітрова ерозія

Chebanova Y. V.

Tavria State Agrotechnological University

CLIMATIC CHANGES AS A PRECONDITION OF SOIL EROSION DANGER OF ZAPORIZHIA REGION

Purpose. To reveal changes of climatic conditions in the region of Zaporizhia, which directly affect the development of soil erosion processes of the region **Methods.** System analysis. **Results.** It has been established that the process of climate warming is accompanied with an increase in average annual temperatures during the period of 2005-2017 by 1.7 ° C on the average. The general positive trend also indicates a significant increase in the sum of active temperatures above + 15 ° C. The average long-term increase in the sum of positive temperatures has been around 40 ° C per year according to the data of the meteorological observing station of Melitopol; at the same time, within the period of 2008-2012 there was a double growth of this indicator - up to 80 ° C per year. The change of wind circulation with the prevalence of western component leads to an overall increase in precipitation up to 500.0 mm on the average (the meteorological station of Melitopol). At the same time, the amount of rainfall is being redistributed towards the winter season, which causes an increase in dryness during the vegetation season. Both the increase in the average annual temperature and the redistribution of precipitation between seasons is accompanied with an increase in the frequency of droughts, especially from the second half of the twentieth century until the present time. In addition, an increase in the amount of rainfall in the winter period and the exposure of agricultural fields is followed with accelerated water erosion of the soil, with the deflation processes being activated in early spring. **Conclusions.** It has been revealed that changes in the climatic conditions, which are occurring on the territory of the region of Zaporizhia, are accompanied with an average long-term increase in the sum of positive temperatures, an increase in the average annual temperature of the air and a decrease in the wind-circulatory processes. The change in climatic conditions has caused the activation of water and wind erosion. Wind erosion is common on the surface adjacent to the Azov Sea coast, as well as on the surface of the Pryazovia Highlands and windward slopes. Water erosion processes are confined to short and steep slopes, which essentially depend on the amount of precipitation and soil properties.

Key words: anthropogenic landscape, regional nature management, ecology and landscape analysis, Zaporizhzhya region, water erosion, wind erosion

Чебанова Ю. В.

Таврический государственный агротехнологический университет

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, КАК ПРЕДПОСЫЛКИ ОПАСНОСТИ ЭРОЗИИ ПОЧВ ЗАПОРОЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Цель. Выявить изменения климатических условий на территории Запорожской области, которые непосредственно влияют на развитие эрозии почв региона. **Методы.** Системный анализ. **Результаты.**

Выявлены природно-климатические условия, влияющие на возникновение водной и ветровой эрозии. Проанализированы особенности проявления (природные и антропогенные факторы) неблагоприятных природных процессов - водной и ветровой эрозии в пределах Запорожской области. **Выводы.** Выявлено, что изменения климатических условий, которые происходят на территории Запорожской области, сопровождаются средним многолетним ростом суммы положительных температур, повышением среднегодовой температуры воздуха и снижением ветроциркуляционных процессов. Изменения климатических условий вызвало активизацию водной и ветровой эрозии. Ветровая эрозия распространена на прилегающих к побережью Азовского моря поверхностях, а также на поверхности Приазовской возвышенности и наветренных склонах. Водно-эрозионные процессы приурочены к коротким и крутым склонам, существенно зависят от количества осадков и свойств почв.

Ключевые слова: антропогенный ландшафт, региональное природопользование, эколого-ландшафтоведческий анализ, Запорожская область, водная эрозия, ветровая эрозия

Вступ

Постановка проблеми. Тривале нерациональне господарське використання природних ландшафтів сучасної території Запорізької області призвело до погіршення їх властивостей. Під впливом різних видів антропогенної діяльності в межах області сформувалися природно-антропогенні та антропогенні ландшафти. Найбільш поширеним і розвиненим класом в адміністративних межах Запорізької області є сільськогосподарські антропогенні ландшафти (близько 85%) [1]. Цьому сприяли кілька природних факторів – рівнинність території, значні суми активних температур, потенційно родючі ґрунти та загальна сприятливість природних умов. Сільськогосподарські ландшафти є місцем подальшого формування та розширення площ інших антропогенних ландшафтів. Вони були, є і залишаються основою для розширення площ селищних, промислових, дорожніх, лісових, водних, рекреаційних та інших типів антропогенних ландшафтів. Для подальшої організації раціонального природокористування та надання науково-обґрунтованих рекомендацій щодо зниження антропогенного впливу на ландшафти регіону, важливим і

актуальним питанням є аналіз зміни кліматичних умов, які впливають на прояв ерозії ґрунтів в межах Запорізької області

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню питань формування і розвитку системи антропогенних ландшафтів на території сучасної України, в тому числі і Запорізької області, присвячено роботи багатьох відомих вчених. На особливу увагу заслуговують праці Шищенко П.Г., Маринича О.М., Гродзинського М.Д., Ісаченко А.Г., Гурової Д.Д., Вальчука О.М., Віноградова А.К. та інших науковців [2-7]. Проте, в сучасних умовах розвитку природи, соціуму і економіки в Україні та її регіонах ці питання постійно залишаються актуальними, потребують подальшого вивчення з першочерговим завданням щодо формулювання пропозицій з організації раціонального природокористування з врахуванням регіональних особливостей території та впровадження поетапної системи управління ними.

Мета – виявити зміни кліматичних умов на території Запорізької області, що безпосередньо впливають на розвиток ерозії ґрунтів регіону.

Виклад основного матеріалу

Зміна кліматичних умов та інтенсивна господарська діяльність спричинили активізацію несприятливих природних процесів і явищ. У межах різних ландшафтів інтенсивність їх прояву та локалізація суттєво відрізняється. Тут виявлена певна закономірність. Так, вододільний тип ландшафтних місцевостей і ландшафтні місцевості привододільних схилів вітроударної

експозиції більшою мірою потерпають від інтенсивної вітрової ерозії. У межах схилового типу ландшафтних місцевостей (схилів річкових долин, балок та схилів Приазовської височини) розвиваються водно-ерозійні процеси площинного та лінійного змиву, характерними є процеси дегуміфікації. Заплавні місцевості характеризуються розвитком у їх межах процесів

засолення та осолонцювання. Переушільнення ґрунтів характерне для ділянок зрошуваних земель з найбільшим проявом у межах Дніпровсько-Молочанського межиріччя. Локалізація процесів забруднення суттєво залежить від їх джерела: промисловий і побутовий типи приурочені до промислових центрів і великих населених пунктів (Запоріжжя, Мелітополь, Бердянськ, Енергодар), сільськогосподарський тип сконцентрований у межах земель сільськогосподарського призначення, гірничопромисловий тип – у зонах відкритого видобутку корисних копалин.

Збільшення частоти прояву посух. Потепління клімату супроводжується підвищенням середньорічних, мінімальних та максимальних температур приземного повітря, зниженням кількості атмосферних опадів, зниженням швидкості вітру та зміною характеру вітроциркуляційних процесів.

Характерним прикладом є зростання суми позитивних температур вище +15°C. Нами проаналізований цей показник по метеостанції Мелітополь за період з 1969 по 2012 рр. У середньому багаторічне зростання суми позитивних температур складало близько 40°C/рік. Разом з тим, у період 2008-2012 рр. відмічене подвійне зростання даного показника – до 80°C/рік (рис.1). Це підтверджується загальними тенденціями змін кліматичних показників,

зокрема температури повітря [8]. Порівняно з кліматологічною стандартною нормою (1961-1990 рр.), криві ходу температури по гідрометеостанціях південної частини Запорізької області (Бердянськ, Ботієве, Генічеськ, Мелітополь) відображають те, що найбільш інтенсивні зміни припадають на період з 1991-2010-х років з відповідним трендом змін до 2021 року.

Це підтверджується ростом показника середньої багаторічної температури повітря. До 2005 року вона коливалась в межах 9,8°C, з 2005 по теперішній час піднялася до показника +11,5°C, тобто на 1,7°C (рис. 2). Так само упродовж 2005-2017 рр. зросли показники мінімальної та максимальної температур повітря: мінімальна з -33°C до -26,3 °C (23.01.2006), а максимальна – з +40°C до +41°C (07.08.2010 р.).

Упродовж останніх кількох десятиліть суттєво знизився показник кількості атмосферних опадів з одночасним зростанням дисбалансу їх випадіння по роках. Окремі роки (1997, 2004, 2010) характеризуються аномально високою кількістю атмосферних опадів у порівнянні з середніми багаторічними показниками, сягаючи показників у 600-700 мм/рік у сухостепових ландшафтах (Генічеськ, Мелітополь) та 900 мм/рік і більше – у північному степу (Ботієве,

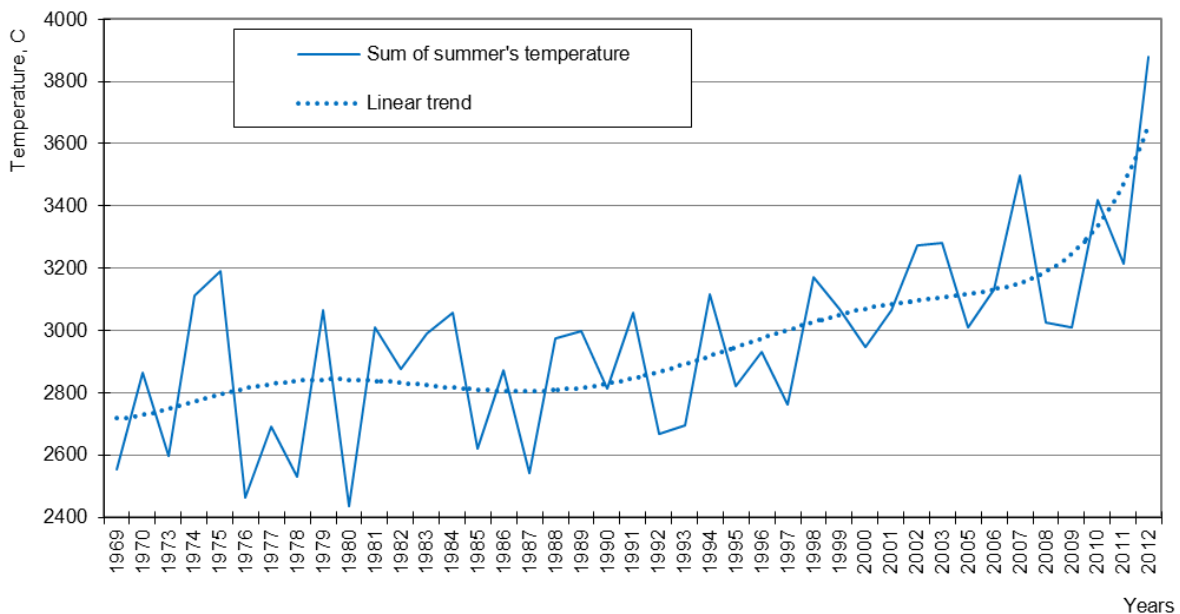


Рис.1. – Сума позитивних температур вище +15°C (ст. Мелітополь)

Бердянськ). В окремі роки (1990, 1994, 2000, 2007, 2012) кількість опадів аномально-нижча за середню багаторічну (Генічеськ – від 245 мм, Мелітополь – від 355 мм, Ботієве – від 210 мм, Бердянськ – від 280 мм).

Так само упродовж останніх кількох десятиліть, як і в багаторічному ході середньої швидкості вітру (1966-2013 рр.), спостерігається характерне зниження швидкості вітру. Розраховані лінійні тренди цього показника виявили значимі тенденції ослаблення вітру всі сезони року по станції Мелітополь (рис.3). Останні роботи з дослідження вітрового режиму [9] свідчать про зменшення приземної швидкості вітру та вказують на подальшу перебудову атмосферної циркуляції. Дослідження останніх десятиліть [10] вказують на тенденції збільшення впливу західної форми циркуляції атмосфери внаслідок наступання на схід на 30° Азорського антициклону та Ісландського циклону з відступанням на ту ж величину Сибірського антициклону [11]. В таких умовах переважатиме вплив теплих і сухих поповітряних мас Азорського максимуму з відповідним пом'якшенням кліматичних умов у зимовий період.

Внаслідок зростання температури повітря та зниження кількості опадів закономірно збільшується частота прояву посух, особливо у ранньовесняний та осінній періоди. На відміну від інших не-

сприятливих природних процесів і явищ, посуха є поступовим процесом із довгостроковими наслідками, який визначається тривалим дефіцитом або відсутністю опадів та підвищеними температурами повітря. Особливо сильні посухи в межах Запорізької області проявилися у 1891, 1901, 1906, 1911, 1921, 1922, 1938, 1939, 1946, 1957, 1959, 1963, 1965, 1968, 1972, 1975, 1979, 1983, 1992, 1996, 1999, 2003, 2007, 2009, 2012, 2015, 2017 роках зі збільшенням їх частоти упродовж останніх десятиліть. Упродовж 1956-2005 рр. зафіксовано 60 посух [12]. За дослідженнями співробітників відділу агрометеорології Гідрометцентру України [13], на півдні України вже через 15 років землеробство стане неможливим або нерентабельним через посуху. Це пов'язано з різким зростанням літніх температур та зменшенням кількості опадів з паралельним зниженням ефективності останніх.

Посухи призводять до підвищення температури повітря й ґрунту, зневоднення ґрунту і вегетуючих рослин, пригнічення й навіть загибелі сільгоспкультур на великих площах, масового скорочення кількості худоби через вигорання травостоїв і брак корму, вітрової ерозії, зниження рівня ґрунтових вод, висихання озер, водойм і боліт, до порушення роботи гідроелектро-

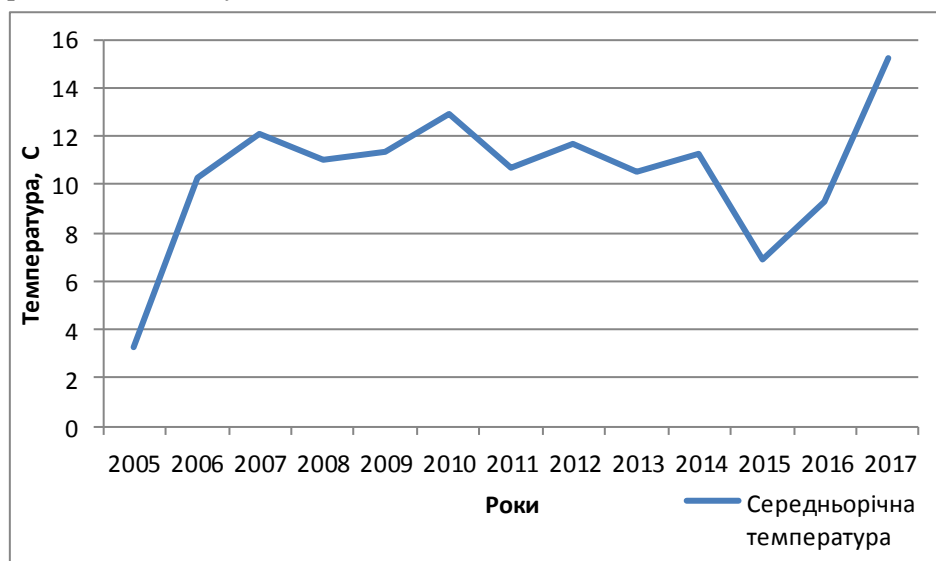


Рис. 2 – Динаміка середньорічної температури повітря по метеостанції Мелітополь за період 2005-2017 рр.

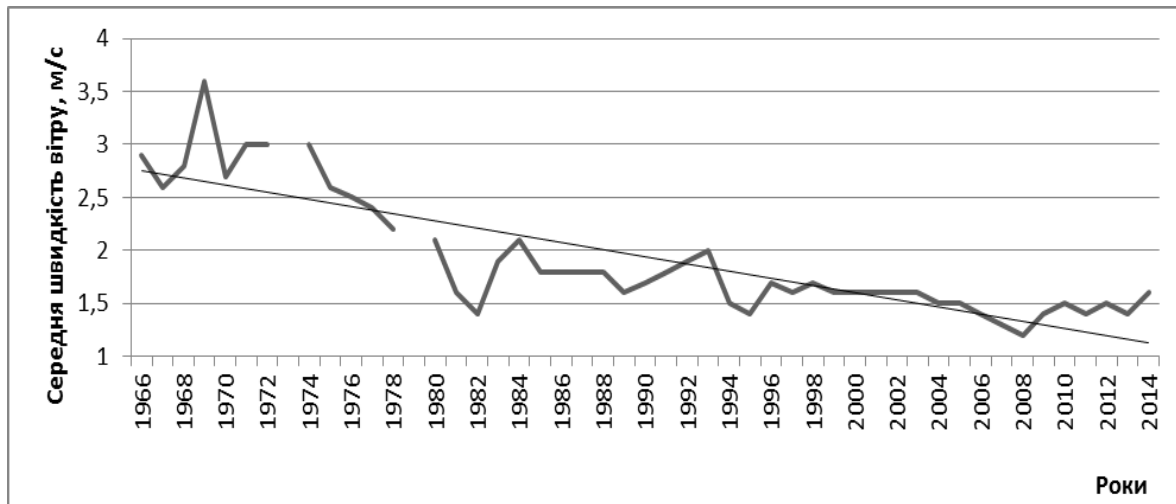


Рис. 3 – Зміна швидкості вітру по метеостанції Мелітополь.

станцій та систем водопостачання, до степових і лісових пожеж. В окремих випадках від спеки погіршується стан здоров'я населення, і навіть бувають смертельні випадки. Найбільших збитків від посух зазнає аграрний сектор.

Посухами охоплена уся територія Запорізької області, але найбільший їх прояв спостерігається на півдні, у межах поширення посушливих сухостепових та південно-степових ландшафтів.

Водна ерозія. Серед її форм переважають схилова – площинна та лінійна і руслова або берегова. Перша (відповідно – змив і розмив) супроводжуються винесенням гумусових речовин з поверхні ґрунту і погіршення його якості та родючості. Друга проявляється переважно по берегах річок і разом з лінійною (утворення і розвиток ярів) спричинює зменшення загальної площі продуктивних земель (ріллі, пасовищ та сіножатей).

Інтенсивний розвиток ерозійних процесів пов'язаний як з природними, так і антропогенними факторами: наявність схилових поверхонь та їх розораність, зливовий режим випадіння опадів, висока розораність сільськогосподарських угідь (84,8%) [14], неправильний обробіток схилових поверхонь, ігнорування агротехнічних протиерозійних заходів та неефективна боротьба з проявом ерозії.

Найменше водно-ерозійні процеси проявляються у межах плоскорівнинного Дніпровсько-Молочанського межиріччя (Михайлівський, Великобілозерський, Веселівський) райони. Тут, незважаючи на

найвищий рівень розораності території, водно-ерозійні процеси не набули інтенсивного прояву у зв'язку з відсутністю схилових поверхонь.

Найважливішим негативним наслідком водно-ерозійних процесів є зниження кількості гумусу у ґрунті. Еталонний звичайний чорнозем малогумусний північностепової смуги в межах Запорізької області вміщує 6,2% гумусу зі зниженням цього показника в південних малогумусних чорноземах (4-5%) і темно-каштанових ґрунтах (3-4%). Реальний показник набагато нижчий за еталон: звичайний чорнозем вміщує 3,93-4,41% гумусу, південний – 3,2-3,8%, а темно-каштанові ґрунти – 2,4-2,99% [15]. Утворена різниця пояснюється ерозійним змивом та вилученням з сільськогосподарською продукцією без поповнення ґрунту органічними речовинами. Обсяги внесення органічних речовин скоротилися порівняно з 1985 роком з 6,7 т/га до 0,1 т/га, тобто у понад 50 разів [16]. Аналогічна ситуація відбувається і з внесенням мінеральних добрив. Внаслідок цього щорічна втрата гумусу становить 0,005-0,01% [17]. Тільки за 2005-2007 роки в області середньорічні втрати гумусу за рік склали 685 тис. т або 0,59 т/га. Особливо велике зниження вмісту гумусу (на 0,11-0,15%) виявлено в Приморському, Бердянському та Вільнянському районах.

Вітрова ерозія. Прояв вітро-ерозійних (дефляційних) процесів на території Запорізької області так само, як і водно-ерозійних, пов'язаний з природними та

антропогенними факторами. До перших належить мала кількість атмосферних опадів, відкритість території та відсутність природних бар'єрів, близькість до морського узбережжя з інтенсивним вітровим режимом. Другі пов'язані з ріллевым землеробством та відгінним скотарством, внаслідок чого знищений або суттєво порушений природний трав'яний покрив. Дефляція спричинює видування найлегшої фракції ґрунту – гумусу, його перенесення та відкладання у зонах вітрової тіні.

Інтенсивність вітрової ерозії залежить як від швидкості вітру, так і від типу ґрунту. Дефляція на супіщаних ґрунтах розпочинається вже при швидкості вітру 3 м/с і зі збільшенням швидкості – тільки наростає. Найінтенсивніша дефляція відбувається під час пилових бур, які в межах Запорізької області є досить поширеним явищем. Кількість днів з пиловими бурями коливається від 5 до 20-30 на рік з середньою тривалістю 5-15 годин.

У зв'язку з приморським розташуванням та значною посушливістю клімату дефляційно небезпечними є близько 90% поверхні Запорізької області. Найбільшого прояву вона набула на прилеглих до моря територіях (Якимівський, Мелітопольський, Приазовський райони), на вітроударних схилах Приазовської височини східної та південної експозицій (Приморський, Бердянський, Розівський райони), а також на незахищених рослинністю поверхнях

сільськогосподарських угідь більшості районів області. На центральні та південні райони (Веселівський, Михайлівський, Якимівський, Мелітопольський, Приазовський, Приморський та Бердянський) припадає 87% дефляційно небезпечних земель області.

У ландшафтному відношенні вітрова ерозія найбільше проявляється в межах вододільних та припіднятих поверхонь Приазовської височини, Приазовської та Причорноморської низовин, на розораних схилах річкових долин вітроударної експозиції (північно-східна, східна та південна). Дефляційний ефект посилюється на поверхнях без рослинного покриву або з незначним покривом, порушених внаслідок ріллевого землеробства або перевипасу. Посилює вітро-ерозійні процеси незадовільний стан полезахисних лісосмуг, які неконтрольовано вирубуються та випалюються.

У відповідності до моделі вітрової ерозії, розробленої фахівцями ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського» НААН України, для чорноземів звичайних норма дефляції становить 3,0 т/рік, для чорноземів південних – 2,5 т /рік, а для темно-каштанових ґрунтів – 2,0 т/рік [18]. Середній показник реальної вітрової ерозії становить відповідно 30-90, 25-75 та 20-60 т/рік, тобто у 10-30 разів більше. При цьому вважається, що таке перевищення є нормальним або задовільним, а перевищення у 30-100 разів визначають як передкризове та кризове.

Висновки

Виявлено, що зміни кліматичних умов, які відбуваються на території Запорізької області, супроводжуються середнім багаторічним зростанням суми позитивних температур, підвищенням середньорічної температури повітря та зниженням вітроциркуляційних процесів. Зміна кліматичних умов спричинила активізацію водної і вітрової

ерозії. Вітрова ерозія поширена на прилеглих до узбережжя Азовського моря поверхнях, а також на поверхні Приазовської височини та навітряних схилах. Водно-ерозійні процеси приурочені до коротких і стрімких схилів, суттєво залежать від кількості опадів та властивостей ґрунтів.

Література

1. Чебанова Ю.В. Общая характеристика сельскохозяйственных ландшафтов Запорожской области (Украина) // Таджикиский аграрный университет, 2017. № 2. С. 31-33.
2. Вальчук О.М. Дорожні ландшафти. Поділля. – Вінниця: ПП «Видавництво «Геза», 2005. 178 с.
3. Виноградов А.К., Богатова Ю.И., Синегуб И.А. Экосистемы акваторий морских портов Черноморско-Азовского бассейна./Введение в экологию морских портов. О.: Астропринт, 2012. 522 с.
4. Гродзинський М.Д. Пізнання ландшафту: місце і простір. Том 1. К.: ВПЦ Київський національний університет ім.Т. Шевченка, 2005. 432 с.

5. Гурова Д.Д. Зміни ландшафтів під впливом сільськогосподарського природокористування на території Запорізької області (кінець XVIII - початок XX ст.): Автореф. дис. канд. геогр. наук: 11.00.; НАН України. Ін-т географії. К., 2002. 18 с.
6. Исаченко А.Г. Ландшафты СССР. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1985. 320 с.
7. Маринич А.М., Пашенко В.М., Шищенко П.Г. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование. К.: Наукова думка, 1985. 224 с.
8. Черченко Х.В. Вплив природної та антропогенної трансформації на річкові екосистеми Північно-Західного Приазов'я.// Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія біологія. 2016. №2 (66). С. 62-70.
9. Решетченко С.І. Дослідження вітрового режиму на території Харківської області на початку XXI століття.// Вісник Харківського національного університету. Сер. : Геологія – Географія – Екологія. 2013. № 1049, вип. 38. С. 160-164.
10. Гаргопа Ю.М. Крупномасштабные изменения гидрометеорологических условий формирования биопродуктивности Азовского моря: Дис... д-ра геогр. наук. Мурманск, 2003. 467 с.
11. Свердлик Т.А. Эволюция крупномасштабной атмосферной циркуляции воздуха Северного полушария во второй период современного глобального потепления климата.// Тр. УкрНИГМИ. 1999. Вып. 247. С. 63-75.
12. Агропортал Пропозиція – все про агропромисловий комплекс в Україні. URL: <http://propozitsiya.com/ua/posuha-v-ukrayini>. Назва з екрану.
13. Український гідрометцентр [Електронний ресурс]. URL: <http://meteo.gov.ua/>. Назва з екрану.
14. Головне управління держгеокадастру у Запорізькій області. URL: <http://zaporizka.land.gov.ua/>. Назва з екрану.
15. Довідь про стан навколишнього природного середовища в Запорізькій області за 2015 рік. – Запоріжжя, 2016. 323 с.
16. Статистичний щорічник Запорізької області за 2014 рік. – Запоріжжя, 2015. 459 с.
17. Виробничо-наукова програма «Родючість 2005-2010». К. 2005. 38 с.
18. Матвеев П.М. Методичні засади визначення витрат ґрунту від вітрової ерозії. // Збалансоване природокористування: науково-практичний журнал. 2014. N 2. С. 124-131.

References

1. Chebanova, Yu.V. (2017) *Obschaya harakteristika selskohozyaystvennyh landshaftov Zaporozhskoy oblasti (Ukraina)*. [General characteristics of agricultural landscapes of Zaporizhia region (Ukraine)]. Peasant. Dushanbe: 2. 31-33. [in Russian].
2. Valchuk, O.M. (2005). *Dorozhni landshafty [Road Landscapes]*. Vinnytsia. 178. [in Ukrainian]
3. Vinogradov, A.K., Bogatova, Yu.I., Sinegub, I.A. (2012). *Ekosistemy akvatoriy morskikh portov Chernomorsko-Azovskogo basseyna. (Vvedenie v ekologiyu morskikh portov): (monografiya) [Ecosystems of Water Areas of the Black Sea-Azov Basin Seaports. (Introduction to the Ecology of Seaports)]*. Odessa. 522. [in Russian].
4. Hrodzynskyi, M.D. (2005). *Piznannia landshaftu: mistse i prostir. Tom 1 [Recognizing the Landscape: Location and Space. Vol. 1]*. Kyiv. 432. [in Ukrainian].
5. Hurova, D.D. (2002) *Zminy landshaftiv pid vplyvom silskohospodarskoho pryrodokorystuvannia na terytorii Zaporizkoi oblasti (kinets KhVIII - pochatok KhKh st.)*. [Changes in Landscapes under the Influence of Agricultural Environmental Management on the Territory of the Region of Zaporizhia (End of XVIII - Beginning of XX Century)]. Author's abstract. dis. cand. geogr. Science. Kyiv. 18
6. Isachenko, A.G. (1985). *Landshafty SSSR [Landscapes of the USSR]*. L. 320.
7. Marinich, A.M., Paschenko, V.M., Shischenko, P.G. (1985) *Priroda Ukrainskoy SSR. Landshafty i fiziko-geograficheskoe rayonirovaniye [Nature of Ukrainian SSR. Landscapes and Physical and Geographical Zoning]*. Kyiv. 224.
8. Cherchenko, Kh.V. (2016). *Vplyv pryrodnoi ta antropohennoi transformatsii na richkovi ekosystemy Pivnichno-Zakhidnoho Pryazovia. [Influence of Natural and Anthropogenic Transformation on the River Ecosystems of North-Western Pryazovia]*. *Scientific notes of the Ternopil National Pedagogical University named after V. Hnatyuk. Series Biology*. 2 (66). 62-70. [in Ukrainian].
9. Reshetchenko, S.I. (2013) *Doslidzhennia vitrovoho rezhymu na terytorii Kharkivskoi oblasti na pochatku XXI stolittia. [Investigation of the Wind Regime on the Territory of the Region of Kharkiv at the Beginning of the XXI Century]*. *Bulletin of Kharkiv National University. Ser. : Geology - Geography - Ecology*. 1049 (38). 160-164. [in Ukrainian]

10. Gargopa, Yu.M. (2003). Krupnomasshtabnye izmeneniya gidrometeorologicheskikh usloviy formirovaniya bioproduktivnosti Azovskogo morya [Large-Scale Changes of the Hydrometeorological Conditions of the Formation of Bio-productivity of the Azov Sea]. Diss ... Dr. geogr. Science Murmansk. 2003. 467. [in Ukrainian]
11. Sverdlik, T.A. (1999). Evolyuciya krupnomasshtabnoy atmosferynoy cirkulyacii vozduha Severnogo polushariya vo vtoroy period sovremennogo globalnogo potepleniya klimata. [The Evolution of the Large-Scale Atmospheric Air Circulation of the Northern Hemisphere in the Second Period of Modern Global Warming of the Climate]. 247. 63-75. [in Russian].
12. Ahroportal Propozytisia – vse pro ahropromyslovyi kompleks v Ukraini. [The *Propozytisia* Agricultural Portal - Everything about the Agroindustrial Complex of Ukraine]. Available at: <http://propozytisia.com/ua/posuha-v-ukrayini>. [in Ukrainian]
13. Ukrainskyi hidromettsentr. [Ukrainian Hydrometeorological Center]. Available at: <http://meteo.gov.ua/>. [in Ukrainian].
14. Holovne upravlinnia derzhheokadastru u Zaporizkii oblasti. [General Directorate of the State Cadastre of Land in the Region of Zaporizhia] Available at: <http://zaporizka.land.gov.ua/>. [in Ukrainian]
15. Dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Zaporizkii oblasti za 2015 rik. (2016). [The Report on the Environmental Health of the Region of Zaporizhia for 2015] Zaporizhzhia. 323. [in Ukrainian]
16. Statystychnyi shchorichnyk Zaporizkoi oblasti za 2014 rik (2015). [The statistical yearbook of the Region of Zaporizhia for 2014]. Zaporizhzhia. 459. [in Ukrainian].
17. Vyrobycho-naukova prohrama «Rodiuchist 2005-2010» (2005). ["Fertility 2005-2010" Production and Scientific Program]. Kyiv. 38. [in Ukrainian].
18. Matvieiev, P.M. (2014). Metodychni zasady vyznachennia vytrat hruntu vid vitrovoi erozii. [Methodological Principles for Determination of the Loss of Soil due to Wind Erosion]. *Balanced natural resources: a scientific and practical journal*. 2. 124-131. [in Ukrainian].

Надійшла до редколегії 07.06.2018

УДК 911.53:[911.375.5+911.375.635]

Ю. В. ЯЦЕНТЮК, канд. геогр. наук, доц.

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,
вул. Острозького, 32, 21000, Вінниця, Україна
e-mail: yatsentyuk@gmail.com

МІСЬКІ ПАРАДИНАМІЧНІ АНТРОПОГЕННІ ЛАНДШАФТНІ СИСТЕМИ

Мета. Виявити особливості та структуру міських парадинамічних антропогенних ландшафтних систем. **Методи:** логічні, теоретичного узагальнення, знаходження емпіричних залежностей, картографічний, аналітико-картографічного аналізу, польові. **Результати.** Виявлено, що внаслідок розвитку та функціонування ландшафтів урбанізованих територій формуються міські парадинамічні антропогенні ландшафтні системи. У їх структурі виділяються парадинамічні антропогенні ландшафтні зони мінерального, повітряного, кліматичного, гідрологічного, гідрогеологічного, біотичного, соціального та економічного впливів на навколишнє природне середовище. У їх межах виділено парадинамічні антропогенні ландшафтні пояси із різними ступенями антропогенної трансформації ландшафтів, зокрема й забрудненням природних компонентів. **Висновки.** Виявлено прямиий зв'язок між промисловим і дорожнім типами міських ландшафтів, з одного боку, та парадинамічними антропогенними ландшафтними поясами з різними ступенями забруднення міського середовища, з іншого боку. Доведено існування парадинамічного зв'язку між станом урболандшафтів та рівнем захворюваності населення міст. Виявлено парадинамічні зв'язки між міськими ландшафтами і ландшафтами приміських зон.

Ключові слова: міська парадинамічна антропогенна ландшафтна система, парадинамічна антропогенна ландшафтна зона, ландшафт, забруднення, захворюваність населення, міське середовище

Yatsentyuk Yu. V.

Vinnitsia Mikhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University

THE URBAN PARADYNAMIC ANTHROPOGENIC LANDSCAPE SYSTEMS

Purpose. To identify the peculiarities and structure of urban paradyamic anthropogenic landscape systems (PDALS). **Methods:** field, theoretical generalization, analytical and cartographic analysis, logic, finding of empirical relationships, cartographic. **Results.** Urban-building activity is accompanied by radical transformations of all components of nature, significant changes of the natural landscape structure. As a result, urban paradyamic anthropogenic landscape systems are formed. Inner urban and suburban PDALS are singled out. Inner urban paradyamic anthropogenic landscape systems are formed and operate within the administrative boundaries of cities. Suburban PDALS extend far beyond the boundaries of urban settlements. They cover the suburban area.

Paradyamic anthropogenic landscape zones (PDALZ) of mineral, air, climatic, hydrological, hydrogeological, biotic, social and economic impacts on the natural environment are distinguished in the structure of urban PDALS. Paradyamic anthropogenic landscape areas (PDALA) of low, medium, high and intensive pollution levels are formed within the zones of mineral and air impacts of the technical block of urban landscape-technogenic systems on their landscape block. They are interconnected by water, mineral and air streams.

Eleven paradyamic anthropogenic landscape areas with low (total soil pollution index (TPI) - 8-16 units), eighteen areas with medium (TPI of 16-32 units) and five areas with high (TPI of soil 32-128 units) pollution levels of the environment were formed on the territory of Vinnitsia city. Paradyamic areas of low pollution are genetically related to the "sleeping" quarters of the city. Paradyamic areas of medium pollution are associated with industrial enterprises and high-speed motorways. Areas with a high level of pollution are paradyamically connected with the industrial landscapes of the enterprises Vinnitsia Household Chemicals and Vinnitsia Lamp Plant.

PDALA with a high degree of atmospheric air pollution were formed in the Northern and Central industrial districts of Chernivtsi. Areas of low and medium pollution levels were formed in the areas of the old buildings of the modern city center.

On the territory of the city of Mariupol, 2 paradyamic anthropogenic landscape areas of intensive (TPI 128-600) and 4 PDALAs of high (TPI 32-128) levels of pollution were detected. They are genetically related to the industrial landscapes of Azovstal Iron and Steel Plant and the Mariupol Iron and Steel Plant named after Ilyich.

Paradyamic relationships between certain types of urban landscapes and ecological situation around them are defined. 58% of the city of Sumy is characterized by unsatisfactory ecological situation. These areas are paradyamically connected with the urban industrial landscapes of the Northern and Southern industrial zones.

A direct paradynamic relation between the morbidity of urban population and the ecological state of urban landscapes was found. The condition of the urban environment causes from 30 to 70 % of all diseases.

Paradynamic relations lead to the formation of a paradynamic anthropogenic landscape ecotone "urban landscapes – landscapes of suburban areas" around a city. Within this paradynamic landscape system, pollution of atmospheric air, soils, surface and groundwater from urban landscapes is well noticed. It was proved that the city's interaction with the surrounding landscapes is bilateral. As a result, suburban paradynamic landscape zones of social and economic impact are formed.

Conclusion. It is revealed that urban paradynamic anthropogenic landscape systems are formed due to the development and functioning of the landscapes of urbanized territories. Paradynamic anthropogenic landscape zones of mineral, air, climate, hydrological, hydrogeological, biotic, social and economic impacts on the natural environment are distinguished in their structure. Paradynamic anthropogenic landscape areas with different levels of anthropogenic transformation of landscapes, in particular contamination of natural components, are defined within them. The existence of a direct paradynamic connection between the state of the urban landscapes and the level of morbidity of the urban population has been established. As a result, an extremely dynamic paradynamic anthropogenic landscape zone of the social impact of urban landscape-technogenic systems (LTS) is formed.

Keywords: urban paradynamic anthropogenic landscape system, paradynamic anthropogenic landscape zone, landscape, pollution, morbidity of the population, urban environment

Яцентюк Ю. В.

Винницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

ГОРОДСКИЕ ПАРАДИНАМИЧЕСКИЕ АНТРОПОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТНЫЕ СИСТЕМЫ

Цель. Выявить особенности и структуру городских парадинамических антропогенных ландшафтных систем. **Методы:** логические, теоретического обобщения, нахождения эмпирических зависимостей, картографический, аналитико-картографического анализа, полевые. **Результаты.** Выявлено, что в результате развития и функционирования ландшафтов урбанизированных территорий формируются городские парадинамические антропогенные ландшафтные системы. В их структуре выделяются парадинамические антропогенные ландшафтные зоны минерального, воздушного, климатического, гидрологического, гидрогеологического, биотического, социального и экономического воздействия на окружающую природную среду. В их пределах выделены парадинамические антропогенные ландшафтные пояса с различными степенями антропогенной трансформации ландшафтов, в том числе загрязнением природных компонентов. **Выводы.** Обнаружена прямая связь между промышленным и дорожным типами городских ландшафтов, с одной стороны, и парадинамическими антропогенными ландшафтными поясами с различными степенями загрязнения городской среды, с другой стороны. Доказано существование парадинамической связи между состоянием урбандиафтов и уровнем заболеваемости населения городов. Выявлены парадинамические связи между городскими ландшафтами и ландшафтами пригородных зон.

Ключевые слова: городская парадинамическая антропогенная ландшафтная система, парадинамическая антропогенная ландшафтная зона, ландшафт, загрязнение, заболеваемость населения, городская среда

Вступ

Постановка проблеми. Містобудівельна діяльність супроводжується докорінним перетворенням усіх компонентів природи, трансформацією натуральної ландшафтної структури, утворенням антропогенних міських ландшафтів. Дослідженню останніх присвячено багато публікацій [4, 7, 9, 10, 13, 15, 16]. Функціонування урбандиафтів завдяки природним, соціальним та економічним процесам обумовлює формування міських парадинамічних антропогенних ландшафтних систем (ПДАЛС). Вони наразі ще слабо вивчені [2, 5, 14]. Проте,

розгляд міст як ПДАЛС дозволяє швидше й точніше виявити джерела і шляхи забруднення міського середовища, причини погіршення стану здоров'я міського населення, а, відтак, поліпшити стан урбандиафтів і умови проживання населення у містах. Тому дослідження міських парадинамічних антропогенних ландшафтних систем є досить актуальними.

Мета статті – виявити особливості та структуру міських парадинамічних антропогенних ландшафтних систем.

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом дослідження є міські парадинамічні антропогенні ландшафтні системи.

Під час проведення досліджень нами використовувались такі методи: літературно-картографічний, логічні (абстракції, аналізу,

синтезу, аналогії), теоретичного узагальнення, знаходження емпіричних залежностей, картографічний, аналитико-картографічного аналізу, польові (ключові, площадні та маршрутні).

Результати та обговорення

Парадинамічна антропогенна ландшафтна система – це система взаємопов'язаних активним обміном речовини, енергії та інформації суміжних або незначно віддалених ландшафтних комплексів, хоча би один з яких є антропогенним [11, 12]. Умовно можна виділити внутрішньоміські та позаміські ПДАЛС. Внутрішньоміські парадинамічні антропогенні ландшафтні системи формуються та функціонують в адміністративних межах міст, а позаміські поширюються далеко за адміністративні межі міських населених пунктів і охоплюють приміську зону.

У структурі міських ПДАЛС виділяються парадинамічні антропогенні ландшафтні зони (ПДАЛЗ) мінерального, повітряного, кліматичного, гідрологічного, гідрогеологічного, біотичного, соціального та економічного впливів на навколишнє природне середовище. У межах зон мінерального та повітряного впливів технічного блоку міських ландшафтно-техногенних систем (ЛТС) на їх ландшафтний блок сформувались парадинамічні антропогенні ландшафтні пояси (ПДАЛП) чотирьох типів: низького, середнього, високого та інтенсивного ступенів забруднення. Усі ПДАЛП взаємопов'язані між собою водними, мінеральними та повітряними потоками.

На території міста Вінниці сформувалось одинадцять парадинамічних антропогенних ландшафтних поясів низького ступеню забруднення атмосферного повітря і ґрунтів (сумарний показник забруднення (СПЗ) ґрунтів – 8–16 одиниць). Вони генетично пов'язані із «спальними» кварталами міста і разом займають площу 22,08 км² або 19,5 % від загальної площі міста. 3-поміж мікроелементів у цих поясах домінують свинець, хром, срібло, цинк, барій. Їх концентрації в 2–4 рази більші за фонові.

Усі зміни ландшафтних комплексів у містах парадинамічно впливають на умови існування міського населення. У результаті цього одночасно формується парадинамічна антропогенна ландшафтна зона соціального впливу міста. Вона проявляється у всіх змінах параметрів соціального блоку, зокрема й захворюваності населення. У межах ПДАЛП низького рівня забруднення відзначається низький рівень захворюваності дитячого населення, незначна повторюваність функціональних розладів у стані здоров'я.

У межах Вінниці сформувались вісімнадцять парадинамічних антропогенних ландшафтних поясів середнього ступеню

забруднення навколишнього природного середовища. У них зафіксовано сумарний показник забруднення ґрунтів 16–32 одиниці. Ці ПДАЛП генетично пов'язані із промисловими підприємствами, автомагістралями та перехрестями, для яких характерний високий показник інтенсивності транспортного потоку. Для таких поясів найбільш типовими хімічними елементами є срібло, цинк, хром, свинець, барій, стронцій, олово. Їх концентрації в 2–10 разів більші за фонові. Тому в осередках забруднення відзначено збільшення рівня загальної захворюваності міського населення. Парадинамічні антропогенні ландшафтні пояси Вінниці з середнім ступенем забруднення міського середовища разом займають територію 4,02 км², що становить 3,6 % від площі міста.

У межах сучасної Вінниці сформувались п'ять ПДАЛП із високим ступенем забруднення міського середовища. У них зафіксовано сумарний показник забруднення ґрунтів 32–128 одиниці. Концентрації деяких хімічних елементів перевищують фонові в 10–100 разів. Пояси із високим ступенем забруднення міського середовища парагенетично і парадинамічно пов'язані із промисловими ландшафтами ПрАТ «Вінницяпобутхім», колишнього підприємства «Вінницький ламповий завод» та разом займають територію 0,63 км², що становить 0,56 % від площі Вінниці. У їх межах зафіксовано збільшення загальної захворюваності дитячого населення, збільшення захворюваності дітей з хронічними захворюваннями системи органів дихання, функціональні відхилення серцево-судинної системи органів у дорослих [14].

Функціонування ландшафтів міста Чернівці обумовлює парадинамічні зміни стану атмосферного повітря і ґрунтів. Основними чинниками забруднення цих компонентів природи є промислові підприємства і автотранспорт. Вони обумовлюють формування парадинамічних антропогенних ландшафтних поясів із аномальними (вищі за регіональну фонову та граничнодопустиму) концентраціями пилу, оксидів сірки, вуглецю та азоту (2–5 ГДК і більше), свинцю, нікелю та міді (1,5–4 ГДК), формальдегіду, хлористого водню (3–5 ГДК) у міській атмосфері. Максимальні концентрації сірки можуть у 20 разів перевищувати ГДК.

Підвищені концентрації пилу в атмосфері парадинамічно пов'язані із функціонуванням промислових ландшафтів заводу будматеріалів, ТЕЦ, дорожнього типу міських

ландшафтів; наднормативний вміст нікелю, хрому, міді та цинку – із ландшафтами електронної промисловості, наявність свинцю – із дорожніми ЛТС.

ПДАЛП із високим ступенем забруднення атмосферного повітря сформувались у Північному і Центральному промислових районах м. Чернівці. Тут відзначається перевищення регіонального фонового вмісту кадмієм, свинцем, кобальтом, цинком, нікелем, марганцем у 5 - 7 разів, а біля самих джерел поллютантів - у десятки і сотні разів.

Межі парадинамічних поясів із середнім ступенем забруднення (СПЗ 16 - 32) проходять на відстані до 7 км від джерела. Межі поясів із високим ступенем забруднення (у ґрунтах понад 32, у снігу - понад 128) проходять на відстані 4-5 км від джерел. Межі парадинамічних антропогенних ландшафтних поясів у відповідності до ступеню забруднення та особливостей його джерела встановлені таким чином: для металургійних підприємств і ТЕЦ – на відстані 5-10 км від джерел викидів; для машинобудівельних і хімічних підприємств – на відстані 1,5-2 км; для підприємств приладобудівної та електронної промисловості – на відстані 0,5 км; для автотранспорту – на відстані 100 – 200 метрів [2, с. 131-134].

Парадинамічні зв'язки міських промислових і дорожніх ландшафтів обумовлюють техногенні зміни ґрунтового профілю прилеглих територій. Відзначається трансформація його структури, ущільнення, акумуляція хімічних елементів. Атмосферні випадання у містах лісової та лісостепової зон обумовлюють лужність ґрунтів. У результаті відбувається трансформація ландшафтних комплексів слабо кислого та кислого класів водної міграції у нейтральний та кальцієвий класи ландшафтів. Зростає ємність поглинання та концентрація обмінних катіонів у гумусовому ґрунтовому горизонті. Це обумовлює підвищення буферності ґрунтового покриву міста Чернівці.

На території м. Чернівці парадинамічні антропогенні ландшафтні пояси низького та середнього ступенів забруднення сформувались у районах старої забудови сучасного центру міста. ПДАЛП високого ступеню забруднення виявлені навколо промислових підприємств і на перетинах автомобільних доріг. З віддаленням від центру міста до його околиць спостерігається зменшення рівня забруднення міських ландшафтів до СПЗ не більше 4. Такі відносно чисті території займають близько 30 % від площі міста.

Парагенетичні асоціації хімічних елементів відрізняються у різних типах міських

ландшафтів і ландшафтно-техногенних систем. У Чернівцях, для ЛТС житлової забудови у заплавах і надзаплавних терасах, коефіцієнти концентрацій становлять: Cr – 2,03, Zn та Pb по 1,6, Cu – 1,5; на схилових місцевостях: Zn – 2,19, Cr – 1,9, Pb – 1,88, Cu – 1,63; на вододілах переважає Cr. Для міських промислових ландшафтів у заплавах і надзаплавних терасах коефіцієнти концентрацій становлять: Cr – 1,82, Zn – 1,57, Cu – 1,52, Pb – 1,5; на схилових місцевостях: Pb – 1,94, Cr – 1,53; на вододілах Cu – 1,9, V – 1,7. Для міських рекреаційних ландшафтів скрізь переважає Cu із коефіцієнтами концентрацій 1,71 – 1,51 [2, с. 145-149].

Парагенетично із формуванням і розвитком міських ландшафтів виникають ландшафти сміттєзвалищ твердих побутових відходів. Навколо них утворюється парадинамічний антропогенний ландшафтний екотон площею у 2-3 рази більший за площу власне сміттєзвалища. Парагенетично із функціонуванням сміттєзвалища «Стинка – Чернівці» відбувається забруднення навколишніх ландшафтів цинком, хромом, кобальтом, ванадієм, міддю, свинцем, молібденом. Коефіцієнти їх концентрацій варіюють від 1,5 до 3,5. Внаслідок цього формуються ПДАЛП із концентраціями свинцю, що у 2-13 разів перевищують фонові.

Оскільки шлаки спричинюють вилугування прилеглих до сміттєзвалища ландшафтних комплексів кислого класу, формуються ореоли забруднення аніогенних елементів. У результаті накопичення останніх на кислих геохімічних бар'єрах, може відзначатись контрастність аномалій у парадинамічних антропогенних ландшафтних поясах до 100 фонових концентрацій [2, с. 128, 148-154].

Забруднення ландшафтів м. Маріуполь і його околиць парадинамічно пов'язане переважно із функціонуванням міських промислових ландшафтів підприємств «Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча» та «Металургійний комбінат Азовсталь». Середні концентрації свинцю у пилові, що осідає біля вказаних підприємств, більші по відношенню до фонових концентрацій в 27 раз, цинку – в 11 раз, нікелю – у 6 раз, міді – у 5 раз. Із повітряними потоками промислові викиди розносяться на великі відстані, накопичуються у ґрунтовому покриві, водних об'єктах, донних відкладах, рослинності, обумовлюючи забруднення міських і приміських ландшафтів. У результаті відбуваються зміни реакції (рН) та катіонно-обмінної ємності чорноземів звичайних. Зафіксовано зниження (в 1,4 рази) концентрації органічних речовин, зменшення лужності. Істотно зни-

жується ємність катіонного обміну ґрунтового покриву, концентрація обмінних катіонів (Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Na^+ , K^+). Внаслідок цього сильно (понад 10 раз) зменшується буферність ґрунтів.

Оскільки у викидах металургійних підприємств відзначаються високі концентрації заліза та кальцію, у ґрунтах міста зафіксовано перевищення фонових концентрацій оксидів кальцію (в 2,7 рази) та оксидів заліза (в 2,6 рази).

По відношенню до умовно чистих територій, у різному ступені антропогенізованих ґрунтах Маріуполя виявлено істотне збільшення валового вмісту важких металів: свинцю у 10-40 раз, міді у 10-15 раз, цинку у 6-7 раз, магнію та хрому у 4-5 раз.

Сумарний показник забруднення верхнього (0-5 см) ґрунтового горизонту Маріуполя коливається від 3 до 581. На території

міста виявлено два парадинамічні антропогенні ландшафтні пояси інтенсивного ступеню забруднення (СПЗ 128-600). Найбільший із них сформувався у центральній, щільно заселеній частині міста, між двома металургійними комбінатами, інший – на північному заході.

На території Маріуполя сформувалось 4 ПДАЛП високого ступеню забруднення (СПЗ 32-128), що займають близько 50 % території міста. Окрім санітарно-захисних зон металургійних підприємств, ці пояси охоплюють ландшафтно-техногенні системи житлової забудови і дорожнього типу. Найбільші площі займає парадинамічний пояс, що тягнеться від північних околиць «Металургійного комбінату Азовсталь» на північ міста, оточуючи майже кільцем (за виключенням північного сходу) «Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча» (Рис.1).

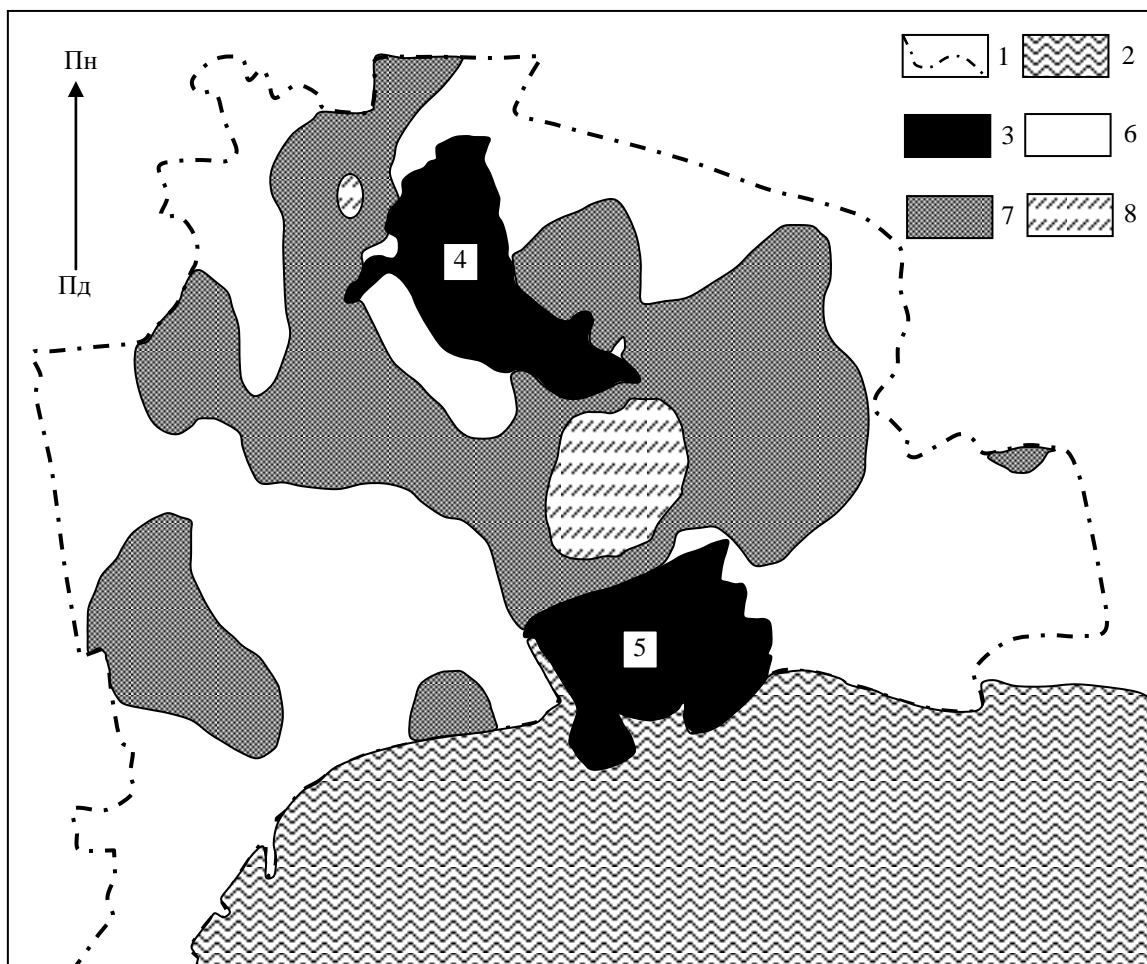


Рис. 1 – Парадинамічні антропогенні ландшафтні пояси м. Маріуполь (за [1] із змінами і доповненнями)

- 1 – межі міста; 2 – Азовське море; 3 – промислові підприємства;
 4 – Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча; 5 – Металургійний комбінат «Азовсталь»;
 6 – парадинамічні антропогенні ландшафтні пояси низького і середнього ступенів забруднення;
 7 – парадинамічні антропогенні ландшафтні пояси високого ступеню забруднення;
 8 – парадинамічні антропогенні ландшафтні пояси інтенсивного ступеню забруднення.

Сумарний показник забруднення верхнього (5-10 см) ґрунтового горизонту Маріуполя коливається від 3 до 591. Цей горизонт більш забруднений на важкі метали, у порівнянні із верхнім 5-ти сантиметровим шаром ґрунту. Тут сформувалось 4 парадинамічних антропогенних ландшафтних пояси інтенсивного ступеню забруднення. Два пояси (зокрема і найбільший) знаходяться у центрі міста, між двома металургійними комбінатами. Ще два пояси сформувались у західній частині Маріуполя.

У межах міста виділено два ПДАЛП високого ступеню забруднення, що займають близько 70 % його території. Найбільший за площею парадинамічний пояс займає близько 65 % міської території та розміщується у центрі, на заході, північному сході. Другий парадинамічний пояс знаходиться на південному сході міста [1, с.77-85, 125-127].

На території міста Суми парадинамічні антропогенні ландшафтні пояси із інтенсивним ступенем забруднення міського середовища сформувались навколо ВАТ «Суміхімпром», заводу «Центроліт» (СПЗ ґрунтів понад 300), АТ «СНВО ім. М.В. Фрунзе» (СПЗ від 200 до 300), центральної частини міста і вул. Харківська (СПЗ від 100 до 200); парадинамічні пояси із високим ступенем забруднення – частково у центрі Сум та у Роменському мікрорайоні. Розміри парадинамічних поясів коливаються від 0-1,5 км (інтенсивний ступінь забруднення), 1,5-3 км (високий ступінь забруднення) до 3-4 км (середній ступінь забруднення).

Найзабрудненішим є ґрунтовий покрив навколо ВАТ «Суміхімпром». Тут виявлено високі концентрації цинку, міді, фосфору, сірки, стронцію. Максимальні значення СПЗ тут становлять 638,1. У ґрунтах навколо чавуноливарного заводу «Центроліт» концентрації водорозчинних

сполук сульфатної сірки і фтору у 2-3 рази перевищують їх вміст навколо підприємств машинобудування. Максимальні значення СПЗ тут становлять 446,6 [10, с.150-154].

Встановлено парадинамічні зв'язки між певними типами міських ландшафтів і екоситуацією навколо них. Для 58 % території міста Суми характерна незадовільна екоситуація. Ці ділянки парадинамічно пов'язані з міськими промисловими ландшафтами Північної та Південної промислових зон, багатопверховими ландшафтами лівобережжя р.Псел, рекреаційними та водно-рекреаційними типами міського ландшафту (Рис.2). Задовільна екоситуація сформувалась у межах ландшафтів малоповерхового типу. Сприятлива екоситуація парадинамічно пов'язана із північно-західними, північно-східними та південно-західними міськими малоповерховими околицями (Роменський та Курський мікрорайони), що найбільш віддалені від джерел забруднення. Це найкомфортніші для міського населення території [10, с.185-189].

Виявлено прямиї парадинамічний зв'язок захворюваності (патологія вагітності, онкологічні, спадкові хвороби, вроджені аномалії розвитку тощо) міського населення із екостаном міських ландшафтів (табл.1). Стан міського середовища обумовлює від 30 до 70 % усіх хвороб. Цей зв'язок проявляється у формуванні парадинамічної антропогенної ландшафтної зони соціального впливу міських ЛТС. Оскільки її параметри визначаються режимом та інтенсивністю надходження поллютантів, ПДАЛЗ соціального впливу надзвичайно динамічна [2, с.136].

У м. Івано-Франківськ парадинамічні пояси зон мінерального, повітряного, гідрологічного та гідрогеологічного впливів утворюють екологічні зони, межі яких співпадають із межами зони соціального впливу та її парадинамічних поясів. Хвороби крові та органів кровотворення найбільш парадина-

Таблиця 1

Загальна захворюваність населення м. Івано-Франківськ в залежності від екостану території

№ екологічної зони	3	1	2	11	4	5	7	10	12	6	8	9
Екостан	сприятливий	задовільний			напружений				складний			
Загальна захворюваність населення, на 1000 осіб	693,9	751,1	803	787,1	721,1	806,5	798	697	768,1	813,1	811,7	812,1

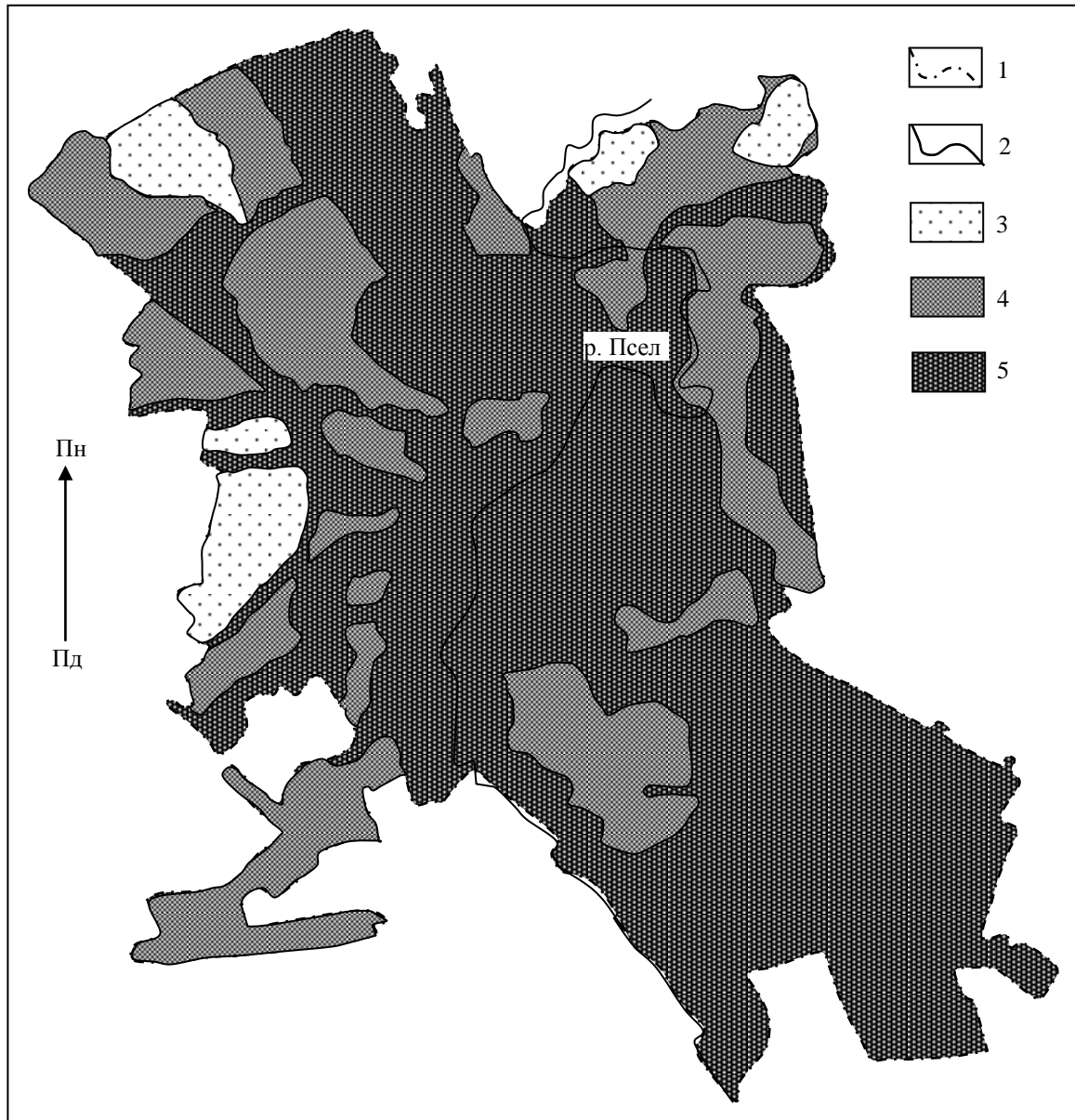


Рис. 2 – Екоситуація території міста Суми (за [10] із змінами і доповненнями):

- 1 – межі міста; 2 – межі ділянок з різною екоситуацією; 3 – сприятлива екоситуація;
4 – задовільна екоситуація; 5 – незадовільна екоситуація.

мічно пов'язані з районами діючих промислових підприємств та інтенсивних транспортних потоків (Об'їзна дорога, кінець вулиці Є. Коновальця, Пасічна). Онкологічні захворювання парадинамічно пов'язані із забрудненими міськими промисловими ландшафтами хімічних заводів, заводу «Родон» та старим центром міста із високою часткою пенсіонерів.

Зростання первинної захворюваності мешканців Івано-Франківська парадинамічно пов'язане із забрудненням атмосферного повітря оксидами азоту, формальдегідом та вуглеводнями навколо великих автомагістра-

лей та промислових підприємств. Жителі приміських територій в 1,5-2 рази частіше (у порівнянні із середньою міською захворюваністю) хворіють на хвороби нижніх частин органів дихання [8, с.156-184].

Позаміські парадинамічні антропогенні ландшафтні системи формуються навколо міст. Вони відображають характер і ступінь впливу міських ландшафтів на навколишні території. Парадинамічні зв'язки призводять до формування навколо міста парадинамічного антропогенного ландшафтного екотону «міські ландшафти – ландшафти приміських

зон». У межах цієї парадинамічної ландшафтної системи добре простежується забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих і підземних вод від міських ландшафтів.

Навколо Вінниці сформувалась парадинамічна зона повітряного впливу міста на ландшафти довкілля радіусом 7-10 км (від адміністративних меж міста). У цій зоні виділяється два ПДАЛП: середнього та низького ступенів забруднення атмосферного повітря. У ньому відзначається високий вміст пилу, сажі, оксидів вуглецю, азоту, сірчистого ангідриду. У 90-х роках ХХ століття на відстань до 9 км від міста поширювався фтористий водень, що парадинамічно був пов'язаний із функціонуванням міських промислових ландшафтів ВО «Хімпром».

У Вінницькій області зони повітряного впливу міст Вінниця, Жмеринка, Гнівань, Калинівка, Немирів об'єднуються у спільну ПДАЛЗ радіусом від 24 км (західна частина), 34 км (північно-східна частина) до 44 км (південно-західна та південно-східна частини).

Парадинамічна зона повітряного впливу м. Хмельницький витягнута відповідно до переважаючого напрямку вітрів з північного заходу на південний схід. Її радіус на півночі 10 км, на півдні - 16 км, на південному сході - 30 км, на північному заході - 34 км. ПДАЛЗ повітряного впливу м. Старокостянтинів Хмельницької області витягнута на 38 км з північного заходу на південний схід.

Досить важливим є врахування економічних парадинамічних зв'язків міста з приміською зоною. Ці зв'язки є двобічними, оскільки зафіксовано взаємний вплив міста із навколишніми ландшафтами. У результаті формуються позаміські парадинамічні ландшафтні зони соціального та економічного впливу.

Оскільки у містах більший вибір місць працевлаштування, проживання, послуг, розваг, краще розвинута соціальна інфраструктура, міські ландшафти виступають атракторами населення з приміської зони. Це проявляється у переселенні сільського населення у міста, у маятникових трудових, навчальних і торгових міграціях. Це призводить до поступового розширення і збільшення площ міських ландшафтів. Оскільки не всіх влаштовує міський бурхливий спосіб життя та забруднене міське середовище, навколо великого міста, у його найближчих околицях, формується парадинамічний антропогенний ландшафтний пояс із сіл, селищ міського типу та невели-

ких міст, в яких постійно проживають міські працівники. Радіус цього поясу в умовах Поділля досягає 20-35 км (інколи до 45 км). У межах поясу, особливо в останні кілька десятиліть, зафіксовано збільшення площ найближчих до центрального міста сільських (в 0,3-0,6 рази) і містечкових селитебних (в 0,9-1,4 рази), дорожніх (в 0,3-0,5 рази) ландшафтних комплексів [4, с.47]. Такі самі показники характерні для м. Кропивницький [6, с.127]. Парадинамічно із розвитком великих міст у ландшафтній структурі міст і селищ міського типу приміської зони збільшуються площі ландшафтів багатопверхової житлової забудови. У період з 1970 по 2017 роки у найближчих до Вінниці населених пунктах їх площі збільшились в 9 разів. Площі водно-рекреаційних ландшафтів за цей час збільшились в 14 разів.

Г. І. Денисюк за глибиною впливу міста на навколишні ландшафти та за особливостями прояву парагенетичних зв'язків виділяє ближню (внутрішню), середню (перехідну) й дальню (зовнішню) підзони приміських зон [6, с.91]. Ближня підзона відповідає парадинамічній підзоні безпосереднього впливу міста, середня і дальня - парадинамічній підзоні опосередкованого впливу міста на навколишні ландшафти. Ширина підзони безпосереднього впливу міста на навколишні ландшафти, як правило 5-10 км, підзони опосередкованого впливу - 35-40 км, навколо обласних центрів - 40-50 км.

У підзоні безпосереднього впливу прямий вплив міста є суцільним. Парадинамічно із функціонуванням міських ландшафтів тут формуються приміські промислові ландшафти. Їх основою є промислові підприємства, що забезпечують потреби міста. Це можуть бути винесені за його межі шкідливі виробництва або підприємства, створені на дешевших заміських землях. Вони пов'язані з містом парадинамічними зв'язками. Останні проявляються у маятникових міграціях міського населення на роботу і додому, потоках готової продукції у місто.

У підзоні безпосереднього впливу формуються парадинамічні антропогенні ландшафтні пояси із різним ступенем змін ландшафтних комплексів під впливом масової рекреаційної діяльності міського населення. Як правило, тут не залишилось натуральних ландшафтних комплексів. Річкові русла перетворені на ставки та водосховища. Внаслідок масового відпочинку населення, збору ягід, грибів, лікарських рослин, квітів, заготовівлі дров натуральні ліси перетворені на лісові антропогенні ландшафти.

Міське населення обумовило те, що у найближчих до міста лісах, лісосмугах, на берегах річок, ставків і водосховищ сильно витоптана трав'яниста рослинність, знищені та значно пошкоджені дерева і чагарники, випалений під численними вогнищами ґрунт, концентрується багато стихійних звалищ твердих побутових відходів. У результаті тут зменшується біотичне різноманіття, зокрема й кількість рідкісних і зникаючих видів тварин і рослин [4, с.53-55].

У П'ятничанському та Сабарівському лісах, навколо Вінниці, на вихідних, особливо навесні та влітку, нараховується від 3000 до 12000 відпочиваючих. На одному гектарі лісового масиву тут сформувалось до 14 км алей, доріг та стежок. Площі випаленого ґрунту під вогнищами з 1990 року збільшились у 27 раз. У результаті ландшафтні комплекси у межах П'ятничанського лісу відзначаються рекреаційною дигресією п'ятої фази [3, с.188].

У цій підзоні спостерігається висока концентрація пішохідних стежок і доріг, кав'ярень, ресторанів, кемпінгів, ремонтних майстерень, АЗС. З 1990 року кількість останніх у приміських зонах Вінниці і Хмельницького збільшилась у 8-10 раз, у приміських зонах малих міст і містечок Поділля у 2-3 рази.

Парадинамічно із розвитком міських ландшафтів у приміській зоні формуються ландшафтні комплекси малоповерхової житлової забудови дачних поселень. Вони є індикатором положення межі підзони безпосереднього впливу міста на навколишні

ландшафти. Навколо Вінниці, в районі П'ятничан, у 1967 році було створено перший дачний масив. За період з 1985 по 2018 роки у приміській зоні міста було сформовано ще сім дачних масивів. Площі цих масивів у приміських зонах Поділля за останні 30 років збільшились від 23 до 30 разів.

У підзоні опосередкованого впливу прямий вплив міста на ландшафтні комплекси є лише вибірковим, а не суцільним; ступінь антропогенного перетворення ландшафтів менший за такий у підзоні безпосереднього впливу. Тут формуються невеликі за розмірами дачні поселення, тепличні господарства, частіше зустрічаються ранчо.

Підзона опосередкованого впливу охоплює міста-супутники обласних центрів, найближчі до них селища міського типу, унікальні природні об'єкти і території. Останні є місцями багатоденного відпочинку. Тут формуються рекреаційні ландшафти санаторіїв, баз і будинків відпочинку, оздоровчих таборів. Рекреаційні ландшафтні комплекси є фоновими для підзони опосередкованого впливу міста на довкілля.

Парадинамічно із функціонуванням міських ландшафтів відбувається трансформація структури приміських сільськогосподарських ландшафтів. Сільське господарство спеціалізується на виробництві продукції для міста. Тому збільшується частка городни, плодкових і ягідних сортів рослин, пасовищ і сінокосів у структурі сільськогосподарських земель [3, с.187].

Висновки

Виявлено, що внаслідок розвитку та функціонування ландшафтів урбанізованих територій формуються міські парадинамічні антропогенні ландшафтні системи. Виділено внутрішньоміські та позаміські ПДАЛС. Позаміські парадинамічні антропогенні ландшафтні системи «виходять» далеко за межі міст і охоплюють їх приміські зони.

У структурі міських ПДАЛС виділяються парадинамічні антропогенні ландшафтні зони мінерального, повітряного, кліматичного, гідрологічного, гідрогеологічного, біотичного, соціального та економічного впливів на навколишнє природне середовище. У їх межах виділено парадинамічні ан-

тропогенні ландшафтні пояси із різними ступенями антропогенної трансформації ландшафтів, зокрема й забрудненням природних компонентів.

Виявлено прямий зв'язок між промисловим і дорожнім типами міських ландшафтів, з одного боку, та парадинамічними антропогенними ландшафтними поясами з різними ступенями забруднення міського середовища, з іншого боку. Доведено існування парадинамічного зв'язку між станом урболандшафтів та рівнем захворюваності населення міст. Виявлено парадинамічні зв'язки між міськими ландшафтами і ландшафтами приміських зон.

Література

1. Важкі метали у компонентах навколишнього середовища м. Маріуполь (еколого-геохімічні аспекти) / Кармазиненко С. та ін. Київ: Інтерсервіс, 2014. – 168 с.
2. Гуцуляк В. Ландшафтно-геохімічна екологія. – Чернівці: Рута, 2001. – 248 с.
3. Денисик Г. Антропогенні ландшафти Правобережної України. – Вінниця: Арбат, 1998. – 292 с.
4. Денисик Г., Бабчинська О. Селитебні ландшафти Поділля. - Вінниця: ПП «Видавництво «Теза», 2006. – 256 с.
5. Денисик Г., Ситник О. Міжзональний геоекотон «лісостеп - степ» Правобережної України. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2012. - 217 с.
6. Денисик Г., Яцентюк Ю. Вінниця та її околиці. – Вінниця: ПП «Видавництво «Теза», 2008. – 128 с.
7. Дмитрук О. Урбанізовані ландшафти: теоретичні та методичні основи конструктивно-географічного дослідження. – Київ: ВГЛ «Обрії», 2004. – 240 с.
8. Екологія міста Івано-Франківська / Адаменко О. та ін. Івано-Франківськ: «Сіверія МВ», 2004. – 200 с.
9. Круглов І. Міська ландшафтно-екологічна інформаційна система // Український географічний журнал. 1997. № 3. С. 41 – 47.
10. Шевченко Г. Аналіз ландшафтно-екологічної ситуації території міста Суми: дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.11 / Шевченко Ганна Євгенівна. – Харків, 2013 – 247 с.
11. Яцентюк Ю. Водогосподарські антропогенні парагенетичні ландшафтні системи // Людина та довкілля. Проблеми неоекології, 2013. № 3-4. С. 147-152.
12. Яцентюк Ю. Долинно-балково-яружний антропогенний парагенетичний ландшафтний комплекс // Наукові записки Вінницького держ. пед. університету ім. М. Коцюбинського. Серія. Географія, 2002. Вип.4. С. 41 – 48.
13. Яцентюк Ю. Міські ландшафтно-технічні системи (на прикладі міста Вінниці): монографія. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. – 200 с.
14. Яцентюк Ю. Промислові антропогенні парадинамічні та парагенетичні ландшафтні системи міста Вінниці // Людина та довкілля. Проблеми неоекології, 2014. № 3-4. С. 94-98.
15. Яцентюк Ю., Сумм М. Сучасна структура ландшафтів міста Вінниці // Наукові записки Вінницького держ. пед. університету ім. М. Коцюбинського. Серія. Географія, 2001. Вип. 1. С. 73 – 81.
16. Яцентюк Ю. Характеристика типів міських селитебних ландшафтів України // Учёные записки Таврического нац. ун-та им. В. И. Вернадского. Серия География, 2001. Т. 14 (53). № 1. С. 150 – 154.

References

1. Vazhki metaly u komponentakh navkolyshnoho seredovyshcha m. Mariupol (ekoloho-heokhimichni aspekty) (2014) [Heavy metals in environmental components of Mariupol (ecological and geochemical aspects)] / Karmazynenko S. ta in. Kiyiv: Interservis, 168 (in Ukrainian).
2. Gutsulyak V. (2001) Landshaftno-heokhimichna ekolohiya [Landscape-geochemical ecology]. Chernivci: Ruta, 248 (in Ukrainian).
3. Denysyk G. (1998) Antropohenni landshafty Pravoberezhnoyi Ukrayiny [Anthropogenic landscapes of the Right-Bank Ukraine]. Vinnytsya: Arbat, 292 (in Ukrainian).
4. Denysyk G., Babchynska O. (2006) Selytebni landshafty Podillia [The residential landscapes of Podillya], Vinnytsya: PP «Vydavnytstvo «Teza», 256 (in Ukrainian).
5. Denysyk G., Sytnyk O. (2012) Mizhazonalni heoekoton «lisostep - step» Pravoberezhnoi Ukrainy [Interzonal geoeocoton "forest-steppe – steppe" of Right-bank Ukraine], Vinnytsya: PP «TD «Edelweis i K», 217 (in Ukrainian).
6. Denysyk G., Yatsentyuk Yu. (2008) Vinnytsia ta yii okolotyzi [Vinnytsia and its surroundings], Vinnytsia: PP «Vydavnytstvo «Teza», 128 (in Ukrainian).
7. Dmytruk O. (2004) Urbanizovani landshafty: teoretychni ta metodychni osnovy konstruktyvno-heografichnoho doslidzhennia [Urban landscapes: theoretical and methodological foundations of structural geographic research], Kyiv: VHL «Obrii», 240 (in Ukrainian).
8. Ekolohiya mista Ivano-Frankivska (2004) [Ecology of the city of Ivano-Frankivsk] / Adamenko O. ta in. Ivano-Frankivsk: «Siveriia MV», 200 (in Ukrainian).
9. Kruhlov I. (1997) Miska landshaftno-ekolohichna informatsiyna systema [City landscape and ecological information system] // Ukrainskyi geohrafichnyi zhurnal. 3, 41 – 47 (in Ukrainian).
10. Shevchenko H. (2013) Analiz landshaftno-ekolohichnoi sytuatsii terytorii mista Sumy [Analysis of the landscape and ecological situation of the city of Sumy]: dys. ... kand. geogr. nauk: 11.00.11 / Shevchenko Hanna Yevhenivna, Kharkiv, 247 (in Ukrainian).
11. Yatsentyuk Yu. (2013) Vodohospodarski antropohenni parahenetychni landshaftni systemy [Water-economic anthropogenic paragenetic landscape systems] // Liudyna ta dovkillia. Problemy neoekolohii. 3-4, 147-152 (in Ukrainian).

12. Yatsentyuk Yu. (2002) Dolynno-balkovo-yaruzhnyi antropohennyi parahenetychnyi landshaftnyi kompleks [Value-beam-yard anthropogenic paragenetic landscape complex] // Naukovi zapysky Vinnytskoho derzh. ped. universytetu im. M. Kotsiubynskoho. Serii. Heohrafiia, 4. 41 – 48 (in Ukrainian).
13. Yatsentyuk Yu. (2015) Miski landshaftno-tekhnichni systemy (na prykladi mista Vinnytsi) [Urban Landscape Technical Systems (for example the city of Vinnitsa)]: monohrafiia, TOV «Nilan-LTD», 200 (in Ukrainian).
14. Yatsentyuk Yu. (2014) Promislovi antropogenni paradinamichni ta paragenetichni landshaftni sistemi mista Vinnitsi [Industrial anthropogenic paragenetic and paradynamic landscape systems of Vinnitsa] // Ljudyna ta dovykillja. Problemy neoeologii. 3-4. 94-98 (in Ukrainian).
15. Yatsentyuk Yu., Summ M. (2001) Suchasna struktura landshaftiv mista Vinnytsia [The modern landscape structure of the city of Vinnytsia] // Naukovi zapysky Vinnytskoho derzh. ped. universytetu im. M. Kotsiubynskoho. Serii. Heohrafiia, 1. 73 – 81 (in Ukrainian).
16. Yatsentyuk Yu. (2001) Kharakterystyka typiv miskykh selytebnykh landshaftiv Ukrainy [Characteristics of Types of Urban Residential Landscapes in Ukraine] // Uchēnye zapysky Tavrycheskoho nats. un-ta ym. V. Y. Vernadskoho. Seryia Heohrafiia, 14 (53). 1. 150 – 154 (in Ukrainian).

Надійшла до редколегії 3.06.2018

ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

УДК: 911.6:504.75

С. М. ШИРОКОСТУП

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна
e-mail: sergeyshyrokostup@gmail.com

ОРГАНІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ У СУЧАСНИХ РЕАЛІЯХ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО ОБ'ЄДНАННЯ МІСЦЕВИХ ГРОМАД

Ефективна система управління потоками ТПВ в системі приміської зони можливе лише при індивідуальному підході до кожного населеного пункту або кластеру управління, оскільки визначені зони ризику для одної групи населених пунктів, може бути неактуальним для наступного територіального кластеру управління. **Мета.** Розробка схеми санітарного очищення приміських територій на прикладі селищ смт. Бабаї та с. Затишне (Харківський район, Харківська область), що об'єднані в один кластер. **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: соціальних, економічних та природних і об'єднано в групи за рядом спільних ознак. Пропонується схема поетапної санітарної очистки на принципах селективного збору відходів. 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. **Висновки.** Виділені зони ризику утворення та росту несанкціонованих звалищ дають можливість побудови ефективної системи екологічного менеджменту та програми санітарного очищення територій.

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

Shyrokostup S. M.

V. N. Karazin Kharkiv National University

SOLID DOMESTIC WASTES MANAGEMENT IN THE REALITIES OF THE TERRITORIAL COMMUNITY

An efficient system for managing waste streams in a suburban system is possible only with an individual approach to each settlement or cluster of management, since the identified risk areas for one group of settlements may not be relevant for the next territorial cluster of management. **Purpose.** Development of a scheme of sanitary clearing of suburban territories on an example of settlements of Babai and Zatyshne (Kharkiv region), which are united into one cluster. **Results.** As a result of inventory of landfills of waste related to urban areas of Babai and Zatyshne found 23 objects. Each object is analyzed in accordance with a number of criteria: social, economic and natural, and grouped into groups according to a number of common features. The scheme of phased sanitation is offered on the principles of selective waste collection. 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. **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.

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

Широкоступ С. Н.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКОМ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В СОВРЕМЕННЫХ РЕАЛИЯХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОБЪЕДИНЕННЫХ ОБЩИН

Эффективная система управления потоками ТБО в системе пригородной зоны возможно только при индивидуальном подходе к каждому населенного пункта или кластера управления, поскольку определенные зоны риска для одной группы населенных пунктов, может быть неактуальным для последующего территориального кластера управления. **Цель.** Разработка схемы санитарной очистки пригородных территорий на примере поселков с. Бабаи и с. Затишное (Харьковский район, Харьковская область) объеди-

нених в один кластер. **Результати.** В результаті проведення інвентаризації свалок відходів, относящихся к пгт. Бабаи и с. Затишное виявлено 23 об'єкта. Кожен об'єкт проаналізований в відповідності з рядом критеріїв: соціальних, економічних і природних і об'єднані в групи по ряду ознак. Пропонується схема поетапної санітарної очистки на принципах селективного збору відходів. Прив'язка свалок в просторових особливостях і соціально-економічних факторів дозволяє прогнозувати і послідовний контроль, який буде направлений на зупинку формування нових об'єктів. **Висновки.** Виділені зони ризику формування і зростання несанкціонованих свалок дають можливість побудувати ефективну систему екологічного менеджменту і програми санітарної очистки територій.

Ключевые слова: тверді побутові відходи, місто, пригородна зона, критерії, показники, екологічний менеджмент території

Вступ

Проблема збору та утилізації твердих побутових відходів для України стоїть дуже гостро – за 27 років незалежності, ще досі не існує ефективної системи, яка буде доцільною, як з точки зору економічної ефективності, так, і з точки зору адаптованості до навколишнього природного середовища. Спроби організації систем роздільного збору відходів у містах постійно терплять невдачі, головною причиною яких є зарегульованість адміністративного механізму, розсіяна відповідальність (не має прозорості та чіткої підпорядкованості управління, проекти та схеми санітарних очищень, як правило, доручаються декільком департаментам, синхронізований механізм дій яких відсутній).

З боку департаментів, які займаються розробкою методичних вказівок, щодо створення санітарних схем очистки та благоустрою територій – основний вектор направлений на створення шаблонних систем збору даних та формальної звітності, яка з року в рік показує тільки числові значення стану проблеми, але не намагається знайти спосіб вирішення ситуації, що склалась. Проблемою створення ефективної системи управління відходами в Україні, є невідсутність розуміння того, що необхідно розробляти, а відсутність можливостей до реалізації різного рівня проектів в реаліях нашої країни, де до уваги необхідно брати не тільки економічні можливості, а також, і політичну ситуацію країни та кожного регіону/населеного пункту окремо, рівень соціального резонансу до даної проблеми, зацікавленість та готовність адміністративного апарату до реальних дій.

Методика дослідження

Для системи управління потоками ТПВ в приміських зонах пропонується створення системи екологічного менеджменту, яка має розроблятися окремо для

На сьогоднішній день понад 78% населення України охоплено послугами з вивезення побутових відходів. Найгірший показник охоплення населення послугами з вивезення побутових відходів у Волинській та Луганській областях, який складає 61%. Перероблено та утилізовано близько 5,76% побутових відходів, з них: 2,72 % спалено, а 3,04% побутових відходів потрапило на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні заводи. Кількість перевантажених сміттєзвалищ становить 327 од. (6%), а 1339 од. (24%) не відповідають нормам екологічної безпеки [3].

У 22% населених пунктів, які не охоплені послугами збирання та вивезення відходів входять села та селища міського типу, місцем збору відходів для яких слугують понижені частини рельєфу – несанкціоновані звалища. Особливостями управління відходами в сільській місцевості є той факт, що межі сусідніх сіл є доволі розмитими, відстань між ними іноді вимірюється в сотнях метрів, що знову ж таки натикається на проблему розсіяної відповідальності. З початком реформи децентралізації ця проблема стала дещо м'якшою, оскільки селища об'єднуються в громади, та вирішують проблемні питання. Отже, на сьогоднішній день стає нагальним питання створення схеми та проектів управління відходами, що, водночас, має виконувати функції санітарної очистки населених пунктів, мати перспективи до розвитку, а також має відповідати реаліям та особливостям населених пунктів.

кожного кластеру територій на основі групи розроблених критеріїв: соціальних, економічних та природних [15]. При визначенні груп критеріїв 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.

Дослідження має наступні етапи: проведення комплексного вивчення та аналіз населених пунктів за низкою критеріїв, що розділенні на три групи; інвентаризація та вивчення несанкціонованих звалищ відходів населених пунктів, вивчення їх морфологічного складу; визначення зон ризику утворення несанкціонованих звалищ відходів; визначення найбільших доцільних способів та етапів впровадження санітарної схеми очистки населених пунктів.

Перший етап проводиться на основі методики санітарного очищення міста [17], за якою визначено три групи показників, які в комплексі описують всі фактори утворення несанкціонованих звалищ ТПВ та технічні можливості створення системи збору та утилізації відходів і подальшого санітарного очищення територій. Для визначення кластерів виділяємо три основних групи:

- Група соціальних показників: 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.

Обговорення і аналіз дослідження

В якості експерименту та побудови кластеру для створення системи екологічного менеджменту досліджено територію смт. Бабаї (Харківський район, віддаленість від м. Харків 3 км) та с. Затишне (Харківський район, віддаленість від м. Харків 5 км).

Існуючі системи збирання ТПВ в смт. Бабаї та с. Затишне – подвірна система вивозу відходів на основі індивідуально заключених контрактів мешканців з суб'єктом, що займається вивозом. Система очищення вивізна. Збирання ТПВ здійснюється контейнерним та без контейнерним методами. Контейнерний метод збирання ТПВ застосовується у багатоквартирних будинках та на 10% у приватному секторі. Станом на 01.09.2017 в експлуатації знаходиться 25 од. контейнерів ємністю 1,1м³, з

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

- Група показників 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 під ріллею та ліси/лісгоспи [15].

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 трансформації та транспортування 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 помірної ризику утворення звалищ, помірна динамічність росту, здатність до трансформації та транспортування 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) [16].

них металевих – 25 од. Із загальної кількості контейнерів розміщено у багатоповерховому фонді 6 од.; на території приватного сектору 19 контейнерів. На території населених пунктів немає спеціально обладнаних контейнерних майданчиків. В місцях утворення, тверді побутові відходи накопичуються без будь-якого сортування. Це робить важким повторне використання ресурсоцінних компонентів відходів.

Визначаємо природні показники (табл. 1), економічні показники (табл. 2) та соціальні (табл.3) смт Бабаї та с. Затишне..

Наступними етапами дослідження є проведення інвентаризації несанкціонованих звалищ відходів, дослідження їх морфологічного складу та визначення зон ризику утворення звалищ відходів (рис.1).

Таблиця 1

Природні умови селищ приміської зони

Показник	смт. Бабаї	с. Затишне
Відстань від центрального міста, км	3	5
Суміжна відстань, км	0,2	
Водні об'єкти	р. Уди, ставок «Бабаївська гайдучка», Бабаївський ставок	
Основні екологічні проблеми	Тверді побутові відходи	
Наявність територій та об'єктів природно-заповідного фонду	«Джерело Сквородинівська криниця»	
Землі під ріллею, ліси/лісгоспи	Бабаївський ліс	Бабаївський ліс, Рілля площею 50 га

Таблиця 2

Економічні показники селищ приміської зони

Показник	смт. Бабаї	с. Затишне
Стан дорожньо-транспортної системи	62 вулиці: 8-оцінка 4 бали, 13-оцінка 3 бали, 33 - оцінка 2 бали, 8 - оцінка 1 бал	14 вулиць: 1 – оцінка 3 бали, 4 – оцінка 2 бали, 9 – оцінка 1 бал.
Забудова населеного пункту	Приватний сектор одно- та дво- поверхові будинки (у відношенні 60% на 38%), 2% складають двоповерхові квартирні будинки	Приватний сектор одно- та двоповерхові будинки у відношенні 40% до 60% відповідно.
Зони рекреації	р. Уди, Бабаївський ставок, ставок «Бабаївська гайдучка», джерело «Сквородинівська криниця»; парк Перемоги, Бабаївський ліс, пам'ятник Г.С. Сквороді, Форельна рибалка	
Штучне освітлення населеного пункту	Представлено точковими об'єктами, загальний рівень освітленості - низький	Представлено точковими об'єктами, загальний рівень освітленості - низький
Торгово-промисловий комплекс	Бабаївський авторемонтний завод, ТОВ «Ан-трекс» (виготовлення деталей), ТОВ «Золотий Фенікс» (виготовлення прянощів), ПП «Біговал» (виробництво олії), ПП «Саженці троянд» (оптовий продаж троянд), СТО «Дорожня карта», 2 відділення ТОВ «Нова пошта», відділення «Ощадбанку», магазин корму для домашніх та свійських тварин «Практик», 7 продовольчих магазинів, 2 магазини буд матеріалів, 2 клубка-кафе, кільцевий ринок на 6 торговельних місць, ресторан «Скворода», Форельна рибалка	Фермерське господарство «Фермер професіонал», 1 магазин продовольчих товарів

Таблиця 3

Соціальні показники селищ приміської зони

Показник	смт. Бабаї	с. Затишне
Кількість населення, чол	7304	107
Система адміністративного управління	Бабаївська сільська рада	
Кількість освітньо-виховних та лікувальних закладів	1 дитячий садок, 1 школа, 1 музична школа, 1 клуб, 1 бібліотека, 1 дільнична лікарня, стадіон	

Аналіз інвентаризованих звалищ показує, що з 23 об'єктів найбільшими за

площею є: об'єкт №2: знаходиться на території Бабаївського лісгоспу. Звалище знахо-



Рис. 1 – Несанкціоновані звалища смт Бабаї та с. Затишне

диться 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 ба-

ли. 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; об'єкт №4: звалище, яке знаходиться на території Бабаївського кладовища. Ріст звалища має певну сезонність, домінуючими фракціями є відходи пластику та скла. 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'єкту, оскільки окрім фізичного забруднення, відбувається ще й хімічне; об'єкт: №11,12 представляє собою стихійне звалище відходів площею 25x30м, 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 звалищі, 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 30x35м), 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 №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 техні-

ки, яка рівняє звалища, та розширює його далі по схилу. Об'єкт за візуальною оцінкою 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 використання техніки. Джерелом утворення звалища є відходи мешканців смт. Бабаї, с. Затишне, смт. Високий, смт. Хорошево, навіть населення м. Харків, яке використовує звалище як об'єктом нелегального та безкоштовного складування великогабаритних відходів; 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) [16].

Морфологічний склад ТПВ звалищ у % від загального об'єму звалищ встановлено візуальним аналізом, тому має відносно високу 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 [16]. Розташування об'єктів та їх морфологічний склад показано на рис. 1

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%.

Найменша площа звалища складає 2м², найбільша площа складає близько 12000 м². Визначено чотири пояси ризику утворення несанкціонованих звалищ в смт.

Бабаї та с. Затишне, з призначенням відповідних оцінок, де:

- 4 – схили, днища ярів/балок;
- 3 – лісгоспи, посадки, заплава річки;
- 2 – кладовище;
- 1 – покинуті будинки/споруди.

Визначення зон ризику та звалищ відходів з найбільшою площею, які прив'язані до природно-соціальних умов населених пунктів, дає нам уявлення не тільки про стан екологічної проблеми, а також – будує картину поведінкових особливостей мешканців обраних селищ. З аналізу можна говорити про те, що для обраних населених пунктів «найзручнішими» місцями для складування відходів є саме 4 локації, а саме:

- Бабаївський ліс (вул. Сковороди);
- Схил яру (вул. Жовтнева);
- Бабаївське кладовище;
- Схил яру (піденний вїзд до с. Затишне).

Виходячи з аналізу розташування несанкціонованих звалищ та визначення локацій, санітарне очищення смт. Бабаї та с. Затишне пропонується провести у три етапи:

- Перший етап: встановлення та обладнання місць збирання вторинної сировини. Місця збирання будуть мати вигляд пунктів, де у місцевого населення будуть прийматися корисні фракції – скло, папір, пластик, плівка, на комерційній основі, тобто за видалення відходів будуть платити не мешканці, а бізнес. Натомість – мешканці будуть отримувати гроші за кожний кілограм зданих відходів. Обладнання пунктів саме

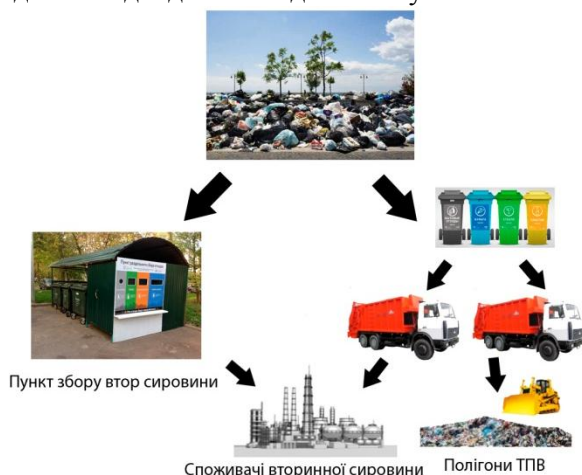


Рис. 2 – Система поводження з відходами після реалізації трьох етапів впровадження схеми санітарного очищення

біля найбільших звалищ є не випадковим та має наступну мету: місцевим мешканцям не буде сенсу просто вивозити відходи на звалища, якщо за них можна отримати прибуток, тобто, передбачається, що динаміка росту звалищ поступово перейде до нульового рівня. З іншого боку – почнеться поступове зменшення наявних об'ємів звалищ, яке буде відбуватися за рахунок вилучення зі звалищ корисних фракцій, з метою отримання прибутку. Економічна та стратегічна мета етапу – накопичення матеріальних ресурсів для подальшої інтеграції системи роздільного збору відходів, початок створення культури поводження з відходами у місцевого населення;

- Другий етап: встановлення контейнерів для роздільного збору відходів (закритого типу) поблизу об'єктів економічної та соціальної інфраструктури. Мета даного етапу збільшити об'єми зібраної вторинної сировини, залучити до збору більшу частину населення, контролювати об'єми та подальше поводження з відходами, що утворюються на обраних об'єктах.

- Третій етап: встановлення контейнерів для роздільного збору відходів (закритого типу) на спеціально об'єднаних ділянках, що будуть обслуговувати місцеве населення по всій території смт. Бабаї та с. Затишне.

Таким чином, схема збирання та поводження з відходами в селищах має змінено найбільш ефективним, раціональним та прийнятним чином (рис.2).



Рис. 3 – Існуюча система поводження з ТПВ в смт. Бабаї та с. Затишне

А сама система буде мати не примусовий вигляд адміністративного рішення, а добровільний перехід населення на систему роздільного збору відходів. Важливим є соціально-виховна робота, яка буде підсилювати ефективність системи та прискорювати її впровадження.

Санітарна схема очищення при реалізації всіх трьох етапів (рис.2) має кардинально відрізнятись від наявної системи (рис. 3).

Слід зазначити, що основний об'єм відходів надходить до стихійних звалищ, або вивозиться мешканцями за межі населеного пункту. Причина – низький відсоток укладених договорів між фірмою, що займається

вивозом відходів та мешканцями (через незручність та нерегулярність сервісу).

Основою даної системи є раціональність витрачання ресурсів (даний принцип просліджується у послідовності та етапності впровадження системи) та інструментів економічної стимуляції мешканців до користування даною системою. Впровадження першого етапу може дати значний позитивний результат, та зменшить об'єми відходів (приблизно на 30-40%, судячи з аналізу морфологічного складу відходів на території населених пунктів), що поступають до стихійних звалищ відходів.

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. З аналізу об'єктів, можна говорити про те, що для обраних населених пунктів «найзручнішими» місцями для складування відходів є саме 5 локацій.

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 пласти-

ку 40%, скло 10%, відходи класу інше – 25%.

На території смт. Бабаї та с. Затишне виділено 4 локації, які відповідають найбільшим за площею звалищам відходів, прив'язані до зон ризику утворення несанкціонованих звалищ відходів та відповідають поведінковим особливостям місцевого населення. Саме ці локації були визначені, як першочергові для впровадження першого етапу санітарної схеми очистки смт. Бабаї та с. Затишне.

Схема санітарного очищення смт. Бабаї та с. Затишне базується на поетапному впровадженні системи роздільного збору відходів, яка буде мати економічну та екологічну ефективність, а головне – буде прибутковою, та створювати ресурсні умови для саморозвитку та вдосконалення.

Важливим в даному підході є поняття «індивідуальності» населених пунктів. Оскільки зони ризику, що визначають локації для встановлення пунктів збору вторинної сировини будуть різнитися для окремих населених пунктів, через особливості рельєфу, географічного положення, соціально-економічного стану тощо.

Література

1. Джекобс Д., Смерть и жизнь больших американских городов/ пер. С англ. М: Новое издательство. 2011. 460 с.
2. Перцик Е.Н. Геоурбанистика. М. : Издательский центр «Академия», 2009. 432 с.
3. Безлюбенко О.С., Завальний О. В., Черносова 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. Донецк: ООО "Лебедь", 2004. 122с.
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-tverdih-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 : науч.-техн. журн. 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. 2006. №1. С.194-200.
14. Кахнич П.Ф., Формування приміських територій крупних та великих міст. // Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища. – Праці міжн. конф. 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.
16. Тітенко Г.В., Широкоступ С.М., Просторові особливості управління ТПВ в системі «місто-приміська зона». // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна серія «Екологія», 2017, вип. 17, С.36-48.
17. Кириця О.П. Схеми санітарного очищення міста Слов'янськ Донецької області. ДП «Східноукраїнський екологічний інститут», Київ - 2017

References

1. Dzhokobs, 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 blahoustruy 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 tverdikh 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.(2004).Utilizaciya i rekuperaciya othodov.[Waste recycling and recovery.]. Doneck: ООО "Lebed",122 [in Russian].
6. Derzhavni sanitarni pravyla ta normy DSanPiN 2.2.7. 029-99 [State sanitary rules and norms ДСанПіН 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 tverdikh 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] (2005). 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]. Resource-saving technologies: Express-Inform. VINITI. 24, 3-7 [in Russian].
9. Pinaev, V. E. (2003). Problemy zagryazneniya okruzhayushchej sredy tverdymi othodami [Problems of environmental pollution with solid waste]. 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]. Ecology of the Central Russian Federation: scientific-technical. Journal. 1-2, 54-62 [in Russian].
11. Guman, O. M. (2003). EHkologicheskij monitoring na poligonah tverdih bytovyh i promyshlennyh othodov [Ecological monitoring at solid domestic and industrial waste landfills]. Notes of the Mining Institute. Problems of modern engineering geology. Sankt-Peterburg, 58-60 [in Russian].

12. Kaxny`ch, P.F. (2003). Pry`chy`nno-naslidkovi zv'yazky` zemlekory`stuvan` z ekologichnoyu sy`tuaciyeyu v pry`mis`ky`x zonax [Causal-consequential connections of land uses with the ecological situation in suburban areas]. Engineering geodesy. 49.141-151. [In Ukrainian]
13. Kaxny`ch, P.F. (2006). Osnovni pry`ncy`py` formuvannya ta ocinky` pry`mis`ky`x tery`torij [Basic principles of formation and evaluation of suburban territories] Visnyk NUVHP . 1.194-200. [In Ukrainian]
14. Kaxny`ch, P.F. (2005). Formuvannya pry`mis`ky`x tery`torij krupny`x ta vely`ky`x mist [Formation of suburban territories of large and large cities] Geoinformation monitoring of the environment. - Internship conf. Alushta. 102-107. [In Ukrainian]
15. Titenko, G.V., Shy`rokostup, S.M. (2017). Pidxody` do vy`rishennya problemy` vy`dalennya tverdych pobutovy`x vidxodiv v sy`stemi ekologichnogo menedzhmentu tery`torij [Approaches to solving the problem of removing solid household waste in the system of ecological management of territories Man and environment. Issues of Neocology- 1-2 (27). 136-142. [In Ukrainian]
16. Titenko, G.V., Shy`rokostup, S.M. (2017). Prostorovi osobly`vosti upravlinnya TPV v sy`stemi «misto-pry`mis`ka zona». Visnyk XNU imeni V. N. Karazina seriya «Ekologiya». 17.36-48. [In Ukrainian]
17. Ky`ry`cya, O. P. (2017). Sxemy` sanitarnogo ochy`shhennya mista Slov'yans`k Donecz`koyi oblasti. [Schemes of sanitary cleaning of the city of Slaviansk Donetsk region]. DP «Sxidnoukrayin-s`ky`j ekologichny`j insty`tut», Ky`yiv – 2017/ [In Ukrainian]

Надійшла до редколегії 18.04.2018

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 504.3

В. І. МИХАЙЛЕНКО, Т. А. САФРАНОВ, д-р геол.-мін. наук, проф.,

Т. П. ШАНИНА, канд. хім. наук, доц.

Одеський державний екологічний університет,

вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016

e-mail: vladislav.mykhailenko@gmail.com; safranov@ukr.net; tatyana.shanina@gmail.com

АНАЛІЗ СИТУАЦІЇ ЗІ СТІЙКИМИ ОРГАНІЧНИМИ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИМИ РЕЧОВИНАМИ В УКРАЇНІ (НА ПРИКЛАДІ ОДЕСИ)

Мета. Проведення повного аналізу сучасного стану проблеми стійких органічних забруднювальних речовин (СОЗР) в Україні (на прикладі Одеси) за наступними напрямками: аналіз законодавчої бази та системи моніторингу у сфері поводження з СОЗР; оцінка обсягів використання обладнання, яке містить поліхлоровані біфеніли (ПХБ); джерела та обсяги ненавмисного утворення СОЗР. **Результати.** Зроблено висновки стосовно законодавчої бази та системи моніторингу СОЗР в Україні, вперше розраховані обсяги ненавмисного утворення СОЗР в м. Одеса, встановлені та проранжовані основні джерела ненавмисного утворення цих речовин. **Висновки.** В Україні відсутні окрема законодавча база та система моніторингу СОЗР. Основним джерелом потрапляння у навколишнє середовище поліхлорованих дібензо-п-діоксинів та дібензофуранів (ПХДД/Ф) є складування твердих побутових відходів на звалищах, а основним джерелом ПХБ та гексахлорбензолів (ГХБ) є спалювання органічного палива стаціонарними джерелами.

Ключові слова: стійкі органічні забруднювальні речовини, поліхлоровані дібензо-п-діоксини та дібензофурані, гексахлорбензол, поліхлоровані дифеніли

Mykhailenko V. I., Safranov T. A., Shanina T. P.

Odessa State Environmental University

AN ANALYSIS OF THE SITUATION OF PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS IN UKRAINE (BY THE EXAMPLE OF ODESSA)

Persistent organic pollutants (POPs) are chemicals of global concern due to their ability to bio-magnify and bio-accumulate in ecosystems, persistence in the environment, potential for long-range transport, as well as their significant negative effects on human health and the environment. Ukraine is a part of Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants which control the environmental pollution by these substances on international level. That is why Ukraine must take measures to regulate production of persistent organic pollutants according to requirements of the Convention. **Purpose.** The full analyses of the current state of the POPs problem in Ukraine, by the example of Odessa in the following areas: analysis of the legislative framework and monitoring system of POPs; estimation of the use of equipment containing PCBs; identification of sources of unintentional formation of POPs, calculation of POPs production volumes using the most modern European methods; identification of priority sources of POPs release into the environment; general conclusions on the situation with POPs in Ukraine. **Results.** Conclusions regarding the legislative framework and monitoring system of the POPs in Ukraine were made, for the first time the volumes of unintentional formation of POPs in Odessa were calculated, the main sources of unintentional formation of these substances were established and ranked, the full analyses and general conclusions on the situation with POPs in Ukraine were made. **Conclusions.** In Ukraine, there is no separate legislative framework and monitoring system for POPs, which does not meet the requirements of the Stockholm Convention. The basic sources of unintentional formation of POPs are established in the work, such as: burning of organic fuel, construction, waste dumps, sewerage, smoking cigarettes, crematoria and smokehouses. The main source of PCDD/F into the environment is the dump of solid household waste in landfills, and the main source of PCB and HCB is the incineration of organic fuels by stationary sources. The existing methods do not give an opportunity to fully assess the negative impact of POPs on the environment.

Key words: persistent organic pollutants, polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans, polychlorinated biphenyls, hexachlorobenzene

Михайленко В. И., Сафранов Т. А., Шанина Т. П.

Одесский государственный экологический университет

АНАЛИЗ СИТУАЦИИ СО СТОЙКИМИ ОРГАНИЧЕСКИМИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИМИ ВЕЩЕСТВАМИ В УКРАИНЕ (НА ПРИМЕРЕ ОДЕССЫ)

Цель. Проведение полного анализа современного состояния проблемы стойких органических загрязняющих веществ (СОЗВ) в Украине (на примере Одессы) по следующим направлениям: анализ законодательной базы и системы мониторинга в сфере обращения с СОЗВ; оценка объемов использования оборудования, которое содержит полихлорированные бифенилы (ПХБ); источники и объемы непреднамеренного образования СОЗВ. **Результаты.** Сделаны выводы относительно законодательной базы и системы мониторинга СОЗВ в Украине, впервые рассчитаны объемы непреднамеренного образования СОЗВ в г. Одесса, установлены и проранжированы основные источники непреднамеренного образования этих веществ. **Выводы.** В Украине отсутствуют отдельная законодательная база и система мониторинга СОЗВ. Основным источником поступления в окружающую среду полихлорированных дибензо-п-диоксинов и дибензофуранов (ПХДД/Ф) является складирование твердых бытовых отходов на свалках, а основным источником поступления ПХБ и гексахлорбензолов (ГХБ) является сжигание органического топлива стационарными источниками.

Ключевые слова: стойкие органические загрязняющие вещества, полихлорированные дибензо-п-диоксины и дибензофураны, полихлорированные бифенилы, гексахлорбензол

Вступ

Стойкі органічні забруднювальні речовини (СОЗР) - це клас високо небезпечних хімічних речовин, що представляють собою серйозну глобальну загрозу здоров'ю людини і навколишньому середовищу. Україна є однією зі сторін Стокгольмської конвенції про СОЗР [1], згідно з якою вона має перелік зобов'язань у сфері їх поводження та чітко зазначені терміни їх виконання. Але, на жаль, в Україні це питання підіймається досить повільно, а роботи у цій сфері майже не виконуються. Згідно Стокгольмської конвенції виділяються два види СОЗР: 1) утворені навмисно – для використання у промисловості, виробництві, сільському господарстві тощо (додатки А і В конвенції); 2) утворені ненавмисно, як побічні продукти високотемпературних процесів у присутності хлору та органічних речовин (додаток С), а також деяких інших процесів, які перелічено у [2, 3].

У роботі проведено аналіз сучасного стану проблеми СОЗР в Україні (на прикладі м. Одеса). Для цього на підставі сучасних європейських методичних підходів [2, 3] розраховані обсяги ненавмисного утворення СОЗР для міста Одеса, а також виявлені джерела їх утворення.

Аналізуючи базові положення Стокгольмської [1] та Базельської конвенцій [4], а також технічні керівні принципи поводження з СОЗР [5], були виділені такі основні напрямки аналізу стану сфери поводження із СОЗР в Україні: аналіз законодавчої бази у сфері поводження з СОЗР; аналіз системи моніторингу СОЗР; оцінка обсягів використання обладнання, яке містить

ПХБ; відходи навмисно утворених СОЗР; джерела та обсяги ненавмисного утворення СОЗР.

На міжнародному рівні (в рамках ООН) основним правовим актом, що встановлює норми з охорони довкілля і здоров'я населення від впливу СОЗР, є Стокгольмська конвенція про СОЗР [1], основними принципами якої є: скорочення використання, припинення виробництва, подальша повна ліквідація промислово виробничих та зменшення ненавмисно утворених емісій СОЗР. Україна ратифікувала Стокгольмську конвенцію 21.04.2017 р. (Закон України «Про ратифікацію Стокгольмської конвенції про стойкі органічні забруднювачі» [6]). Відносини в сфері СОЗР також регулюються Базельської конвенцією [4], до якої Україна приєдналася 1.07.1999 р. Але, на жаль, в Україні з моменту ратифікації Стокгольмської конвенції не було створено необхідної законодавчої бази в сфері поводження з СОЗР, що унеможливило розробку дієвого механізму управління в цій сфері. Основними законодавчими актами, які частково регулюють відносини в сфері СОЗР, є закони України «Про відходи» [7] та «Про пестициди і агрохімікати» [8]. Також СОЗР опосередковано підпадають під низку законів щодо хімічної безпеки та поводження з хімічними речовинами, але розглядання СОЗР в рамках загальних нормативних документів дає загальні, досить розмиті вимоги, яких недостатньо для організації ефективної системи поводження з СОЗР в Україні. Згідно до розпорядження КМУ №589-р від 25.07. 2012 р. «Про затвердження плану

заходів з виконання Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі» [9], в Україні затверджено план заходів по виконанню Стокгольмської конвенції про СОЗР. Окремим розділом розглядається ліквідація СОЗР, які перелічено у додатку С цієї конвенції. Загальний прогнозований об'єм фінансування цих заходів на 2012-2018 рр. складає 12 615 тис. грн. [9]. На жаль, не дивлячись на те, що терміни добигають кінця, заходи, зазначені у плані, не були виконані у належній мірі.

Відбір проб, аналіз і контроль – це важливі заходи сфері поводження з СОЗР, які дозволяють визначити їх концентрації в деяких потоках відходів і вибирати методи регулювання. На жаль, в Україні відсутня система моніторингу не тільки за життєвим циклом СОЗР, але і за їх утворенням. Більш того, згідно з інформацією Національного агентства з акредитації України та «Національним планом виконання Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі» [10], до реєстру випробувальних лабораторій, акредитованих на відповідність вимогам ДСТУ ISO/IEC17025, входять тільки три лабораторії, які займаються випробуваннями за визначенням СОЗР в різних середовищах: випробувальний центр Інституту екогігієни і токсикології імені Медведя (м. Київ); Дзержинська міська санітарно-епідеміологічна станція МОЗ України (м. Дзержинськ Донецької області); випробувальний центр продукції Інституту гігієни та медичної екології імені О.М. Марзєєва АМН України (м. Київ). Також послуги з дослідження харчової продукції, кормів і сільськогосподарської сировини на вміст усіх речовин із затвердженого списку діоксинів та поліхлорованих біфенілів (ПХБ) пропонує науково-сервісна фірма «ОТАВА», яка проводить дослідження відповідно до європейського стандарту (ЕС Reg 589/2014 або ЕС Reg 709/2014 для кормів і сировини) [11]. Послуги на виявлення деяких пестицидів може надати дослідна лабораторія УСАП [12]. В Одеській області, як і у багатьох інших областях України, відсутні ліцензовані лабораторії, які можуть провести аналіз проб на СОЗР. Крім того варто зазначити, що якщо зробити аналіз контамінованої харчової продукції в області за сучасних умов, ще представляється можливим, то провести комплексний аналіз проб повітря на предмет виявлення СОЗР неавтисного утворення є фактично нездійсненним. Все це говорить про відсутність системи моніторингу СОЗР навіть у зародковому стані.

Інвентаризація ПХБ-вмісного обладнання на території України була здійснена у рамках проекту ГЕФ/ЮНЕП «Забезпечення заходів з розробки Національного плану виконання в Україні Стокгольмської конвенції про СОЗР» [13] у 2004 р. Поки що це єдина масштабна інвентаризація такого обладнання в Україні, після якої ці дані лише уточнювали. У «Національному плані виконання Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднюючі речовини» [10], представлено данні станом на 2009 р., які на сьогодні є найбільш актуальними. Слід зазначити, що результати проведення інвентаризації представлені у вигляді таблиць, в яких інформація носить загальний характер і не дає уявлення про стан устаткування, про його вплив на стан довкілля і його територіального розподілу на регіональному рівні. За даними інвентаризації, в Одеській області перебуває 34360 кг ПХБ в трансформаторах, що становить 1,8% від усієї кількості в Україні, і 31673 кг ПХБ в конденсаторах, що становить 1,5%, відповідно. Синтетичних рідин, до складу яких входить ПХБ, на території області не виявлено. У Національному плані зазначено, що за оцінками експертів, наведені дані про масу ПХБ у конденсаторах занижені у 1,5-3 рази. Ці оцінки спираються, зокрема, на порівнянні промислових та економічних показників України та оціночних даних щодо поліхлорованих дифенілів (ПХД) і ПХД-вмісного обладнання в Росії, а не на результати ґрунтовних експериментальних розрахунків вмісту ПХБ в обладнанні. Також варто зауважити, що ПХБ-вмісні конденсатори та трансформатори ніколи не виготовлялися на території України, а були завезені та розпочали термін експлуатації ще у радянські часи. Їх виготовлення на території СРСР припинилося ще у 1995 р. На той час питання екологічно обґрунтованого поводження із відходами цього обладнання не поставало, а усі колишні стандарти були направлені на подовження терміну експлуатації та технологічних характеристик рідин у цьому обладнанні, тому відповідні установки і технології утилізації та знешкодження цього виду відходу розроблено та впроваджено не було. Це обладнання експлуатується і до сьогодні, частина рідин у обладнанні протермінована та потребує негайного знешкодження, але немає і натяку на ґрунтовну розробку способів поводження з цими рідинами після виходу з ладу обладнання або при заміні його на більш сучасне/вчинене відповідно до вимог Стокгольмської та Базельської конвенцій.

Це все ускладнюється тим, що на підприємствах не ведеться систематичний облік ПХД-вмісного устаткування, матеріалів тощо, особливо того, що виводилося з експлуатації, демонтувалося і зберігалось. Більш того, трансформатори і конденсатори

є у кожній одиниці електротранспорту і на лініях електропередачі, а, відповідно, ці види відходів потрапляють під сферу дії Стокгольмської та Базельської конвенцій та потребують екологічно обгрунтованого поводження [14].

Методика дослідження

На сьогоднішній день, найбільш повний розрахунок продукування СОЗР можна провести з використанням методик [2, 3], які є найактуальнішими, а також періодично оновлюються та уточнюються. В основі цих методик лежить поняття фактору викиду – це визначені на основі різних джерел коефіцієнти, які дозволяють розрахувати утворення ЗР з урахуванням виду та специфіки різних видів виробництв. Фактори викидів для кожного джерела є найкращими оцінками, які розраховані, по можливості, на основі документованих даних замірів викидів від забруднюючих джерел з урахуванням технологічних, процедурних і експлуатаційних характеристик, або ж оцінками на основі суджень експертів.

В загальному вигляді формулу розрахунку можна представити у наступному вигляді:

$$V_{i, ii} = P_A \times \Phi V_{i, ii} \quad (1)$$

де $V_{i, ii}$ – величина емісії-ї ЗР за напрямком ii (атмосфера, вода, ґрунт);

P_A – показник активності виробництва (джерела емісії);

$\Phi V_{i, ii}$ – фактор емісії i -ї ЗР за напрямком ii (атмосфера, вода, ґрунт).

Проте слід відмітити, що жодна з цих методик не дає можливості вичерпного розрахунку утворення СОЗР за джерелами та напрямками їх перерозподілу у НС. Методика [2] дозволяє розрахувати широкий спектр емісії забруднювальних речовин у

атмосферне повітря для великої кількості видів джерел – як природних, так і антропогенних. Недоліком цієї методики є відсутність факторів емісії СОЗР для більшості видів розглянутих виробництв, що робить використання лише цієї методики неефективним для комплексної оцінки ненавмисного утворення СОЗР по місту. Також методика дозволяє розрахувати лише надходження СОЗР у повітря, не враховуючи розподіл цих речовин по середовищах. Однак лише методика [2] дозволяє розрахувати викиди як ПХДД/Ф, так і ПХБ, ГХБ.

У свій час методика [3] дозволяє розрахувати утворення лише ПХДД/Ф, але у даній методиці для певної кількості категорій джерел можливе врахування перерозподілу утворених ПХДД/Ф по середовищам. Також слід відмітити, що у методиці [3] фактори емісії ПХДД/Ф встановлені для всіх категорій джерел, представлених у методиці, на відміну від [2].

Таким чином нами було зроблено висновки, що лише одночасне використання цих двох методик дає можливість більш повно оцінити продукування СОЗР на певній території. Проте навіть сумісне використання [2, 3] не дає повної, вичерпної інформації щодо утворення СОЗР, через вищезгадані недоліки обох методик. Це говорить про необхідність розробки нового повного керівництва з інвентаризації СОЗР, якого, на жаль, на сьогоднішній день немає.

Результати дослідження

Встановлено джерела ненавмисного утворення СОЗР в м. Одеса та розраховані обсяги емісій ненавмисно утворених СОЗР від них. Відмітимо, що у роботі використано дані за 2012 рік, коли відносно повноцінно функціонували підприємства та можливо було здійснити найбільш повний збір статистичної інформації для дослідження. На жаль, після 2012 року велика кількість статистичних даних не публікується у відкритому друці або не збирається взагалі.

У ході роботи визначено, що основними джерелами ненавмисного утворення СОЗР в Одесі є:

- 1) спалювання органічного палива стаціонарними та пересувними джерелами;
- 2) виробництво будівельних матеріалів;
- 3) відкриті звалища твердих побутових відходів (ТПВ);
- 4) копчення м'ясних і рибних продуктів;
- 5) функціонування крематоріїв;
- 6) куріння тютюнових виробів;

7) функціонування міської системи каналізації.

Розрахунки проводилися з використанням європейських методик [2,3]. Результати розрахунку ненавмисного утворення СОЗР у місті Одеса наведено у таблиці. В

таблиці представлено узагальнені данні по ненавмисному утворенню СОЗР, зведені до однієї універсальної одиниці вимірювання - г ТЕ 2,3,7,8-ТХДД як найнебезпечнішого з усіх представників СОЗР.

Таблиця – Ранжирування джерел ненавмисного утворення СОЗР у м. Одеса (за даними за 2012 рік)

Місце	Джерело забруднення	Маса, г ТЕ 2,3,7,8-ТХДД
1	Складування твердих побутових відходів	66,860
2	Каналізаційні стічні води	5,173
3	Будівельне виробництво	2,770
4	Органічне паливо	2,161
6	Крематорії	0,275
7	Коптильні	0,110
8	Куріння сигарет	0,0003
Всього:		77,349

Близько 92% всіх СОЗР утворюється при відкритому складуванні ТПВ; вони потрапляють у ґрунти і підземні (ґрунтові) води. Ніяких технологій, які би перешкоджали потраплянню СОЗР у складі фільтрату у ґрунти і підземні (ґрунтові) води на звалищах ні в Одесі, ні в Україні, звичайно, не передбачено. Розрахунок утворення СОЗР від даного джерела здійснювався за методикою [3], в якій фактор емісії встановлено експериментальним шляхом. Проте, згідно до методики, рівень достовірності інформації в цьому випадку нижче середнього через недостатність експериментальних даних для цього джерела. Причиною такої кількості утворених СОЗР, на нашу думку, може бути наявність на звалищах ТПВ великої кількості важких металів, які є каталізаторами утворення СОЗР.

Каналізаційні води, потрапляючи на станції біологічної очистки, обробляються за допомогою активного мулу. Значна кількість ненавмисно утворених СОЗР сорбується активним мулом, який потребує спеціального поводження з ним для запобігання вторинного забруднення навколишнього середовища СОЗР. За даними методик, причиною утворення СОЗР у даному джерелі є хлорування питної води та використання у

побуті хлорвмісних хімічних засобів (засоби для прання, миття посуду тощо). Тобто, СОЗР, перш за все, утворюються не безпосередньо у стічних водах, а на етапі дезінфекції перед постачанням у водопровід та під час використання у комунально-побутовому секторі.

Процеси коптіння харчових продуктів та куріння сигарет і будівельне виробництво потребують значної уваги як джерела емісій СОЗР або кінцевих продуктів, які містять ці речовини.

Навіть використання двох методичних підходів до розрахунку СОЗР не дає змогу в повній мірі оцінити специфіку утворення та надходження у навколишнє середовище цих забруднюючих речовин (ЗР).

З використанням [15, 16], а також раніше опублікованих даних [17], нами було проранжовано джерела ненавмисного утворення СОЗР у м. Одеса, результати представлено у таблиці. Ранжирування джерел продуктування ЗР дає змогу виявити пріоритетні напрямки роботи у сфері СОЗР, що є надзвичайно важливим кроком у організації екологічної діяльності в країнах з перехідною економікою, до складу яких входить Україна.

Висновки

В результаті проведених досліджень можна дійти такі висновки:

- для чіткої координації та прийняття оперативних заходів по скороченню ненавмисного утворення СОЗР в нашій країні має

- бути розроблена відокремлена законодавча база та система моніторингу по СОЗР;

- через відсутність механізмів фінансового стимулювання, ефективна система технологій знешкодження ненавмисно утворених

СОЗР не розробляється взагалі;

- в Одеській області за найактуальнішими даними накопичено 34360 кг ПХБ в трансформаторах, що становить 1,8% від усієї кількості в Україні, і 31673 кг ПХБ в конденсаторах, що становить 1,5%. Але ці дані є неповними через відсутність повної інвентаризації даного обладнання, тому реальна кількість трансформаторів та конденсаторів є значно більшою. Виходячи з цього, доцільно провести повну інвентаризацію ПХБ-вмісних конденсаторів і трансформаторів.

- в Одеській області не ведеться облік відпрацьованих ПХБ-вмісних рідин від трансформаторів і конденсаторів, а також немає системи знешкодження цього типу відходів;

- основним джерелом потрапляння у довілля ПХБ та ГХБ є спалювання органічного палива стаціонарними джерелами;

- основним джерелом ненавмисного утворення ПХДД/Ф є відкрите складування

ТПВ на звалищах. ПХДД/Ф потрапляють у ґрунти і водні об'єкти;

- без скорочення надходження ТПВ на звалища та модернізації міських станцій біологічної очистки січних вод, як найвагоміших джерел утворення СОЗР в Одесі, говорити про суттєве скорочення утворення цих речовин не має сенсу;

- отримані данні дозволяють встановити пріоритетні джерела утворення СОЗР та вчасно прийняти заходи щодо скорочення ненавмисного продукування цих речовин;

- для повної оцінки негативного впливу СОЗР на навколишнє середовище та встановлення пріоритетів у сфері поводження із СОЗР необхідно мати повноцінне методичне керівництво, яке би містило коефіцієнти, що враховують утворення як ПХДД, так і ПХБ і ГХБ та дозволяють оцінити їх розподіл у навколишньому середовищі.

Література

1. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях. 2004 URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/pollutants.pdf (дата звернення: 21.02.2018).
2. Троци К., Колман П. та ін. (2013). Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов. URL: <https://www.eea.europa.eu/ru/publications/rukovodstvo-emep-eaos-po-inventarizacii> (дата звернення: 21.02.2018).
3. Методическое указание по выявлению и количественной оценке диоксинов и фуранов. 2003. URL: <http://docplayer.ru/37699445-Metodicheskoe-rukovodstvo-po-vyyavleniyu-i-kolichestvennoy-ocenke-vybrosov-dioksinov-i-furanov.html> (дата звернення: 21.02.2018).
4. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением // Тексты и приложения. Женева, 2014. 130 с. URL: <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-r.pdf> (дата звернення: 21.02.2018).
5. Общие технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из стойких органических загрязнителей, содержащих их или загрязненных ими // Технические руководящие принципы. Женева, 2015. 74 с.
6. Закон України «Про ратифікацію Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі» // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2007, N 30, ст.396. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/949-16> (дата звернення: 21.02.2018).
7. Закон України «Про відходи» // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, N 36-37, ст.242. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 21.02.2018).
8. Закон України «Про пестициди та агрохімікати» // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1995, № 14, ст.91. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 21.02.2018).
9. Про затвердження плану заходів з виконання Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі // Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 липня 2012 р. No 589-р. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/589-2012-%D1%80> (дата звернення: 21.02.2018).
10. Національний план виконання Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі. К., 2011. 253 с.
11. Науково-сервісна фірма «ОТАВА» // Офіційний сайт компанії. URL: <https://otava.ua/> (дата звернення: 21.02.2018).
12. УСАП. Исследовательская лаборатория // официальный сайт компании. URL: <https://lab.biz.ua/> (дата звернення: 21.02.2018).
13. Проект ГЕФ/ЮНЕП «Забезпечення заходів із розроблення національного плану щодо впровадження в Україні Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі». 2003// ВЕГО МАМА 86. URL: http://archive.mama-86.org/archive/pops/project_unep_gef.htm (дата звернення: 21.02.2018).
14. Сухоребрая С.А. Учебный семинар по повышению эффективности проведения инвентаризации и составления кадастров стойких органических загрязнителей в Республике Беларусь. Минск, 2005. URL: http://siteresources.worldbank.org/INTBELARUSINRUSSIAN/Resources/31-08-05_P07.pdf (дата звернення: 21.02.2018).
15. Николаенко Е.В., Авдин В.В., Сперанский В.С. Проектирование очистных сооружений канализации // Учебное пособие. Челябинск, 2006. URL: <https://www.twirpx.com/file/137887/> (дата звернення: 21.02.2018).

16. Юфит С.С. Стойкие органические загрязнители – «грязная дюжина» URL: <http://www.dioxin.ru/history/pcb.htm> (дата звернення: 21.02.2018).
17. Сафранов Т.А., Михайленко В.І., Шанина Т.П. Забруднення атмосферного басейну неавтоматично утвореними стійкими органічними забруднюючими речовинами в місті Одеса // VI-й всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю. Збірник наукових праць. Вінниця, 2017. С. 202.

References

1. Stokholmskaya konventsyya o stoykykh orhanycheskykh zahryaznytelyakh.(2004). URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/pollutants.pdf (Accessed 21 February 2018).
2. ЕМЕР/ЕЕА air pollutant emission inventory guidebook (2013). Available at:<https://www.eea.europa.eu/ru/publications/rukovodstvo-emep-eaos-po-inventarizacii> [In Russian]
3. Metodicheskoe ukazanie po vyjavleniju i kolichestvennoj ocenke dioksinov i furanov (2003). [Methodological instruction for the identification and quantification of dioxins and furans]. Available at: <http://docplayer.ru/37699445-Metodicheskoe-rukovodstvo-po-vyyavleniyu-i-kolichestvennoy-ocenke-vybrosov-dioksinov-i-furanov.html> [In Russian]
4. Bazel'skaja konvencija o kontrole za transgranichnoj perevozkoj opasnyh othodov i ih udaleniem. Teksty i prilozhenija (2004). [Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal Texts and Annexes]. Zheneva, 130. Available at: <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-r.pdf> [In Russian]
5. Obshhie tehicheskie rukovodjashhie principy jekologicheski obosnovannogo regulirovanija othodov, sostojashih iz stoykih organicheskikh zagryaznitelej, sodержashhih ih ili zagryaznennyh imi (2015). [General technical guidelines for the environmentally grounded management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants]. Tehicheskie rukovodjashhie principy [Technical guidelines]. Zheneva, 74. [In Russian].
6. The Law of Ukraine "On Ratification of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants".(2007). Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine (VVR), 30, 396. Available at:<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/949-16> [In Ukrainian]
7. The Law of Ukraine "On Waste". Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine (VVR), 998, 36-37, 242. Available at:<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80> [In Ukrainian]
8. The Law of Ukraine "On Pesticides and Agrochemicals".(1995). Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine (VVR), 14, 91. Available at:<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1%80> [In Ukrainian]
9. Pro zatverdzhennya planu zakhodiv z vykonannya Stok-hol'm's'koyi konventsii pro stiyki orhanichni zabrudnyuvachi (2012).[On Approval of Plan of Implementation of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants].(2012). Rozporyadzhennya Kabinetu Ministriv Ukrayiny, 589-r. Available at:<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/589-2012-%D1%80> [In Ukrainian]
10. Natsional'nyy plan vykonannya Stok-hol'm's'koyi konventsii pro stiyki orhanichni zabrudnyuvachi (2011). [National Plan for Implementation of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants]. Kyiv, 253. [In Ukrainian]
11. Naukovo-servisna firma «OTAVA» [Scientific-service firm "OTAVA"]. Ofitsiyny sayt kompaniyi [Official site of the company]. Available at:<https://otava.ua/> [In Ukrainian]
12. USAP. Issledovatel'skaja laboratorija [UPAK. Research Laboratory]. Ofitsiyny sayt kompaniyi [Official site of the company]. Available at:<https://lab.biz.ua/> [In Russian].
13. Proekt HEF/YuNEP «Zabezpechennya zakhodiv iz rozroblennya natsional'noho planu shchodo vprovadzheniya v Ukrayini Stok-hol'm's'koyi konventsii pro stiyki orhanichni zabrudnyuvachi» (2003). [GEF/UNEP Project "Ensuring measures to develop a national plan for the implementation of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants in Ukraine"]. VEHO MAMA-86. Available at:http://archive.mama-86.org/archive/pops/project_unep_gef.htm [In Ukrainian]
14. Suhorebraja, S.A. (2005). Uchebnyj seminar po povysheniju jeffektivnosti provedenija inventarizacii i sostavlenija kadastrov stoykih organicheskikh zagryaznitelej v Respublike Belarus' [Training seminar on improving the efficiency of inventorying and inventories of persistent organic pollutants in the Republic of Belarus]. Minsk. Available at:http://siteresources.worldbank.org/INTBELARUSINRUSSIAN/Resources/31-08-05_P07.pdf [In Russian]
15. Nikolaenko, E.V., Avdin, V.V., Speranskij, V.S. (2006). Proektirovanie ochistnyh sooruzhenij kanalizacii [Designing sewage treatment facilities]. Uchebnoe posobie [Manual]. Cheljabinsk. Available at:<https://www.twirpx.com/file/137887/> [In Russian]
16. Jufit, S.S. (2018). Stoykie organicheskie zagryaznители – «grjaznaja djuzhina» [Persistent organic pollutants - "dirty dozen"]. Available at: <http://www.dioxin.ru/history/pcb.htm> [In Russian]
17. Safranov, T.A., Mykhaylenko, V.I., Shanina, T.P. (2017). Zabrudnennya atmosfernoho baseynu nenavmysno utvorenymy stiykymy orhanichnymy zabrudnyuyuchymy rehovynamy v misti Odessa [Pollution of the atmospheric basin by inadvertently formed persistent organic pollutants in Odessa]. VI-y vseukrayins'kyy z'yizd ekolohiv z mizhnarodnoyu uchastyu [VI All-Ukrainian Congress of Ecologists with International Participation]. Zbirnyk naukovykh prats'. Vinnytsya, 202. [In Ukrainian].

Надійшла до редколегії 12.02.2018

УДК 504

А. В. ЧУГАЙ, канд. геогр. наук, доц., **В. В. ПИЛИП'ЮК**, канд. геогр. наук,
Г. О. БОРОВСЬКА, канд. геогр. наук, доц.
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса
вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016
e-mail: avchugai@ukr.net

АНАЛІЗ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ

Мета. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря і поверхневих вод Запорізької області, а також оцінка техногенного навантаження на природне середовище регіону за багаторічний період. **Методи.** Статистичні. **Результати.** Виконано оцінку рівня забруднення атмосферного повітря, поверхневих вод регіону. Оцінено модуль техногенного навантаження на регіон за багаторічний період. Розраховано та проаналізовано рівень техногенного навантаження на природне середовище Запорізької області. **Висновки.** Запорізька область відноситься до техногенно-напружених регіонів. Першочерговими завданнями щодо покращення стану довкілля є заходи, пов'язані із зменшенням кількості викидів ЗР в атмосферне повітря і утворення відходів.

Ключові слова: оцінка якості, повітря, водне середовище, модуль техногенного навантаження

Chugai A. V., Pilipyuk V. V., Borovska H. O.

Odessa State Environmental University

ANALYSIS OF TECHNOGENIC LOADING ON THE NATURAL ENVIRONMENT OF THE ZAPOROZHYE REGION

Purpose. To assess the level of pollution of the atmospheric air and the surface waters of the Zaporozhye region, as well as assessing the technogenic loading on the natural environment of the region. **Methods.** Statistical. **Results.** The obtained results indicate that the highest values of the atmospheric pollution index are defined in such substances as formaldehyde, phenol, nitrogen dioxide and nitrogen oxide. The surface waters quality of the Zaporozhye region was characterized as "poorly polluted", class I – "polluted", class II. The assessment of the loading on the air basin showed a gradual decrease in the level of loading. The contribution of mobile sources is about 50 % of the total emissions. For the surface water, there is also a significant decrease in a loading module index. With the amount of accumulated waste, a loading level increases. For a generated waste amount, a maximum amount is solid household waste. The overall assessment of a technogenic loading on the region shows that in 2010 – 2012, the maximum values of a man-caused load module were characterized. A slight decrease in an anthropogenic pressure level is noted. This is due to the reduction of pollutants emissions into the atmosphere and the generation of waste in 2013 – 2015. **Conclusion.** Zaporozhye region belongs to the technogenically stressed regions. Priorities for improving the state of the environment are activities related to reducing the amount of pollutant emissions into the atmosphere and the generation of waste.

Key words: natural environment, polluting substance, quality assessment, technogenic loading module

Чугай А. В., Пилипюк В. В., Боровская Г. А.

Одесский государственный экологический университет

АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ ЗАПОРОЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Цель. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха и поверхностных вод Запорожской области, а также оценка техногенной нагрузки на природную среду региона за многолетний период. **Методы.** Статистические. **Результаты.** Выполнена оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных вод региона. Рассмотрены и проанализированы уровень техногенной нагрузки на природную среду Запорожской области. Оценен модуль техногенной нагрузки на регион за многолетний период. **Выводы.** Запорожская область относится к техногенно-напряженным регионам. Первоочередными задачами по улучшению состояния окружающей среды являются мероприятия, связанные с уменьшением количества выбросов ЗВ в атмосферный воздух и образования отходов.

Ключевые слова: природная среда, загрязняющее вещество, оценка качества, модуль техногенной нагрузки

Вступ

Запорізька область відноситься до регіонів України, де сконцентровано значний промисловий потенціал таких галузей виробництва, як металургійний, гірничозбагачувальний, машино-будівний та хімічний комплекси. Також в регіоні розташований один з об'єктів атомної енергетики України – Запорізька АЕС. Обласний центр регіону м. Запоріжжя належить до промислових центрів країни та відіграє важливу роль у соціально-економічному розвитку області і держави в цілому [1]. Всі ці обставини обумовлюють високий рівень техногенного навантаження на природне середовище регіону.

Метою роботи є оцінка рівня забруднення атмосферного повітря і поверхневих

вод Запорізької області, а також оцінка техногенного навантаження на природне середовище регіону за багаторічний період.

Об'єкт та вихідні матеріали досліджень. Об'єктом дослідження є природне середовище Запорізької області, предметом дослідження – рівень техногенного навантаження на природне середовище області.

В якості вихідних даних в роботі використані дані літературних джерел інформації, а також матеріали Регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища, Екологічних паспортів регіону, дані Головного управління статистики в Запорізькій області за 2007 – 2016 рр. [1 – 7].

Методи досліджень

В роботі використано методи статистичного та порівняльного аналізу. Для оцінки рівня забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя розглянуто індекс забруднення атмосфери (*I*₅).

*I*₅ окремою домішкою розраховується за формулою:

$$I = \left(\frac{\bar{q}}{ГДК_{сд}} \right) C_i, \quad (1)$$

де C_i – константа, що набуває значень 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 відповідно для 1; 2; 3; 4-го класу небезпеки речовини і дозволяє привести ступінь шкідливості *i*-ої речовини до ступеня шкідливості діоксиду сірки.

Вважається, що при $I \leq 1$ якість повітря за вмістом окремої ЗР відповідає санітарно-гігієнічним вимогам.

Комплексний *I*₅ (*KI*₅) – це кількісна характеристика рівня забруднення атмосфери, утвореного *n* речовинами, що присутні в атмосфері міста. *KI*₅ розраховується за формулою:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\bar{q}}{ГДК_{сд}} \right) C_i, \quad (2)$$

де \bar{q} – осереднена за часом (місяць або рік), розрахована для поста, міста або групи міст концентрація *i*-ої домішки; *i* – домішка.

Для інтегральної оцінки рівня забруднення атмосфери за допомогою *KI*₅ можна використати значення одиничних індек-

сів *I*₅ тих п'яти ЗР, для яких ці значення найбільші. Тобто

$$I_5 = \sum_{i=1}^5 I_i. \quad (3)$$

Величина *I*₅ менше 2,5 відповідає чистій атмосфері; від 2,5 до 7,5 – слабо забрудненій; від 7,6 до 12,5 – забрудненій; від 12,6 до 22,5 – сильно забрудненій; від 22,6 до 52,5 – високо забрудненій; більше 52,5 – екстремально забрудненій атмосфері [8].

Оцінку якості вод можна проводити на основі розрахунку індексу забруднення води [9], комплексного показника екологічного стану [10], а також екологічного індексу згідно [11]. Нами була застосована методика оцінки якості поверхневих вод суші за гідрохімічними показниками (методика Гідрохімічного інституту) [9]. Якість води згідно методики визначається через комплексний показник, який називається комбінаторним індексом забруднення (*KI*₃):

$$KI_3 = \sum_{i=1}^n S_i, \quad (4)$$

де S_i – загальний оціночний бал, отриманий шляхом перемноження показника повторюваності випадків перевищення *ГДК* і показника кратності перевищення *ГДК*.

Із загального числа врахованих інгредієнтів і показників якості води визначаються лімітуючі показники забруднення

(ЛПЗ). Величина сумарного оціночного балу за таким інгредієнтом дорівнює чи більше 11. Виділяють 4 класи якості води: слабо забруднена, забруднена, брудна, дуже брудна [9].

Для оцінки та аналізу рівня техногенного навантаження на Запорізьку області застосовано принцип розрахунку модуля техногенного навантаження (МТН).

Під МТН розуміється обсяг стічних вод та твердих відходів промислових та ко-

мунальних об'єктів, рознесених по адміністративних одиницях (областях), що вимірюються в тисячах т на 1 км² за рік. Недоліком МТН є те, що в ньому не враховуються газоподібні викиди в атмосферне повітря, які спричиняють значні забруднення середовища. Тому МТН доцільно визначати як об'єм поллютантів у газових викидах в атмосферне повітря, у стічних водах та неутилізованих твердих відходах антропогенної діяльності [12].

Результати досліджень та їх аналіз

Основна частина забруднень потрапляє в атмосферу регіону від підприємств м. Запоріжжя та м. Енергодар [1]. Основний внесок у забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя вносять промислові підприємства, викиди яких становлять 60 – 70 % від загального валового обсягу викиду. Також, Запоріжжя – єдине місто в області, де проводяться дослідження стану атмосферного повітря по 5 постах спостереження. Аналіз рівня забруднення атмосфери проводився по

8 забруднюючим речовинам (ЗР), спостереження за якими проводяться в місті.

На рис. 1 наведено графік динаміки зміни ІЗА м. Запоріжжя за 2011 – 2016 рр. Як видно, майже у всі роки найбільші значення ІЗА відзначаються по таких речовинах, як формальдегід, фенол, діоксид азоту та оксид азоту. З 2011 р. спостерігається зменшення значень ІЗА по вказаних вище речовинах, а також по оксиду вуглецю.

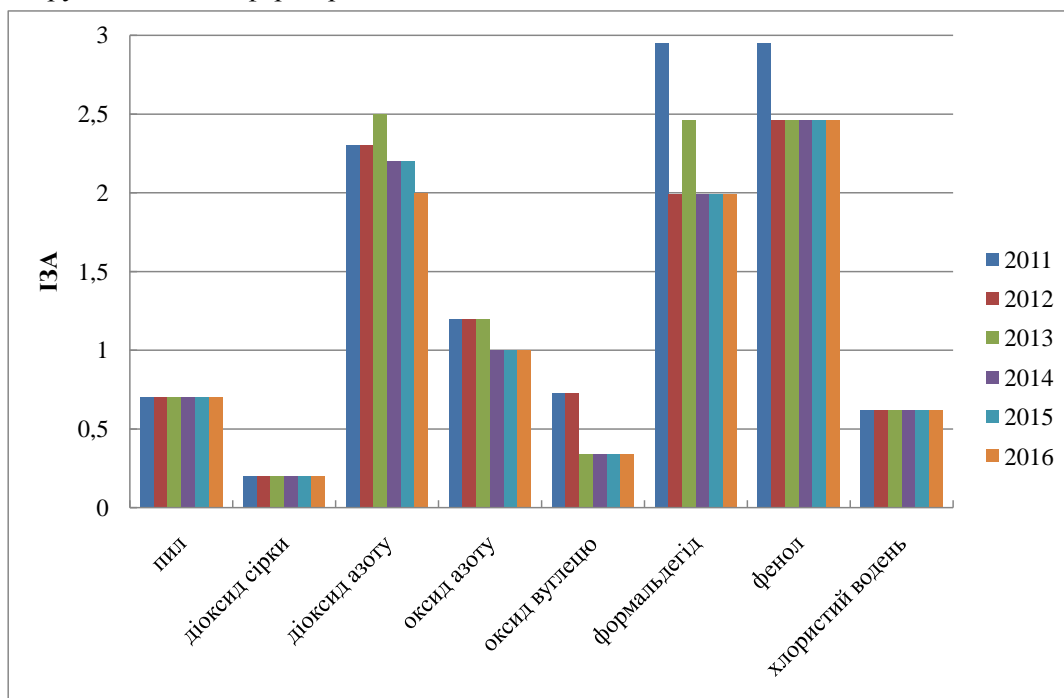


Рис. 1 – Динаміка зміни ІЗА м. Запоріжжя окремими ЗР у 2011 – 2016 рр.

Для розрахунку КІЗА було визначено за кожний рік 5 речовин, для яких ІЗА є найбільшим. Аналіз показав, що до таких речовин відносяться:

- у 2011 – 2012 рр. – фенол, формальдегід, діоксид азоту, оксид азоту, оксид вуглецю;

- у 2013 – 2016 рр. – фенол, формальдегід, діоксид азоту, оксид азоту, пил.

Аналіз динаміки зміни КІЗА м. Запоріжжя за 2011 – 2016 рр. (рис. 2) показує, що значення КІЗА за період дослідження зменшилось приблизно на 20 %, що є результатом зменшення одиничних ІЗА по

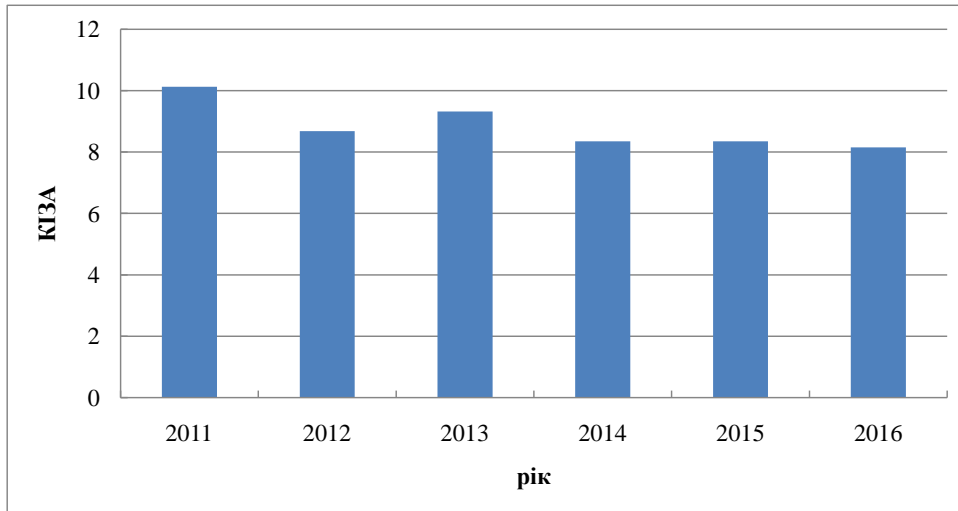


Рис. 2 – Динаміка зміни KIZA м. Запоріжжя у 2011 – 2016 рр.

окремих речовинах, як зазначено вище. Стан атмосфери можна класифікувати як «забруднений».

Найбільшими забруднювачами водних об'єктів області є промислові об'єкти чорної і кольорової металургії та житлово-комунальний сектор. На рис. 3 наведено

динаміку використання води по області у 2016 р. різними галузями промисловості.

Найбільш водоємною галуззю є енергетична, друге місце посідають металургійна промисловість та сільське господарство, третє – житлово-комунальне господарство.



Рис. 3 – Використання води за галузями промисловості у Запорізькій області у 2016 р.

Оцінка якості поверхневих вод регіону виконана за 2015 – 2016 рр. на основі даних, наведених у [1]. Аналізувався стан якості поверхневих вод за 17 показниками (азот амонійний, алюміній, СПАР, БСК₅, залізо, кальцій, магній, марганець, мідь, нафтопродукти (НП), нікель, азот нітратний,

азот нітритний, сульфати, сухий залишок, фосфати, хлориди) за даними спостережень у 4 створах.

Аналіз показав, що по жодному з показників, які аналізувались, не було відзначено перевищень ГДК. По таких показниках, як азот нітритний, хлориди, мідь, азот

нітратний, сульфати і фосфати рівень концентрацій був на порядок нижче *ГДК*. Характерної динаміки зміни концентрацій по створах спостережень також не відзначено. Рівень концентрацій у 2015 – 2016 рр. значно не змінювався.

Результати оцінки якості вод показали, що жодного *ЛПЗ* виявлено не було, що є цілком закономірним, оскільки не відзначалось перевищень *ГДК*. Узагальнений оціночний бал S_i для усіх показників якості вод

приймав значення, що дорівнює 1. На рис. 4 наведено значення *КІЗ* для поверхневих вод Запорізької області у 2015 – 2016 рр.

Значення *КІЗ* складає 17 у 2015 – 2016 рр. Якість поверхневих вод Запорізької області можна класифікувати як «слабко забруднена», клас I – «забруднена», клас II. Окремі результати оцінки якості поверхневих вод Запорізької області наведено у роботі [13].

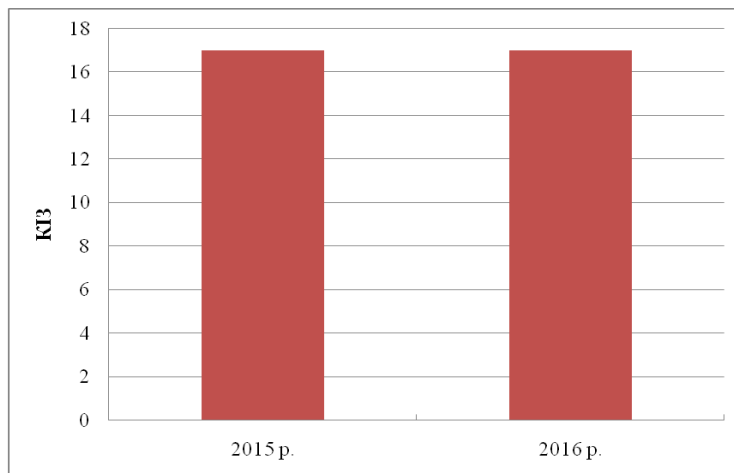


Рис. 4 – Значення *КІЗ* поверхневих вод Запорізької області у 2015 – 2016 рр.

В роботі оцінено модуль навантаження (*МН*) на окремі середовища (атмосферне повітря, поверхневі води, ґрунти), а також зроблено загальну оцінку навантаження на регіон за багаторічний період (2007 – 2016 рр.).

Оцінка навантаження на атмосферне повітря регіону виконано за даними [1, 3].

На рис. 5 наведено динаміку зміни *МН* на атмосферне повітря Запорізької області.

Аналіз значення *МН* (рис.5) показує, що з 2007 по 2015 рр. відзначається поступове зменшення показника *МН*. Максимальні значення відзначені у 2007 та 2013 рр.

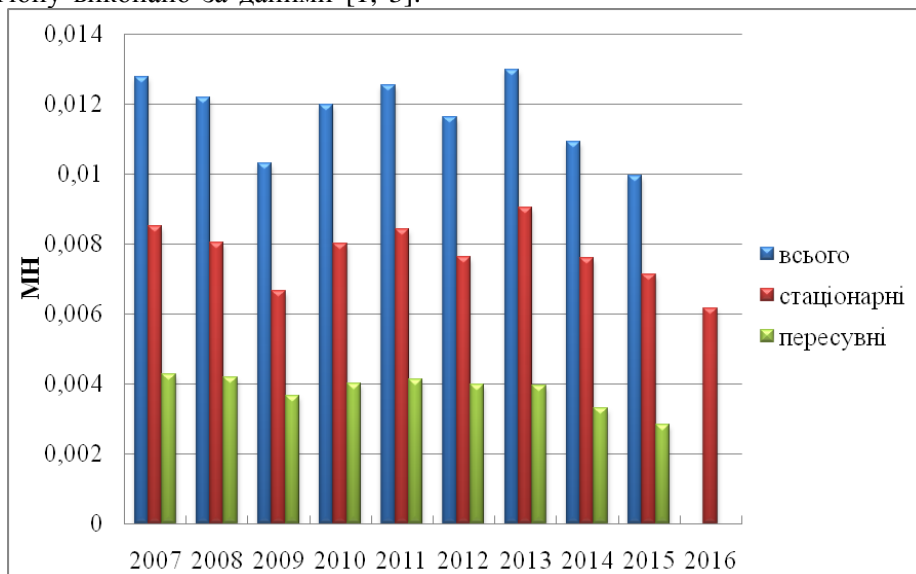


Рис. 5 – Значення *МН* на атмосферне повітря Запорізької області у 2007 – 2016 рр.

за рахунок викидів від стаціонарних джерел. Значення *MH* і по стаціонарних, і по пересувних джерелах за період дослідження зменшилось на 25 % і більше. Внесок пересувних джерел складає близько 50 % від загального обсягу викидів. Оскільки за 2016 р. відсутня інформація по викидах від цього

забруднювача, то оцінка *MH* по загальному обсягу викидів була неможливою.

Оцінка рівня техногенного навантаження на поверхневі водні об'єкти виконана на основі даних, наведених у [1, 2, 4 – 6]. На рис. 6 наведено динаміку зміни показника *MH* на поверхневій воді Запорізької області за 2007 – 2016 рр.

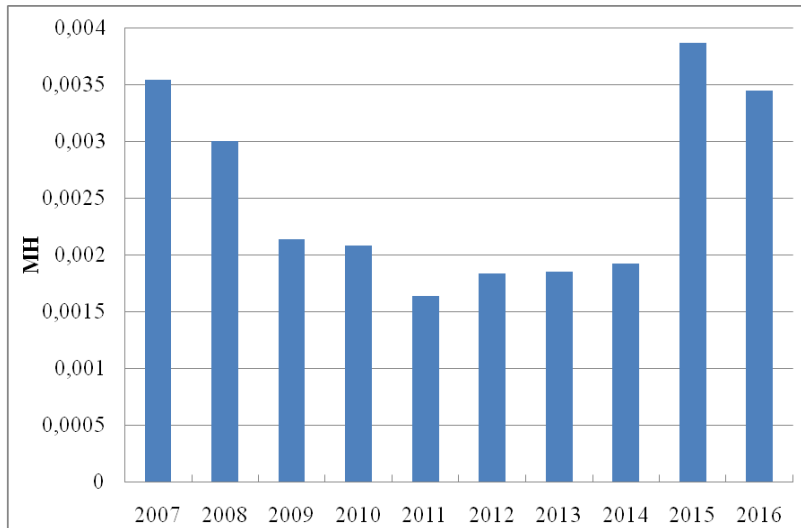


Рис. 6 – Значення *MH* на поверхневій воді Запорізької області у 2007 – 2016 рр.

Як видно, з 2007 по 2014 рр. відзначалось значне зменшення показника *MH* (майже в 2 рази порівняно з 2007 р.). У 2015 р. відзначено різке збільшення *MH* до рівня 2007 р. На нашу думку це може бути пов'язано із різномірністю даних, оскільки обсяги скидів ЗР у поверхневі водні об'єкти за 2007 – 2014 рр. були представлені загальною цифрою, а у 2015 – 2016 рр. розглядалися відомості про обсяги скидів окремих речовин. Хоча і можливо припустити деяке збільшення скидів ЗР в ці роки, оскі-

льки за даними [1] відзначалось збільшення обсягів скидів стічних вод в 2015 – 2016 рр. порівняно з 2014 р.

Розрахунок показника *MH* з урахуванням кількості відходів, що утворюються на території Запорізької області, зроблено на основі даних Головного управління статистики в Запорізькій області [7]. На рис. 7 наведено динаміку значень показника *MH* за кількістю відходів, накопичених на території області за 2007 – 2016 рр. Значення *MH* значно збільшуються з 2010 р. Це

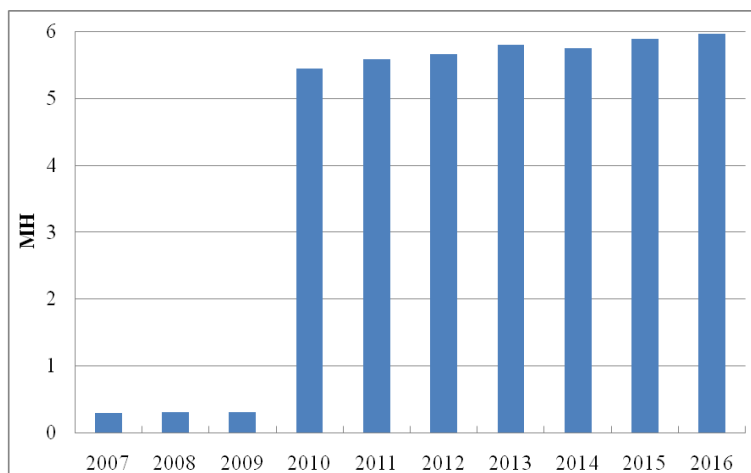


Рис. 7 – Значення *MH* за кількістю відходів, накопичених у Запорізькій області у 2007 – 2016 рр.

пояснюється тим, що до 2010 р. статистична звітність містила тільки відомості щодо кількості відходів I – III класів небезпеки. З 2010 р. до даних статистичної звітності входять відомості щодо обсягу утворення і накопичення твердих побутових відходів (ТПВ). В цілому за кількістю відходів, що накопичено на території області, рівень навантаження з кожним роком зростає.

На рис. 8 наведено динаміку значень показника *MH* за кількістю відходів, що утворились. Аналіз показує, що максимальну кількість у потоці відходів, що утворюються на території Запорізької області, складають ТПВ. Значення показника *MH* за

кількістю ТПВ та відходів, утворених в цілому по області, майже однакові. З 2012 по 2016 рр. відзначається зменшення *MH* по показниках утворення відходів на 25 – 30 %.

Для загальної оцінки та аналізу техногенного навантаження на Запорізьку область обраний період 2010 – 2015 рр., який характеризується єдиним набором вихідної інформації. У табл. наведено обсяги викидів, скидів ЗР та утворення відходів за цей період, а також розраховані значення *MTH* на природне середовище області, на рис. 9 – графічне відображення динаміки зміни *MTH*.

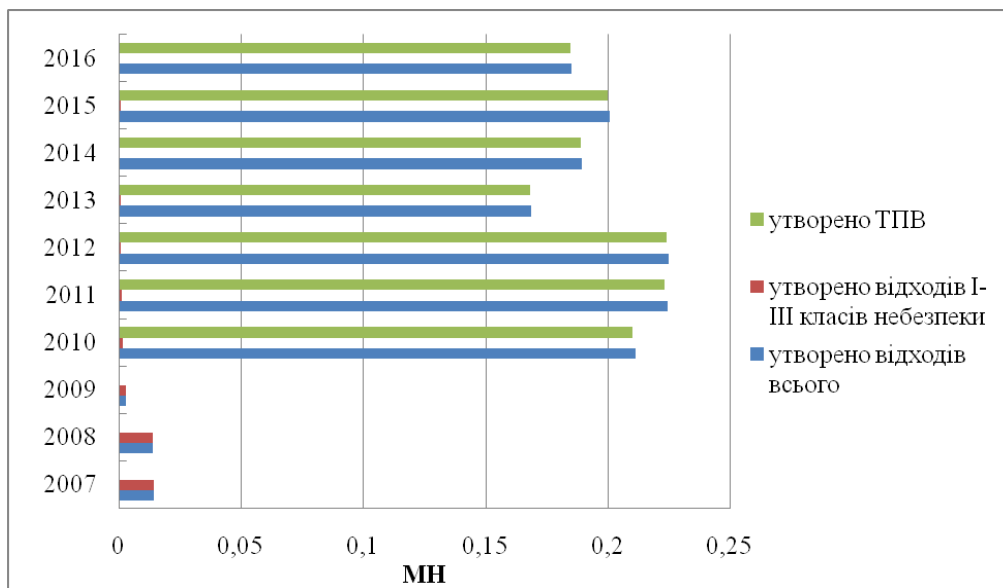


Рис. 8 – Значення *MH* за кількістю утворених відходів у Запорізькій області у 2007 – 2016 рр.

Таблиця
Обсяги викидів, скидів ЗР та утворення відходів (тис. т) і значення *MTH* у Запорізькій області у 2010 – 2015 рр.

Рік	Викиди ЗР	Скиди ЗР	Утворення відходів	Загальна кількість ЗР	<i>MTH</i>
2010	326,1	56,57	5758,1	6140,77	0,23
2011	341,2	44,58	6106,5	6492,28	0,24
2012	316	49,93	6120,9	6486,83	0,24
2013	353	50,31	4594,9	4998,21	0,18
2014	296,7	52,305	5155,6	5504,605	0,20
2015	270,4	105,166	5463,3	5838,866	0,21

Аналіз представлених даних у таблиці і рисунку показує, що 2010 – 2012 рр. характеризувались максимальними значеннями *MTH*, мінімальне значення відзначалось у 2013 р. В цілому за період, що розг-

лядається, відзначається деяке зменшення техногенного навантаження. Це обумовлено зменшенням викидів ЗР в атмосферне повітря у 2014 – 2015 рр. і утворення відходів у 2013 – 2015 рр.

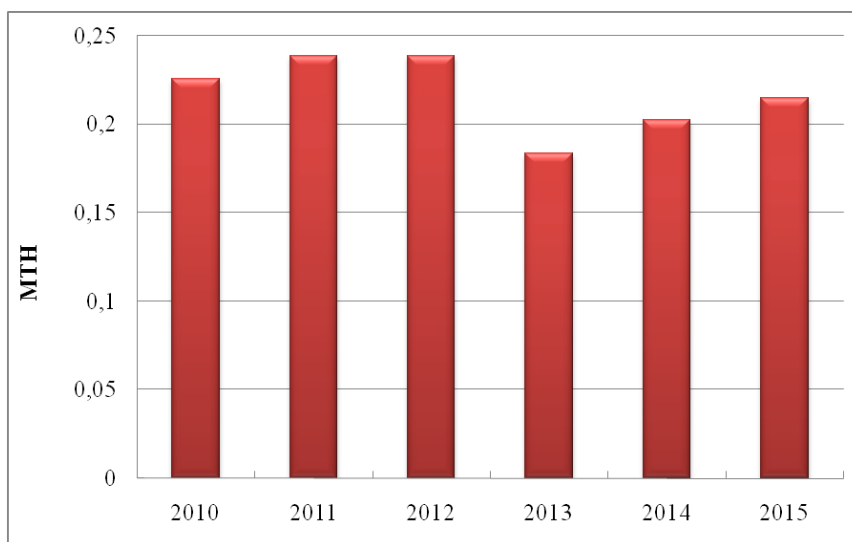


Рис. 9 – Динаміка зміни МТН на природне середовище Запорізької області у 2010 – 2015 рр.

Проте у 2015 р. відзначено значене збільшення скидів ЗР у поверхневі води (це пи-

тання розглядалось вище), що і позначилось на значенні показника МТН у 2015 р.

Висновки

Оцінено рівень забруднення атмосферного повітря і поверхневих вод, а також рівень техногенного навантаження на природне середовище Запорізької області за багаторічний період. Максимальні значення ІЗА відзначаються по таких речовинах, як формальдегід, фенол, діоксид азоту та оксид азоту. Стан атмосфери можна класифікувати як «забруднений».

Якість поверхневих вод характеризувалась як «слабко забруднена», клас I – «забруднена», клас II.

2010 – 2012 рр. характеризувались максимальними значеннями МТН. Відзначено деяке зменшення рівня техногенного навантаження. Це обумовлено зменшенням викидів ЗР в атмосферне повітря і утворення відходів у 2013 – 2015 рр.

Так, Запорізька область відноситься до техногенно-напружених регіонів. Обсяги викидів, скидів ЗР і утворення відходів складають в останні роки близько 6000 тис. т/рік і більше.

Першочерговими завданнями щодо покращення стану довкілля слід вважати:

- заходи, пов'язані із зменшенням кількості викидів ЗР в атмосферне повітря, приведення викидів до гранично допустимих нормативів через впровадження новітніх технологій та систем очистки;
- розробка та впровадження ефективної програми поводження з ТПВ, перегляд паспортів місць видалення відходів;
- ефективна реалізація існуючих природоохоронних програм на рівні м. Запоріжжя і області в цілому.

Література

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області у 2016 р. Запоріжжя, 2017. 323 с.
2. Екологічний паспорт Запорізької області за 2015 рік. Запоріжжя, 2015. 166 с.
3. Електронний ресурс: URL: <http://investment.zoda.gov.ua/uk/zaporizhzhya-region> (дата звернення: 12.05.2018 р.).
4. Екологічний паспорт Запорізької області за 2009 рік. Запоріжжя, 2010. 119 с.
5. Екологічний паспорт Запорізької області за 2011 рік. Запоріжжя, 2012. 130 с.
6. Екологічний паспорт Запорізької області за 2014 рік. Запоріжжя, 2015. 179 с.
7. Електронний ресурс: URL: http://www.zp.ukrstat.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=6001&Itemid=100065 (дата звернення: 13.05.2018 р.).
8. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1986. 116 с.
9. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ: Ніка-Центр, 2001. 262 с.

10. Позаченюк Е.А., Тимченко З.В. Учебное пособие по изучению дисциплины «Водные ресурсы и водное хозяйство Крыма». Симферополь, 2003. 107 с.
11. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями // Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Київ: Символ-Т, 1998. 28 с.
12. Електронний ресурс: URL: <http://ecolog.at.ua> (дата звернення: 2.05.2017 р.).
13. Пилип'юк В.В., Замориняк О.Я. Аналіз антропогенного навантаження на поверхневі води Запорізької області // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. 2018. № 1(21). С. 161 – 171.

References

1. Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha u Zaporizkii oblasti u 2016 r.(2017). [Regional report on the state of the environment in Zaporozhye region in 2016]. Zaporizhzhia. 323. [in Ukrainian].
2. Ekolohichniy pasport Zaporizkoi oblasti za 2015 rik.(2015). [Environmental passport of Zaporizhzhya Oblast for 2015] Zaporizhzhia, 166. [in Ukrainian].
3. Elektronnyi resurs: URL: <http://investment.zoda.gov.ua/uk/zaporizhzhya-region> . [in Ukrainian].
4. Ekolohichniy pasport Zaporizkoi oblasti za 2009 rik. (2010)/ [Environmental passport of Zaporizhzhya Oblast for 2009]. Zaporizhzhia. 119. [in Ukrainian].
5. Ekolohichniy pasport Zaporizkoi oblasti za 2011 rik. (2012). [Environmental passport of Zaporizhzhya Oblast for 2011]. Zaporizhzhia. 130 . [in Ukrainian].
6. Ekolohichniy pasport Zaporizkoi oblasti za 2014 rik. (2015). [Environmental passport of Zaporizhzhya Oblast for 2014]. Zaporizhzhia. 179. [in Ukrainian].
7. Elektronnyi resurs: Available at: http://www.zp.ukrstat.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=6001&Itemid=100065 [in Ukrainian].
8. Bezuhlaia E.Iu. (1986). Monitorynh sostoiannya zahriaznennia atmosferu v horodakh.[Monitoring of atmospheric pollution in cities]. Lenynhrad: Hydrometeoyzdat, 1986. 116 s. [in Russian].
9. Snizhko S.I. (2001). Otsinka ta prohnozuvannia yakosti pryrodnykh vod. [Estimation and prediction of natural water quality.].Kyiv: Nika-Tsentr. 262. [in Ukrainian].
10. Pozacheniuk E.A., Tymchenko Z.V. (2003). Uchebnoe posobyie po yzucheniyu dystsyplynu «Vodnue resursu y vodnoe khoziaistvo Kruma». [A manual for studying the discipline "Water Resources and Water Management of the Crimea"]. Symferopol. 107. [in Russian].
11. Romanenko V.D., Zhukynskyi V.M., Oksiuk O.P. ta in. (1998). Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnymy katehoriiamy[Methodology of ecological assessment of surface water quality according to the relevant categories]. Kyiv: Symvol-T. 28. [in Ukrainian].
12. Elektronnyi resurs (2017). Available at: <http://ecolog.at.ua> [in Ukrainian].
13. Pylypiuk V.V., Zamoryniak O.Ia.(2018). Analiz antropohennoho navantazhennia na poverkhnevi vody Zaporizkoi oblasti [Anthropogenic loading analysis on the surface waters of Zaporozhye region]. *Bulletin of the Hydrometeorological Center of the Black and Azov Seas..* 1(21). 161 – 171. [in Ukrainian].

Надійшла до редколегії 25.05.2018

УДК 621.43.068

A. P. POLIVYANCHUK¹, D-r Techn. Sciences, Prof., O. I. KASLIN²,
O. O. SKURIDINA³

¹O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv
17, Marshal Bazhanov Street, Kharkiv, 61002, Ukraine
e-mail: apmail@meta.ua

²National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"
21, Kyrpychova str, Kharkiv, 61002, Ukraine
e-mail: dvs@kpi.kharkov.ua

³Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
59-a, pr. Central, Severodonetsk, 93400, Ukraine
e-mail: icd@snu.edu.ua

INCREASE OF HIGH-SPEED QUALITIES AND ECONOMIC EFFICIENCY OF USE SYSTEMS OF ECOLOGICAL DIAGNOSTICS DIESEL ENGINES - MICROTUNNELS

Purpose. Reducing the duration and cost of procedures for environmental diagnostics of diesel power plants by increasing the speed of measurements of normalized PM index – average operating emissions of particulate matters with exhaust gases of diesel engines. **Methods.** Analysis and synthesis of information, mathematical modeling, experimental studies, calculation experiment. **Results.** In accordance with the requirements of the international standard ISO 8178, a method of accelerated measurement (MAM) of the PM index is proposed, which is characterized by the maximum allowable sample filtration rate and the minimum allowable masses of particulate matter in the filters, the use of which can significantly improve the economic efficiency of applying microtunnels: with single- and multi-filter sampling methods - in 3,1 ... 4,1 times and in 5,3 ... 7,1 times, respectively. **Conclusions.** Compared to the most common methods of control of particulate matter emissions that are realized in mini and microtunnels of Perkins, AVL, Mitsubishi companies, they are characterized by higher speed and economic efficiency of use - indicators that are of great importance in testing high-power diesel engines – locomotive diesel, ships and others. It is substantiated that the use of MAM allows to shorten the duration and cost of environmental testing of mainline diesel engines - 2TE116 and shunting - TEM-2 locomotives: certification tests - by 9 ... 28%, which is 0.2 ... 0.7 h and 0, 8 ... 1,5 thousand UAH; research tests - 43 ... 53%, which is 1.7 ... 3.0 h and 4.0 ... 7.5 thousand UAH. With the reduction of the actual emission levels of particulate matter with the exhaust gases of the diesel engine, the efficiency of the use of MAM increases.

Keywords: diesel, exhaust gases, particulate matter, ecological compatibility, microtunnel, accelerated measurement, efficiency

Полів'яничук А. П.¹, Каслін О. І.², Скурідіна О. О.³

¹Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

²Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

³Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ДИЗЕЛІВ-МІКРОТУНЕЛІВ

Мета. Зменшення тривалості та вартості процедур екологічного діагностування дизельних силових установок різного призначення за рахунок підвищення швидкості вимірювань нормованого показника РМ – середньоексплуатаційного викиду твердих частинок з відпрацьованими газами дизеля. **Методи.** Аналіз та синтез інформації щодо нормативної бази, процедур випробувань, обладнання та рахункових методик для проведення екологічних випробувань дизелів; математичне моделювання та експериментальні дослідження параметрів ефективності процедури екологічного діагностування дизеля – тривалості, потребної кількості палива, вартості; розрахунковий експеримент з оцінки доцільності підвищення швидкості виміру показника РМ. **Результати.** Відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 8178 запропоновано спосіб прискореного виміру (СПВ) показника РМ, який характеризується максимальною допустимою швидкістю фільтрації проби – 100 см/м та мінімально допустимими масами навішувань твердих частинок на фільтрі: 0,25 мг – при однофільтровому методі відбору проб твердих частинок та 0,17 мг – при багатофільтровому методі. Використання СПВ дозволяє суттєво покращити економічну ефективність застосування цих методів в мікротунелі – в 3,1 ... 4,1 рази та в 5,3 ... 7,1 разів, відповідно. **Висновки.** Порівняно з найбільш поширеними сьогодні способами контролю викидів твердих частинок, які реалізуються в міні- та мікротунелях фірм Perkins, AVL, Mitsubishi, СПВ характеризується більш високими швидкістю та економічною ефективністю використання – показниками, які мають високу значимість при випробуваннях дизелів великої потужності – тепловозних, суднових та ін. Обґрунтовано, що використання СПВ дозволяє скоротити тривалість та вартість екологічних випробувань дизелів магістрального – 2TE116

© Polivyanchuk A. P., Kaslin O. I., Skuridina O. O., 2018

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2018-18-11>

та маневрового – ТЕМ-2 тепловозів: сертифікаційних випробувань - на 9 ... 28%, що становить 0,2 ... 0,7 год і 0,8 ... 1,5 тис. грн.; дослідницьких випробувань – на 43 ... 53%, що складає 1,7 ... 3,0 год і 4,0 ... 7,5 тис. грн. Зі зменшенням фактичних рівнів викидів твердих частинок з вихлопними газами дизеля, ефективність використання СПВ зростає.

Ключові слова: дизель, відпрацьовані гази, тверді частинки, екологічність, мікротунель, прискорений вимір, ефективність

Поливянчук А. П.¹, Каслин А. И.², Скуридина Е. А.³

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

² Национальний технічний університет «Харьківський політехнічний інститут»

³ Восточноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

ПОВЫШЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДИЗЕЛЕЙ - МИКРОТУННЕЛЕЙ

Цель. Уменьшение продолжительности и стоимости процедур экологического диагностирования дизельных силовых установок за счет повышения скорости измерений нормированного показателя РМ – среднеэксплуатационного выброса твердых частиц с отработавшими газами дизеля. **Методы.** Анализ и синтез информации, математическое моделирование, экспериментальные исследования, расчетный эксперимент. **Результаты.** Предложен способ ускоренного замера (СПВ) показателя РМ, который характеризуется максимально допустимой скоростью фильтрации пробы и минимально допустимыми массами навесок твердых частиц на фильтрах, использование которого позволяет существенно повысить экономическую эффективность использования микротуннелей. **Выводы.** Обосновано, что использование СПВ позволяет сократить продолжительность и стоимость сертификационных испытаний дизелей магистрального - 2ТЭ116 и маневрового - ТЭМ-2 тепловозов на 9 ... 28%, что составляет 0,2 ... 0,7 ч и 0,8 ... 1,5 тыс. грн.

Ключевые слова: дизель, отработанные газы, твердые частицы, экологичность, микротуннель, ускоренный замер, эффективность

Introduction

The process of ecologization of transport internal combustion engines is characterized by the phased introduction of the value of the average operational discharge of particulate matter (PM) with exhaust gases (EG) to the standardized indicators of the toxicity of diesel engines. So, since 1993, this indicator has been measured during ecological tests of automobile diesel engines, since 1997 - diesel engines of agricultural machines, and since 2007 - ship and locomotive diesel engines. In the long run, the PM index will become the normalized value for other types of diesel engines: domestic, industrial, engines of special equipment, etc.

Since the beginning of the normalization of mass emissions of the PM, there appeared a problem of increasing the duration and cost of environmental tests of diesel engines due to increased time expenditures for determining PM. The essence of this problem is as follows. The normative basis for environmental tests of diesel engines is the international standard ISO 8178 [1-3]. This document provides determining the value of PM together with other indicators of toxicity of diesel EG - the average operational emissions of gaseous pollutants: nitrogen oxides, carbon monoxide and hydrocarbons designated as GAS_x. The GAS_x and PM indices are determined during the test cycles, which consist

of normalized engine operating modes [3]. At each mode sampling of pollutants for analysis is carried out. The technology for controlling PM emissions involves preliminary dilution of the engine EG with atmospheric air and then passing it through the PM sampling filters. In this case, the duration of the sampling is determined by the rate of its filtration and the hanging-on mass of PM that is collected on the filters. During testing one of two methods of sampling PM is possible: single-filter (SF), which involves the use of one filter over the whole test cycle or multi-filter (MF), which involves the use of one filter at each test mode.

The most commonly used way of controlling PM emissions, realized in micro- and minitunnels of Perkins, AVL [4, 5], Mitsubishi [6], is characterized by increased time expenditure on sampling PM, which substantially exceeds the sampling time for gaseous pollutants - 5- 7 minutes at each test mode. As a result, the procedure for determining the PM index is more time-consuming and more expensive than the GAS_x indicator control procedure: at the SF method - 1.2 ... 1.5 times more; at the MF method - 1.9 ... 2.5 times. The indicated problem is of high relevance in testing high-power diesel engines, in particular – diesel locomotives, marine engines, etc.

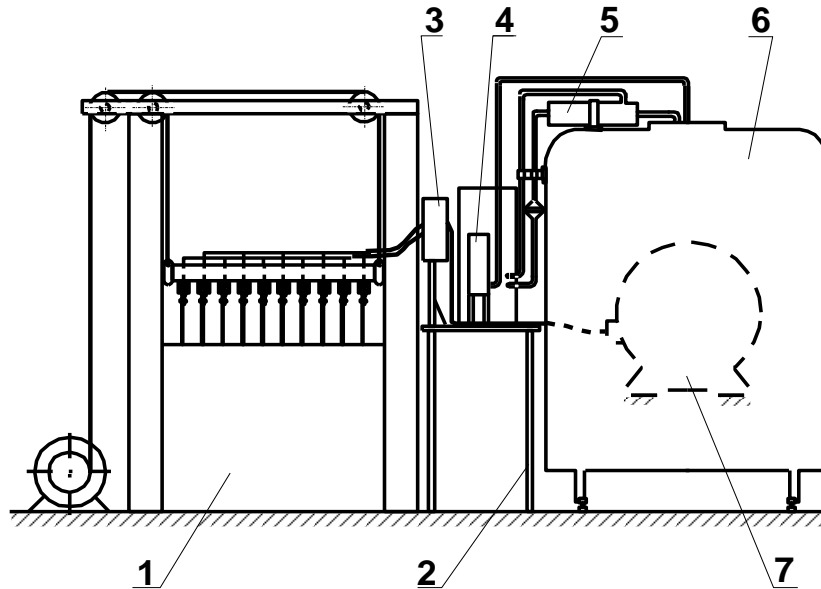
To solve this problem and increase the economic efficiency of environmental tests of

diesel engines, it is necessary to use more rapid methods of measurement of PM indicator.

Object and methods of research

Technical equipment, procedure for conducting environmental tests of diesel plants. According to the requirements of ISO 8178, environmental tests of diesels are carried out with the help of special equipment, which

includes: loading device, system of selection and analysis of samples of gaseous pollutants (GP) and system of sampling and analysis of PM - microtunnel (Fig. 1).



1 – loader (rheostat setup); 2 – a rack with devices; 3 – electric panel; 4 – system of selection and analysis of GP samples; 5 – PM emission control system (microtunnel); 6 – locomotive; 7 – diesel installation.

Fig. 1 – Equipment for ecological diagnostics of locomotive diesel engines

The loading device is used to control the diesel load in the entire range of operating modes of its operation. The system of selection and analysis of GP samples is intended for measurement of concentrations of gaseous substances contained in diesel EG. This system includes: devices for the selection and transportation of gas samples and gas analyzers.

Devices for the selection and transportation of gas samples are used to select the amount of EG samples necessary for the analysis and to bring it to gas analyzers. These devices must ensure the immutability of the sample when it is transported from the place of selection to the site of analysis. The control and registration of concentrations of GP in selected samples are carried out by means of gas analyzers. To measure the GAS_x normalized parameters, the system for the selection and analysis of GP samples must contain appropriate gas analyzers. In samples selected, the content of other substances, such as: carbon dioxide, oxygen, sulfur dioxide, etc. can also be

monitored. The PM sampling and analysis system (microtunnel) is used to measure the concentration of PM contained in diesel EG.

The procedure for ecological diagnostics of a diesel engine is a cycle, which consists of normalized modes of its operation in accordance with the requirements of ISO 8178 [3]. Taking into account the real conditions of operation of a diesel engine is carried out by using weight factors of the test modes WF, which are equal to the relative durations of diesel operation at these modes during its service (Table 1).

The control of pollutants emissions from diesel EG is carried out as follows. The test starts from the pre-warming stage of the diesel engine in an idling conditions. This stage is considered to be completed if the regulated values of temperatures and pressures of water and lubrication oil in the systems of cooling and lubrication of a diesel engine have been achieved.

Table 1

**Characteristics of the test cycle ISO 8178-F for ecological diagnostics
of diesel locomotives**

Cycle mode	Diesel power (in% of nominal value)	Weight factor WF
1	100	0,25
2	35	0,15
3	Idling conditions	0,60

After this the test cycle begins – the successive work of the diesel engine on each standardized test mode, which consists of two stages: temperature stabilization of the diesel engine and sampling pollutants. During the stage of temperature stabilization of the diesel, stabilization of water temperature, lubrication oil and EG, as well as water and oil pressure in the systems of cooling and lubrication of diesel, is achieved. During the sampling pollutants phase a parallel sampling is performed for the analysis of GP and PM contained in the diesel EG. In this case, the sampling of PM can be done by two methods: SF and MF. At the SF method, sampling PM is carried out by using one filter throughout the test cycle, and at the MF method – by using one filter at each test mode. SF method allows to determine only the indicator of average operational PM emissions and is used in the course of certification tests of diesel engines; the MF method allows to determine the mass PM emissions at the normalized operating modes of the engine and the index of average operational PM emissions and is used in conducting research pollutants tests of diesel engines.

During the sampling pollutants phase the requirements for limiting the sampling time must be fulfilled. According to ISO 8178 the minimum duration of the GP sampling procedure is 5 minutes, it requires at least 3 measurements of GP concentrations per a test mode with 1 min intervals. The minimum allowable duration of the PM sampling procedure is determined indirectly and depends on such parameters of the PM emission control system as the velocity of the filtration of the diluted EG sample and the mass of the PM accumulated on the filters. The minimum permissible duration of the sampling period for pollutants in each mode is defined as the highest of the minimum allowable lengths of sampling procedures for GP and PM.

After performing the test cycle, the results of the tests determine the GAS_x and RT.

Analysis of the possibility of increasing the rate of measurement of PM indicator. ISO 8178 has the following limitations of parameters

that affect the velocity of PM mass emissions: the filtration rate of a diluted EG-vf sample must be in the range of 35 ... 100 cm/s; The hanging-on mass of the PM collected in the filters must not be less than the minimum acceptable value: at the SF method, $M_{f(\min)} = 0.25$ mg, at the MF method, $M_{fi(\min)} = 0.14$ mg (using filters with 70 mm in diameters) [1].

The most common methods for controlling PM emissions are characterized by sample filtration velocities – $vf = 60 \dots 80$ cm/s and hanging-on masses of PM at the SF and MF methods of sampling – $M_f = M_{fi} = 1.3$ mg (Fig. 2).

As can be seen from Fig. 2, the normative requirements allow the implementation of the method of accelerated PM measurement (MAM), which is characterized by the maximum permissible rate of filtration of the sample – $v_{f(\max)} = 100$ cm/s and the minimum permissible hanging-on mass of PM – $M_{f(\min)} = 0.25$ mg and $M_{fi(\min)} = 0.14$ mg. Application of this method allows to reduce the time expenditure on PM sampling: at the SF method – 3,1 ... 4,1 times less; at the MF method – 5.3 ... 7.1 times and, consequently, reduce the cost of diesel environmental tests procedure.

It should be noted that the reduction of the hanging-on mass of PM to the minimum allowable value leads to a certain decrease in the accuracy of measurements of PM index. However, as shown by studies presented in papers [7–9], the resulting error of measurements of the PM index while implementing MAM does not exceed the permissible value – $\pm 8.5\%$ [2], and, therefore, this method can be applied in practice.

The method of evaluating the expediency of using the method of accelerated PM measurement involves a comparative analysis of the effectiveness of two ways of measuring the PM index (see Figure 2) one of the fastest contemporary methods – method 1 and MAM – method 2. As the criteria of efficiency of these methods, the following is used:

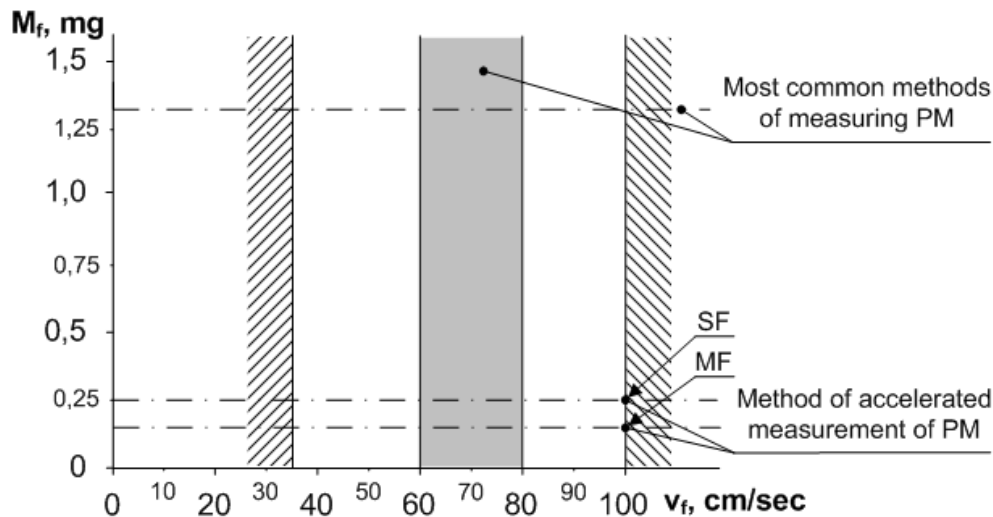


Fig. 2 – Values of factors that determine the rate of measurements of the PM indicator

A) absolute values: duration of tests – τ^{test} , fuel consumption while testing – $M_{\text{fuel}}^{\text{test}}$ and cost of tests – C^{test} , which are determined by the expressions:

$$\tau^{\text{test}} = \tau^{\text{heat}} + \sum_{i=1}^n \left(\tau_i^{\text{st}} + \max \left\{ \tau_i^{\text{sam}(\text{GAS}_x)}; \tau_i^{\text{sam}(\text{PM})} \right\} \right), \quad (1)$$

where τ^{heat} – duration of pre-warming stage of a diesel engine, h;

n – number of test cycle modes (for the ISO 8178-F series cycle $n = 3$);

τ_i^{st} – time expenditure for temperature stabilization of diesel, h;

$\tau_i^{\text{sam}(\text{GAS}_x)}$ and $\tau_i^{\text{sam}(\text{PM})}$ – duration of gaseous pollutants and PM sampling, respectively, year;

$$M_{\text{fuel}}^{\text{test}} = G_{\text{fuel}}^{\text{heat}} \tau^{\text{heat}} + \sum_{i=1}^n \left(G_{\text{fuel}i} \times \left(\tau_i^{\text{st}} + \max \left\{ \tau_i^{\text{sam}(\text{GAS}_x)}; \tau_i^{\text{sam}(\text{PM})} \right\} \right) \right) \quad (2)$$

where $G_{\text{fuel}}^{\text{heat}}$ – fuel consumption at the stage of pre-heating of the diesel engine, kg / h;

$G_{\text{fuel}i}$ – fuel consumption at i -mode test, kg / h;

$$C^{\text{test}} = M_{\text{fuel}}^{\text{test}} \times c_{\text{fuel}} + k_{\text{oil}} \times M_{\text{fuel}}^{\text{test}} \times c_{\text{oil}} + \tau^{\text{test}} \times c_{\text{test}} \quad (3)$$

where c_{fuel} , c_{oil} – specific values of the cost of fuel and lubrication oil, respectively, in UAH / kg;

c_{test} – cost of one hour of personnel work, UAH / h;

k_{oil} – coefficient equal to the ratio of the mass of the lubrication oil to the mass of fuel consumed during the tests;

B) the relative values: the duration of the tests – $\overline{\tau^{\text{test}}}$, the fuel consumption for their carrying out $\overline{M_{\text{fuel}}^{\text{test}}}$, and the cost of the tests – $\overline{C^{\text{test}}}$, which are defined as the ratio of τ^{test} , $M_{\text{fuel}i}^{\text{test}}$ C^{test} corresponding to the procedure for determining PM index to the corresponding quantities conform to the procedure of determining GAS_x indicators.

Results and discussion

Investigations of the expediency of using MAM were conducted on the basis of the results of environmental tests of the mainline - 2TE116 and shunting – TEM-2 diesel locomotives equipped with diesel engines 1A-5D49 and PD1M, respectively [10, 11]. As a sampler device, a universal system for ecological diagnostics of diesels was considered – the microtunnel MKT-2 [12, 13] with the compensatory sampling EG method [14] and the temperature control of the sample

preparation for analysis [15]. In the course of the research there has been estimated the influence of the gradual reduction of the emission norms of PM emissions from diesel EG on the efficiency of the MAM factor as a result of environmental standards improvement. This factor was taken into account by using a relative magnitude equal to the ratio of current and future levels of PM emissions.

The results of the research prove the cost-effectiveness of using MAM at railway

transport, as well as in other industries where diesel plants which are characterized by significant fuel consumptions are used (Figures 3, 4).

Thus, during the environmental tests of locomotive diesel engines, the duration, fuel

consumption and cost of tests are reduced: at the SF method – by 9 ... 28%, which is per a test 0,2 ... 0,7 hours, 25 ... 45 kg and 0,8 ... 1,5 thousand UAH; at the MF method – by 43 ...

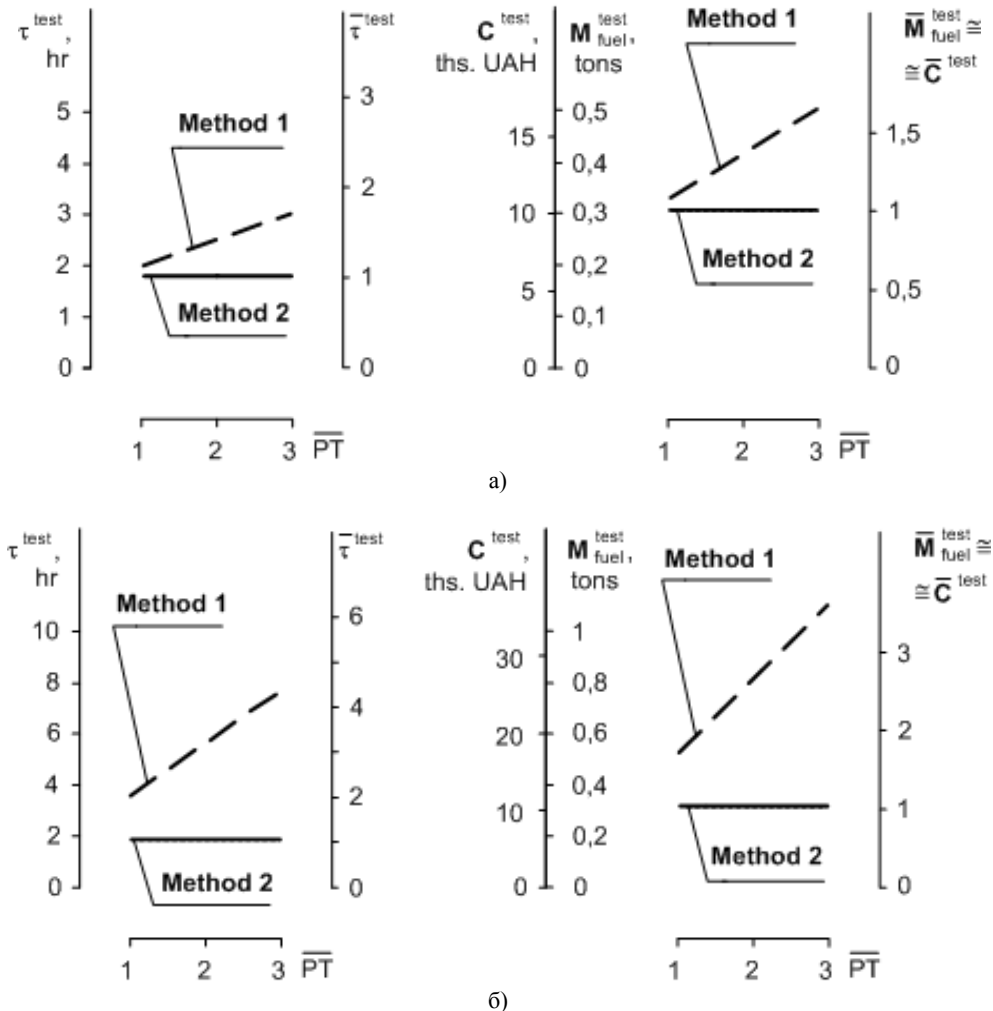


Fig. 3 – Results of the comparative analysis of the efficiency of methods 1 and 2 while testing the main locomotive 2TE116 using SF (a) and MF (b) PM selecting methods

53%, which is per a test 1,7 ... 3,0 hours, 120 ... 225 kg and 4,0 ... 7,5 thousand UAH. With the decrease of PM emission levels, the efficiency of the MAM increases: with PM increase for each unit, the values τ^{test} , $M_{\text{fuel}}^{\text{test}}$ and C^{test}

decrease further: at the SF method - by 0,3 ... 0,7 h, 45 ... 55 kg and 1,5 ... 1,8 thousand UAH; at the MF method – by 1,7 ... 3,0 years, 115 ... 235 kg and 3,8 ... 7,8 thousand UAH.

Conclusions

1. With the beginning of the normalization of the average specific emission of particulates (PM) with exhaust gases (EG) of diesel plants due to the lack of high speed of PM index measurement, the duration and cost of the procedure of ecological tests of diesel engines significantly increase: with the use of a

single-filter (SF) PM sampling method – in 1,2 ... 1,5 times, multiphase (MF) method – in 1,9 ... 2,5 times.

2. In accordance with the requirements of the international standard ISO 8178 a method of accelerated PM index measurement - MAM is proposed. It is characterized by the maximum

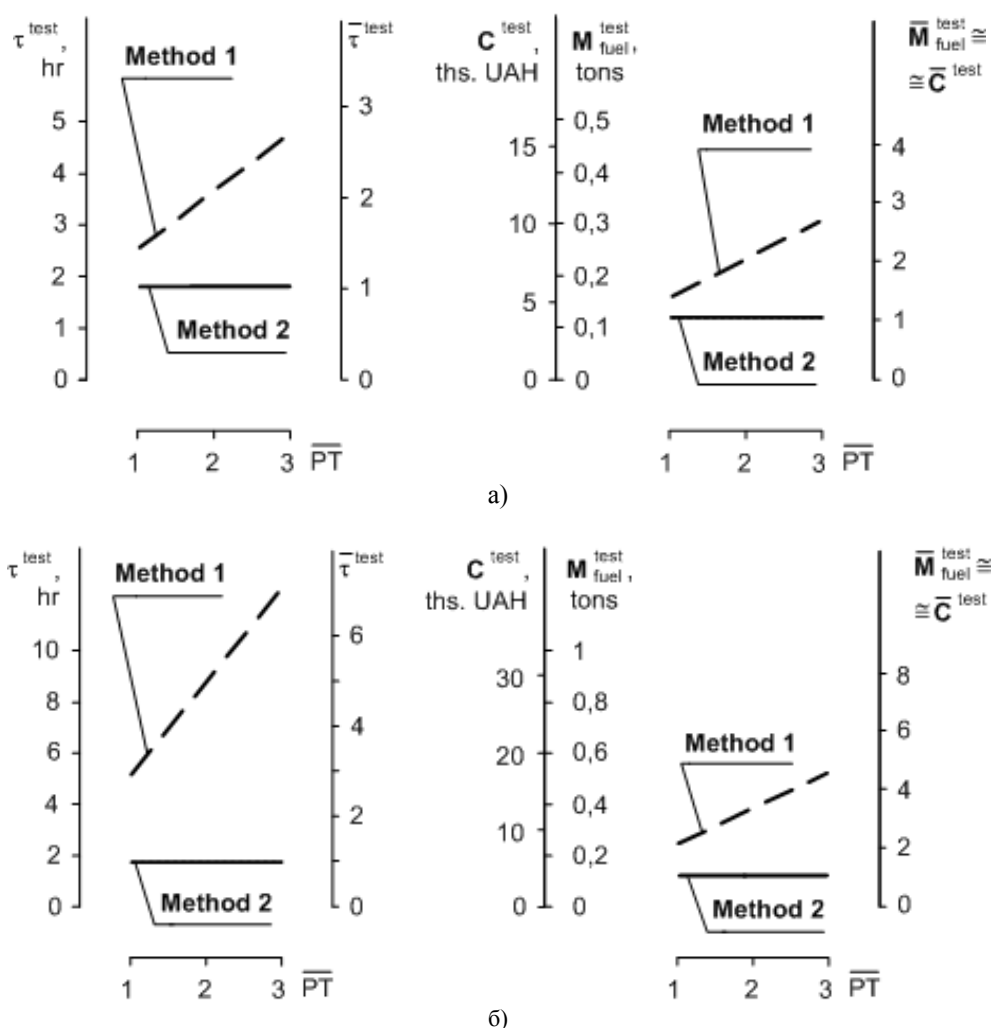


Fig. 4 – Results of the comparative analysis of the efficiency of methods 1 and 2 while testing the shunting diesel locomotive TEM-2 using SF (a) and MF (b) PM selecting methods

permissible rate of filtering of the PM sample – 100 cm / s and the minimum allowable hanging-on masses of PM collected on the filters – 0,25 mg and 0.14 mg by using SF and MF methods for PM selection, respectively. The use of MAM can significantly increase the speed of measuring PM index: at the SF method – in 3.1 ... 4.1 times, at the MF method - in 5.3 ... 7.1 times.

3. Compared with the most widespread methods of monitoring PM emissions, which are realized in mini-microtunnels of Perkins, AVL, Mitsubishi, MAM is characterized by higher speed and economic efficiency of use -

indicators that are of high importance in testing diesel engines of high power - locomotive diesel, ship and etc. The use of MAM can reduce the duration, fuel consumption and cost of testing locomotive diesel engines: at the SF method – by 9 ... 28%, which is per a test 0,2 ... 0,7 hours, 25 ... 45 kg and 0,8 ... 1,5 thousand UAH; at the MF method – by 43 ... 53%, which is per a test 1,7 ... 3,0 hours, 120 ... 225 kg and 4,0 ... 7,5 thousand UAH. With the reduction of the actual levels of PM emissions from the diesel EG, the effectiveness of the use of MAM increases.

Literature

1. 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.
2. ISO 8178-2: 2008. Reciprocating internal combustion engines – Exhaust emission measurement – Part 2: Test – Measurement of gaseous and particulate exhaust emissions at site, 2008. 19 p.
3. ISO 8178-4: 2017. Reciprocating internal combustion engines – Exhaust emission measurement – Part 4: Test cycles for different engine applications, 2017. 237 p.

4. Smart Sampler PC SPC 472. PC program for SPC 472 control. AVL, List GmbH Graz, 1993. 76 p.
5. 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.
6. Hirakouchi N., Fukano I., Shoji T. Measurement of Diesel Exhaust Emissions with MiniDilution Tunnel. *SAE Technical Paper Series*. 1989. № 890181. 11p.
7. Полив'ячук А.П. Повышение точности гравиметрического метода измерений удельного выброса твердых частиц с отработавшими газами дизеля. *Двигатели внутреннего сгорания*. 2010. №2. С. 110-113.
8. Полив'ячук А.П. Оценка неопределенности результатов измерений выбросов твердых частиц в ходе экологических испытаний дизелей. *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля*. 2012. №5 (176), Ч.2. С. 121-128.
9. Полив'ячук А. П., Харитоновна Т.С., Чумак О.О. Дослідження ефективності використання вимірювального комплексу з мікротунелем МКТ-2 при проведенні екологічного діагностування тепловозів. *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля*. 2007. № 8(114). С. 119-124.
10. Полив'ячук А.П., Львов С.О., Зубов С.В. Оцінка індивідуального внеску основних забруднюючих речовин у сумарну токсичність відпрацьованих газів тепловозів. *Международный информационный научно-технический журнал Локомотивинформ*. 2010. №5. С. 61-62.
11. Полив'ячук А.П. Математичне моделювання процесів тепловіддачі в системах екологічного діагностування тепловозів – тунелях. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2017. Випуск №16. С. 96-106.
12. Polivyanchuk A.P. The concept of creating universal systems for the environmental certification of transport diesels based on mini- and microtunnels. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2017. Випуск №17. С. 130-137.
13. Полив'ячук А.П., Каслін О.І., Смирний М.Ф., Строков О.П., Скурідіна О.О. Створення на базі мікротунелю універсальної системи динамічного контролю викидів дизельних твердих частинок. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2017. № 3-4 (28). С. 141-153.
14. Полив'ячук А., Каслін О., Смирний М., Строков О., Скурідіна О. Впровадження компенсаційного методу контролю проби в універсальних системах екологічного діагностування дизелів – мікротунелях. *Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. Серія "Екологія"*. 2017. №17. С. 80–88.
15. Полив'ячук А., Скурідіна Е., Каслін А. Повышение эффективности систем экологического диагностирования дизельных силовых установок – туннелей. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2016. №3–4(26). С. 132–140.

References

1. ISO 8178-1: 2017. (2017). Reciprocating internal combustion engines – Exhaust emission measurement – Part 1: Test – bed measurement of gaseous and particulate exhaust emissions, 150.
2. ISO 8178-2: 2008. (2008). Reciprocating internal combustion engines – Exhaust emission measurement – Part 2: Test – Measurement of gaseous and particulate exhaust emissions at site, 19.
3. ISO 8178-4: 2017. (2017). Reciprocating internal combustion engines – Exhaust emission measurement – Part4: Test cycles for different engine applications, 237.
4. Smart Sampler PC SPC 472. (1993). PC program for SPC 472 control. AVL, List GmbH Graz, 76.
5. 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].
6. Hirakouchi N., Fukano I., Shoji T. (1989). Measurement of Diesel Exhaust Emissions with MiniDilution Tunnel. *SAE Technical Paper Series*, 890181. 11. [in English].
7. Polivyanchuk, A. (2010). Povyshenie tochnosti gravimetricheskogo metoda izmerenij udelnogo vybrosa tverdyh chastic s otrabotavshimi gazami dizelya. [Improving the accuracy of the gravimetric method for measuring the specific emission of solid particles with exhaust gases of a diesel engine]. *Internal combustion engines*, 2, 110-113. [in Russian].
8. Polivyanchuk, A. (2012). Ocenka neopredelennosti rezultatov izmerenij vybrosov tverdyh chastic v hode ekologicheskikh ispytaniy dizelej. [Estimation of the uncertainty of the results of measurements of particulate emissions during the environmental tests of diesel engines]. *Visnyk of the East Ukrainian National University memory V. Dal*, 5(176), P.2. 121-128. [in Russian].
9. Polivyanchuk, A., Haritonova, T., Chumak, O. (2007). Doslidzhennya effektivnosti vikoristannya vimiryvalnogo kompleksu z mikrotunelem MKT-2 pri provedenni ekologichnogo diagnostuvannya teplovoziv. [Investigation of the effectiveness of using a measuring complex with microtunnel MKT-2 during the ecological diagnostics of diesel locomotives]. *Visnyk of the East Ukrainian National University memory V. Dal*, 8(114). 119-124. [in Ukrainian].

10. Polivyanchuk, A., Lvov, S., Zubov, S. (2010). Ocinka individualnogo vnesku osnovnih zabrudnyuyuchih rechovin u sumarnu toksichnist vidpracovanih gaziv teplovoziv. [Assessment of the individual contribution of the main pollutants to the total toxicity of the exhaust gases of diesel locomotives]. *International information scientific and technical journal Lokomotivinform*, 5, 61-62. [in Ukrainian].
11. Polivyanchuk, A. (2017). Matematichne modelyuvannya procesiv teploviddachi v sistemah ekologichnogo diagnostuvannya teplovoziv – tunelyah. [Mathematical modeling of heat transfer processes in ecological diagnostic systems of locomotives - tunnels]. *Visnyk of V. N. Karazin. Kharkiv National University of Series «Ecology»*, 16, 96-106. [in Ukrainian].
12. Polivyanchuk, A. (2017) The concept of creating universal systems for the environmental certification of transport diesels based on mini- and microtunnels. *Visnyk of V. N. Karazin. Kharkiv National University of Series «Ecology»*, 17, 130-137. [in English].
13. Polivyanchuk A., Kaslin O., Smirny M., Stokov O., Skuridina O. (2017). Stvorennia na bazi mikrotuneliu universalnoi systemy dynamichnoho kontroliu vykydiv dyzelnykh tverdykh chastynok. [Creation of the universal system of dynamic control of emissions of diesel solid particles on the basis if microtunnel]. *Man and the environment. Issues of neoecology*, 3- 4(28), 139-151. [in Ukrainian].
14. Polivyanchuk A., Kaslin O., Smirny M., Stokov O., Skuridina O. (2017). Vprovadzhennia kompensatsiinoho metodu kontroliu proby v universalnykh systemakh ekolohichnoho diahnostuvannya dyzeliv – mikrotuneliakh. [Introduction of the compensatory method of gas sample control in universal systems of ecological diagnostics of diesel engines – microtunnels]. *Visnyk of V. N. Karazin. Kharkiv National University of Series «Ecology»*, 17, 80-88. [in Ukrainian].
15. Polivyanchuk, A., Skurydyna, A. Kaslin, 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 neoecology*, 3-4(26), 132-140. [in Russian].

Надійшла до редколегії 25.05.2018

ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 556.3:553

О. С. ЛЮБЧИК

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
вул. Васильківська, 90, Київ, 02000, Україна
ksuha777ha777@gmail.com

ВПЛИВ РОЗМІРУ СТАВКИ РЕНТНОЇ ПЛАТИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАТУС ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ У КРАЇНАХ ЄС

Мета. Проаналізувати взаємозв'язок між екологічним статусом водних об'єктів та розміром ставки рентної плати за використання підземних вод. **Методи.** Використовувався комплекс загальнонаукових методів дослідження. Зокрема, порівняльний аналіз рівня податкових ставок за використання підземних вод у країнах-членах ЄС. **Результати.** Досліджено питання асигнування доходу держави від рентних платежів за використання підземних вод. Встановлено, що кошти рентних платежів від видобутку підземних вод зазвичай асигнуються на: загальне оподаткування (Данія, Нідерланди, Німеччина), управління водними ресурсами (Франція), фонд захисту та відновлення підземних вод (Бельгія, Німеччина), витрати у галузі водних ресурсів (провінції в Нідерландах, Австралія). Вивчено сучасний екологічний статус водних об'єктів країн ЄС. Визначено, що рентні платежі за використання підземних вод у країнах-членах ЄС значно відрізняються. Найменші спостерігаються на пострадянському просторі (Естонія, Угорщина, Латвія, Литва). Найбільший податок, серед досліджуваних країн, у Данії. 70-90% водних об'єктів в Данії мають хороший екологічний статус. **Висновки.** Доведено, що висока ставка податку на видобуток підземних вод не вирішує екологічні проблеми. Досвід європейських країн показує, що покращення екологічного стану водних об'єктів можливе завдяки бюджетним асигнуванням з видобутку підземних вод на управління та охорону водних ресурсів.

Ключові слова: екологія, водні об'єкти, підземні води, орендні платежі, бюджетні асигнування, видобуток підземних вод, ЄС, ВРД

Liubchik O. S.

Taras Shevchenko National University of Kyiv

THE INFLUENCE OF TAX RATES FOR THE GROUNDWATER EXTRACTION TO THE ECOLOGICAL STATUS OF WATER BODIES IN THE EU COUNTRIES

Purpose. To analyze the relationship between the ecological status of water bodies and the size of the tax rate for groundwater extraction. **Methods.** A complex of general scientific methods of research was used. In particular, a comparative analysis of the level of tax rates for the extraction of groundwater in the EU member states. **Results.** A comparative analysis of the level of tax rates for groundwater extraction in the EU member states has been made. The issue of allocating state income from rent payments for groundwater extraction has been investigated. It has been established that the cost of rent payments from groundwater extraction is usually attributed to: general taxation (Denmark, the Netherlands, Germany), water resources management (France), fund for the protection and restoration of groundwater (Belgium, Germany), expenditure on water resources (provinces in the Netherlands, Australia). The modern ecological status of water objects of EU countries has been studied. It has been established that rent payments for groundwater extraction in the EU member states vary considerably. The smallest are observed in the post-Soviet area (Estonia, Hungary, Latvia, Lithuania). The highest tax, among the countries under study, in Denmark. Denmark is leading the quality indicators of underground and surface waters. 70-90% of water bodies in Denmark have a good ecological status. **Conclusions.** It has been practically proved that the high tax rate for the extraction of groundwater does not solve environmental problems. The experience of European countries shows that the improvement of the ecological status of water objects is possible by budget allocations from the extraction of groundwater to the management and protection of water resources.

Keywords: ecology, water objects, groundwater, rent payments, budget allocations, groundwater extraction, EU, WFD

Любчик О. С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА РЕНТНОЙ ПЛАТЫ ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В СТРАНАХ ЕС

Цель. Проанализировать взаимосвязь между экологическим статусом водных объектов и размером ставки налога на добычу подземных вод. **Методы.** Использовался комплекс общенаучных методов исследования. В частности, сравнительный анализ уровня налоговых ставок для добычи подземных вод в странах-членах ЕС. **Результаты.** Исследован вопрос ассигнования дохода государства от рентных платежей за добычу подземных вод. Установлено, что средства рентных платежей от добычи подземных вод обычно ассигнуются на: общее налогообложение (Дания, Нидерланды, Германия), управление водными ресурсами (Франция), фонд защиты и восстановления подземных вод (Бельгия, Германия), расходы в области водных ресурсов (провинции в Нидерландах, Австралия). Изучено современное экологическое статус водных объектов стран ЕС. Определено, что рентные платежи за добычу подземных вод в странах-членах ЕС значительно отличаются. Наименьшие наблюдаются на постсоветском пространстве (Эстония, Венгрия, Латвия, Литва). Самый большой налог, среди исследуемых стран, в Дании. 70-90% водных объектов в Дании имеют хороший экологический статус. **Выводы.** Доказано, что высокая ставка налога на добычу подземных вод не решает экологические проблемы. Опыт европейских стран показывает, что улучшение экологического состояния водных объектов возможно благодаря бюджетным ассигнованиям по добыче подземных вод на управление и охрану водных ресурсов.

Ключевые слова: экология, водные объекты, подземные воды, арендные платежи, бюджетные ассигнования, добыча подземных вод, ЕС, ВРД

Вступ

В соціалістичних умовах господарювання грошова оцінка природних ресурсів довгий час заперечувалась. На практиці це призвело до нерационального видобутку природних, в тому числі водних ресурсів і значного їх забруднення [1]. В результаті виникнення проблем – зростаючої нестачі води і забруднення навколишнього середовища, країнами часто ухвалювалося єдине водне законодавство, щоб покласти на державу право управління водними ресурсами. Декларація про підземні води як «суспільне

благо» перетворює колишнього власника на користувача, який повинен звертатися до відповідної адміністрації за правом використання та добування підземної води [2]. Мета - вивчити нормативно-правову базу управління видобутком та використанням підземних вод та формування рентних платежів; дослідити сучасний екологічний статус водних об'єктів країн ЄС; проаналізувати залежність між екологічним статусом водних об'єктів та розміром податкової ставки за збір підземних вод.

Об'єкти та методи досліджень

Об'єкт дослідження: податкові ставки за збір підземних вод та екологічний статус водних об'єктів в країнах-членах ЄС. Для вирішення поставлених завдань використовувався комплекс загальнонаукових та спеціальних методів дослідження. Автором зведено таблиці податкових ставок за збір підземних вод в країнах-членах ЄС та асигнування коштів доходу власника надр

(держави) від видобутку підземних вод. Для цього використано методи пошуку та синтезу інформації з нормативно-правової документації. Після чого методом порівняльного аналізу було встановлено залежність впливу податкової ставки за видобуток підземних вод на екологічний статус водних об'єктів.

Результати досліджень

В Україні видобуток підземних вод на господарську діяльність здійснюється через систему спеціальних дозволів та рентних платежів. В зарубіжних країнах доходи від експлуатації природних ресурсів, як правило, теж вилучаються через систему рентних платежів.

З метою перешкоджання неправомірного та надмірного видобутку підземних вод, держави запроваджують різні методи регулювання цього процесу. На початковому етапі регулювання видобутку підземних вод мало вигляд окремих норм, правил, які стосувалися конкретних видів використання води. Згодом норми та правила інтегру-

валися у водне законодавство, яке в кожній країні має свою назву та форму.

Комплексне водне законодавство дає значні переваги, оскільки воно забезпечує правову основу для ефективного та сталого управління підземними водами через [2]:

1) керівні принципи і обмеження, межі здійснення повноважень державними органами;

2) забезпечення для кількісного визначення, планування, розподілу та збереження ресурсів підземних вод;

3) запровадження та управління системою ліцензій на використання підземних вод, що сприяє охороні підземних вод від забруднення;

4) визначення прав і обов'язків користувачів підземних вод;

5) захист прав користування, прав третіх осіб і захист навколишнього середовища.

До недавнього часу підземні води знаходилися в приватному володінні в багатьох країнах, в тому числі в країнах, де діє європейське цивільне право, таких як Франція, Італія. Однак з часом були проведені серйозні реформи, і тепер підземні води належать уряду, або уряд має право на пріоритетне використання.

Підземні води все ще знаходяться під пильною увагою міжнародних організацій. Ряд доповідей про правовий режим підземних вод був опублікований дослідниками Продовольчої і сільськогосподарської організації, ЮНЕСКО, Об'єднаної національної екологічної програми, Всесвітньою організацією охорони здоров'я та ін. Проблеми постачання і доступу до питних водних ресурсів стають предметом дискусій в міжнародному співтоваристві [3].

У питанні управління водними ресурсами, для країн Європейського Союзу важливе значення мають директиви, найважливіші з яких:

- Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС (EU Water Framework Directive 2000/60/ЄС) [4];

- Директива підземних вод 2006/118/ЄС (Groundwater Directive 2006/118/ЄС) [5].

В зарубіжних країнах доходи від експлуатації природних ресурсів, як правило, вилучаються через систему платежів, орієнтованих на вилучення ренти у користувача природних ресурсів. Необхідність виконання функцій вилучення природної ренти вимагає створення спеціального податкового

режиму для видобувних галузей. На думку А. А. Мінца, в більшості країн використовується кілька механізмів вилучення природної ренти, так як використання тільки одного виду податку або платежу не забезпечує оптимального вилучення надприбутки [24]. У державах, багатих природними ресурсами, практикуються такі податки, як роялті, податок суверена, спеціальні податки надприбуток видобувних компаній, диференційовані рентні платежі, земельний податок і т.д. Крім того, доходи від експлуатації природних ресурсів можуть перерозподілятися на основі договорів про розподіл продукції та іншими способами. Обов'язкові платежі, що стягуються державою за користування надрами, найчастіше бувають у формі прямих або непрямих податків, або особливих цільових платежів. Професор Б. Д. Ключкін, класифікуючи систему платежів в зарубіжних країнах за основними критеріями, виділяє три їх основні види [6]:

а) податок на власність (власника), зазвичай подану у вигляді родовища корисних копалин і гірське майно у вартісному вираженні, що визначається в цінах, встановлених відповідно до законодавства або ринковими цінами (ad valorem tax);

б) податок на одиницю видобутої корисної копалини (production tax);

в) прибутковий податок (income tax), який сплачується в тих випадках, коли надкористувач отримує прибуток і впливає на вартість видобутого корисної копалини.

Проте, у багатьох країнах-членах ЄС, податки на видобуток підземних вод відображаються у вигляді адміністративних платежів. У Франції та Іспанії протягом декількох десятиліть застосовувались податки на видобуток підземних вод та адміністративні платежі на фінансування басейнового управління річок. Більш чисті податки з фіскальною функцією на регіональному рівні має Німеччина, а на національному рівні Данія (1993) та Нідерланди (1995). У Нідерландах Закон про податок на видобуток підземних вод був прийнятий у 1995му році. Даний закон поширюється на видобуток підземних вод суб'єктами господарювання [7].

Окрім тарифів на послуги з водопостачання, багато країн застосовують спеціальні збори або податки на збір води для управління питаннями кількості води. Спеціальні збори та податки існують у ряді країн Організації економічної співпраці та розвитку (надалі – ОЕСР) [8].

Податки та інші платежі за збір води у більшості випадків диференціюються залежно від джерела води (підземні чи поверхні води), типу користувача, глибини підземних вод, адміністративного положення об'єкта. Наприклад, у країнах Прибалтії, Бельгії застосовують різні ставки, залежно від водоносного горизонту та існуючого тиску в підземних водах [9].

Частіше всього аграрний сектор має занижені ставки або пільги (Франція, Нідерланди). Ставки в більшості випадків є вищими, коли користувач сплачує за кубіч-

ний метр води (наприклад, Німеччина, Естонія, Нідерланди, Болгарія). Іншою структурою є, наприклад, фіксована плата за гектар з необмеженим використанням вод для сільськогосподарської діяльності (басейн річки Сейн-Нормандія, Франція) або номінальні ліцензійні збори, пов'язані з режимом дозволів на збір (Велика Британія) [10].

Автором було зведено таблицю податкових ставок за збір підземних вод в країнах-членах ЄС з даними про загальні річні надходження у кількісному вираженні (табл.1.)

Таблиця 1

Податкові ставки за збір підземних вод в країнах-членах ЄС

№	Країна (рік даних)	Унітарна ставка	Загальні річні надходження	Нормативний документ
1	Данія (2001)	0,84 €/м ³	€209 млн. (2000)	Датський закон про водопостачання (The Danish Water Supply Act) [7]
2	Нідерланди (2010)	0,1883 €/м ³ 0,081 – 2,54 €/м ³ (провінції)	€ 198 млн. (2006)	Голландський Закон про екологічні податки (The Dutch Environmental Taxes Act) [7]
3	Бельгія (2010)	0,08 \$/м ³	\$ 25,7 млн. (2007)	Закон про Воду (Waterwet) [11]
4	Словаччина (2004)	0,03 €/м ³	даних немає	Указ про видобуток вод в Словаччині (Decree Water Abstraction resources of Slovakia) [12]
5	Польща (2017)	0,027 €/м ³	даних немає	Закон про воду (Prawo wodne) [13] Закон про охорону навколишнього середовища (Prawo ochrony środowiska) [14]
6	Франція (2004)	0,024 €/м ³	€ 64,8 млн. (2008)	Закон про воду та водне середовище (La loi sur l'eau et les milieux aquatiques) [15]
7	Німеччина (11 з 16 округів) (2010)	Діапазон від 0,015 €/м ³ (Саксонія) до 0,31 €/м ³ (Берлін)	€ 376,1 млн. з усіх 11 округів разом (2008)	Федеральний закон о водных ресурсах (Wasserhaushaltsgesetz) [160]; Постановление о подземных водах (Grundwasserverordnung)
8	Литва (2006)	0,014 €/м ³ 1,2 €/м ³ (за видобуток мінеральних вод)	€ 3 млн	Закон про державний податок на природні ресурси (the Law on the State Natural Resource Tax) [8]
9	Латвія (2006)	0,01 €/м ³ 0,29 €/м ³ (за видобуток мінеральних вод)	даних немає	Закон про природні ресурси (the Law on Natural Resources) [8]
10	Угорщина (2004)	0,007 – 0,02 €/м ³ (залежно від напрямку використання)	даних немає	Закон про водне господарство (Act on Water Management) [17]
11	Естонія (2005)	0,0045 – 0,042 €/м ³ (залежно від водного горизонту)	даних немає	Закон про воду (the Water Law) [8]
12	Україна (2018)	0,021 - 0,04 €/м ³	даних немає	Податковий кодекс України [18]

Бюджетне асигнування визначається як спрямування коштів за певним призначенням. Кошти рентних платежів від видобутку підземних вод зазвичай асигнуються на (табл.2):

- загальне оподаткування;
- управління водними ресурсами;
- фонд захисту та відновлення підземних вод;
- витрати у галузі водних ресурсів.

У 2016-му році Європейська агенція довкілля (надалі – ЄАД) опублікувала статтю щодо якості підземних та поверхневих

вод [19]. У дослідженні аналізуються результати виконання плану досягнення доброго стану басейнів річок до 2015 року, згідно засад Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС (надалі – ВРД). У підсумках зазначено, що загалом більше половини водних об'єктів в Європі мають менше, ніж хороший екологічний статус або потенціал (рис.).

За результатом досліджень ЄАД у 2009 році 43% водних об'єктів були в хорошому або високому екологічному стані, а в 2015 році – 53%.

Таблиця 2

Асигнування коштів доходу власника надр (держави) від видобутку підземних вод

Країна	Джерело води	Платники	Асигнування коштів
Австралія (Територія Австралійської Столиці)	Всі джерела води	Всі користувачі	Повне відшкодування витрат (водопостачання, значення дефіциту, екологічні витрати)
Бельгія	Підземні води	Всі користувачі; За винятком питної води (вища плата)	Фонд захисту основних вод
Данія	Всі джерела води	Тільки для домашніх користувачів	Загальне оподаткування
Франція	Поверхневі води (базова ставка)	Всі користувачі	Управління водними ресурсами в басейні річки (водопровід, захист води, дослідження, управління), проекти міжнародного співробітництва
	Підземні води (базова ставка)		
Німеччина (11 з 16 федеральних держав)	Всі джерела води	Всі користувачі, за винятком промислу і низькі суми (менше 2000 - 10000 м ³), залежать від федеральної держави	Залежить від федерального штату: переважно до загального оподаткування, а також на збереження природи, захист ґрунтових та поверхневих вод, лісовідновлення, захист ґрунту та дезактивація
Нідерланди	Підземні води	Всі користувачі; Фермери тільки якщо більше 40000 м ³ / а	Загальне оподаткування
Нідерланди (провінції)	Підземні води	Всі користувачі	Витрати у галузі водних ресурсів, вивчення антигідратації

Як бачимо з таблиці 1, податкові ставки за збір підземних вод в країнах-членах ЄС дуже різняться за своїм значенням.

Найменші ставки спостерігаються в країнах пострадянського простору (Естонія, Угорщина, Латвія, Литва), що є результатом заперечування грошової оцінки природних ресурсів у історичному радянському соціалістичному минулому. У Прибалтійських країнах річкових басейном з добрим статусом 50%-70%, а в Естонії навіть 70-90%, що є високим значенням.

У Німеччині виплати за видобуток підземних вод були введені з кінця 1980-х років і зараз діють у 11 з 16 федеральних держав. Хоча їх початкова мета полягала в основному в зменшенні видобутку, реалізація Водної рамкової директиви також прийнята як обґрунтування зборів [8]. Ці гроші збираються регіональними адміністраціями і зазвичай надходять у державні бюджети. Доходи використовуються для захисту підземних вод, сприяння економічному використанню води та для підтримки виконання Водної рамкової директиви [8]. Незважаючи на це, результати досліджень ЄАД показу-

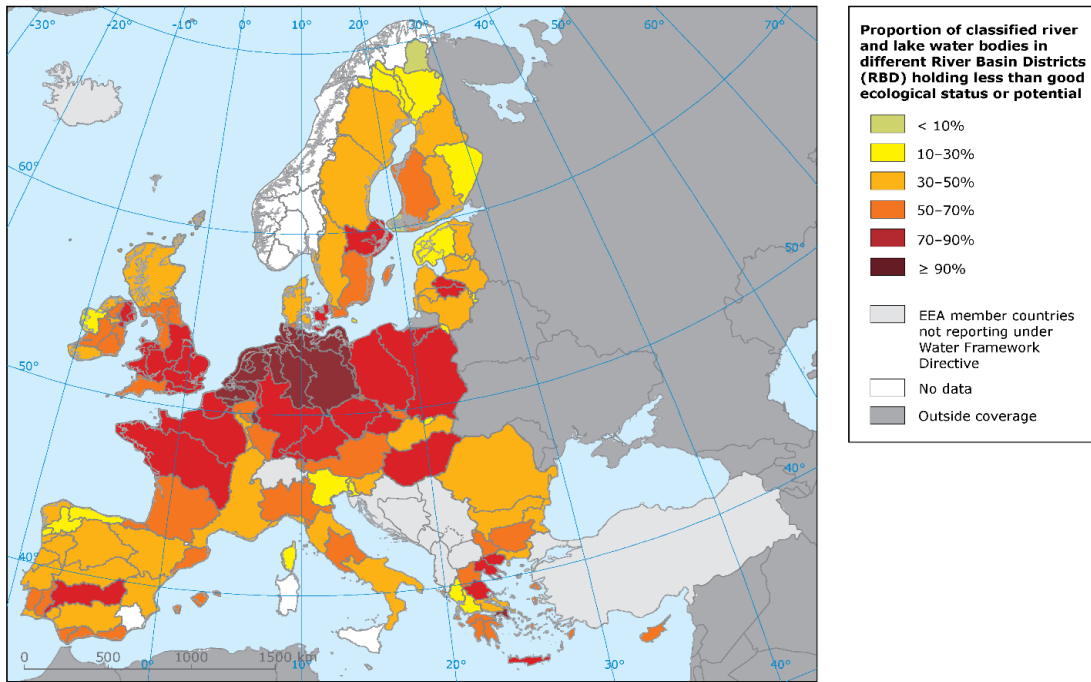


Рис. – Відсоток басейнів річок, що мають екологічний статус чи потенціал менше, ніж добрий [19]

ють, що 70-90% (а північні федерації більше 90%) водних об'єктів мають показник стану чи потенціалу менше доброго.

У Франції застосування податку на видобуток вод розпочато згідно із Законом про воду 1964-го року в масштабах 6 водних агентств річкового басейну з метою збору доходів для інвестиційних програм водних агенцій [20]. Асигнування коштів здійснюється на управління водними ресурсами в басейні річки та проекти міжнародного співробітництва. Від 30% до 70% водних об'єктів (залежно від регіону) мають статус менше, ніж добрий.

Досить високий показник – 50-70% водних об'єктів з добрим статусом має Словаччина. А от сусіда Угорщини такий

показник лише 10-30%. Варто відмітити, що словацький податок у 10 разів більший за угорський.

Найвищий податок на видобуток підземних вод серед досліджуваних країн у Данії, був введений в 1993 [7]. Кошти від податку асигнуються до загального оподаткування. Варто відмітити, що Данія має один з найвищих показників по якості водних об'єктів – 70-90% яких має добрий статус.

Достатньо молодим є Закон про податки на підземні води в Нідерландах (набрав чинності 1995 р.). Можливо саме це є однією з головних причин того, що більш ніж 90% водних об'єктів мають статус менш ніж добрий.

Висновки

Дослідження показали, що залежність між екологічним статусом водних об'єктів та розміром податкової ставки за збір підземних вод не простежується. Найкращий екологічний стан мають водні об'єкти країн Прибалтики (зокрема Естонії), Данії та Словаччини. При цьому датський податок є найвищим, а Естонський найнижчим. Як правило, країни зі складною екологічною ситуацією дохід від рентних платежів спрямовують на витрати у напрямі управління та захисту водних ресурсів (Німеччина, Бельгія, Нідерланди), що допомогло

покращити екологічний статус за 5 років на 10%.

Результати дослідження необхідно використати для вирішення питань поліпшення екологічного статусу водних об'єктів. Практично доведено, що висока податкова ставка за видобуток підземних вод не вирішує екологічні проблеми. Досвід європейських країн показує, що покращення екологічного статусу водних об'єктів можливе за рахунок асигнування доходу держави від видобутку підземних вод в управління та захист водних ресурсів.

Література

1. Козлова Н. В., Методологические аспекты экономической оценки воды как природного ресурса.// Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. Т. 311. 2007. №3. С. 111–115
2. Савчук О. Загальна характеристика регулювання використання та видобування підземних вод землевласниками та землекористувачами на базі законодавств різних держав. Європейський інформаційно-дослідницький центр. 2016. URL: //http://euinfocenter.rada.gov.ua/uploads/documents/28915.pdf
3. Любчик О. С. Адаптація українського законодавства до європейського в напрямі здійснення моніторингу підземних вод. Проблеми теоретичної і прикладної мінералогії, геології, металогенії гірничодобувних територій. /Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, Кривий Ріг: Видавничий центр Криворізького національного університету, 2016. С. 120–125.
4. Water Framework Directive 2000/60/EC. European Communities, Official Journal of the European Communitie. Luxembourg, 2000. – 72 (1-21)
5. Groundwater Directive (2006/118/EC). Access to European Union law EUR-Lex. 2006. URL: // http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02006L0118-20140711
6. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природопользования. Аспект Пресс. М.: 1998. с.280.
7. Water Abstraction Taxes/Charges. ECOTEC in association with CESAM, CLM, University of Gothenburg, UCD and IEEP (CR) URL: //http://ec.europa.eu/environment/enveco/taxation/pdf
8. Mattheiss V. Economic instruments for mobilising financial resources for supporting IWRM. V. Mattheiss, F. Goral, P. Volz, ACTeon. 2010. URL: // https://www.oecd.org/env/resources/46228724
9. Pricing Water Resources and Water and Sanitation Services. OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), Paris, France, 2010.
10. Market based instruments for environmental policy in Europe. EEA (European Environmental Agency), Technical report Copenhagen, Denmark, 2005. 158 p.
11. Waterwet. De wegwijzer naar informatie en diensten van alle overheden "Overheid". 2009. URL: //http://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2013-01-01.
12. Report on Water Management in the Slovak Republic. Water Research Institute Bratislava. – 2006. URL: //http://www.vuvh.sk/download/dok/ms06_en.pdf.
13. Prawo wodne. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Baza Internetowy System Aktów Prawnych. 2017. URL: // http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20011151229
14. Prawo ochrony środowiska. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Baza Internetowy System Aktów Prawnych. 2017. URL: // http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20010620627
15. Закон № 2006-1772 от 30 декабря 2006 года о водной и водной среде. Французьке законодавство.
16. Федеральний закон водних ресурсів Німеччини. Служба Федерального міністерства юстиції та захисту прав споживачів. 2009. URL: //http://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/WHG.pdf
17. Руководства ґрунтові води в Угорщині. Міністерство навколишнього середовища та води. 2006. URL: //http://www.kvvm.hu/szakmai/karmentes/kiadvanyok/fav2/fav2_eng.pdf.
18. Податковий кодекс України. Законодавство України. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2755-17
19. Freshwater quality. European Environmental Agency. 2016. URL: // https://www.eea.europa.eu/soer-2015/europe/freshwater
20. Strosser P. And Speck S., Environmental taxes and charges in the water sector, a review of European experiences. Final report of a study for the Water Agency of Catalonia, Spain, 2004. – 2006. URL: //https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000649171

References

1. Kozlova, N. V. (2007). Methodological aspects of the economic assessment of water as a natural resource. Proceedings of Tomsk Polytechnic University. Engineering of geo-resources. 111–115 p.[in Ukraine]
2. Savchuk, O., (2016). General characteristics of the regulation of the use and extraction of groundwater by landowners and land users on the basis of the laws of different states. European Information and Research Center. Available at: http://euinfocenter.rada.gov.ua/uploads/documents/28915.pdf
3. Liubchik, O. S. (2016). Adaptation of the Ukrainian legislation to the European in the direction of conducting monitoring of groundwater. Problems of theoretical and applied mineralogy, geology, methodology of mining-extractive territories. Materials of the International Scientific and Practical Conference, Kryvyi Rih: Publishing Center of Krivoy Rog National University. 120-125.[in Ukraine]
4. Water Framework Directive 2000/60/EC (2000). European Communities, Official Journal of the European Communitie, Luxembourg, – 72 (1-21)[in English]
5. Groundwater Directive 2006/118/EC (2008). Access to European Union law EUR-Lex. Available at: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02006L0118-20140711 [in English]

6. Golub, A. A., Strukova, E. B. (1998). Economics of nature management. Moscow, – 280 p.[in Russia]
7. Water Abstraction Taxes/Charges. ECOTEC in association with CESAM, CLM, University of Gothenburg, UCD and IEEP (CR) Available at: http://ec.europa.eu/environment/enveco/taxation/pdf/ch6water_abstraction.pdf [in English]
8. Mattheiss, V., Goral, F., Volz, P. (2010). Economic instruments for mobilising financial resources for supporting IWRM , ACTeon. Available at: <https://www.oecd.org/env/resources/46228724.pdf>.
9. Pricing Water Resources and Water and Sanitation Services (2010). OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), Paris, France[in France]
10. Market based instruments for environmental policy in Europe (2005). European Environmental Agency, Technical report Copenhagen, Denmark, 2005. – 158 p. [in English]
11. Waterwet (2009) De wegwijzer naar informatie en diensten van alle overheden "Overheid". Available at: <http://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2013-01-01>.
12. Report on Water Management in the Slovak Republic (2006). Water Research Institute Bratislava. Available at: http://www.vuvh.sk/download/dok/ms06_en.pdf [in English]
13. Prawo wodne. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. (2017). Baza Internetowy System Aktów Prawnych. Available at: <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20011151229> [in Polish]
14. Prawo ochrony środowiska. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. (2017). Baza Internetowy System Aktów Prawnych. Available at: <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20010620627> [in Polish]
15. Zakon № 2006-1772(2006). French law Available at: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000649171> [in Russian]
16. Federal Water Law of Germany, (2009). Service of the Federal Ministry of Justice and Consumer Protection. Available at: http://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/WHG.pdf [in Ukraine]
17. Guidelines for groundwater in Hungary, (2006). Ministry of Environment and Water. Available at: http://www.kvvm.hu/szakmai/karmentes/kiadvanyok/fav2/fav2_eng.pdf [in English]
18. The Tax Code of Ukraine. (2017). Legislation of Ukraine. The official website of the Verkhovna Rada of Ukraine. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2755-17> [in Ukrainian].
19. Freshwater quality (2016). European Environmental Agency. Available at: <https://www.eea.europa.eu/soer-2015/europe/freshwater> [in English]
20. Strosser, P., Speck, S., (2004). Environmental taxes and charges in the water sector, a review of European experiences. Final report of a study for the Water Agency of Catalonia, Spain. [in English]

Надійшла до редколегії 12.05.2018

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 ДСТУ 8302:2015, повинна містити також джерела, що опубліковані не більше 5 років тому: розмір 10, міжрядковий інтервал 1,0. Кількість посилань має бути не менше 15. *References* Оформляти згідно міжнародного стандарту APA.

Адреса редакції:

екологічний факультет, 4 поверх, к. 483а,

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/>

Web-page: <http://periodicals.karazin.ua/ecology> (OJS)

Наукове видання

**ВІСНИК ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені В. Н. КАРАЗІНА**

**СЕРІЯ «ЕКОЛОГІЯ»
Вип. 18**

Збірник наукових праць

Українською, російською та англійською мовами

Макетування та комп'ютерне верстання
Баскакова Л. В.

Підписано до друку 27.06.2018 Формат 60 x 84 ¹/₈ . Папір офсетний.
Друк ризографічний

Ум. друк. арк. 14,3. Обл.-вид. арк. 14,9
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