

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 25

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

Issue 25

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

Выпуск 25

Харків
2021

У віснику надаються результати теоретичних та прикладних досліджень у галузі екології, географії, біології, екологічної безпеки, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування. Пріоритет надано розв'язанню актуальних екологічних проблем та найкращим практикам міжнародного досвіду їх вирішення, екологічному менеджменту, медико-екологічним дослідженням, інноваційним дослідженням в галузі біотехнології, біохімії, генетики, екології людини, фізіології рослин і тварин, конструктивної географії, екології та збалансованого природокористування. Викладаються питання організації та методологічних досліджень національної вищої екологічної, біологічної, географічної та природоохоронної освіти.

Для науковців і фахівців-екологів, біологів, географів, 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 та біологічних наук (категорія Б)
Наказ МОН України від 17.03.2020 № 409

Затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (протокол № 11 від 25.10. 2021 р.)

Головний редактор:

Крайнюков О. М., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Заступник головного редактора:

Тітенко Г. В., канд. геогр. наук, доц., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Відповідальний секретар:

Уткіна К. Б., канд. геогр. наук, доц., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Технічний секретар: **Баскакова Л. В.**, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна.

Редакційна колегія:

Адаменко М. І. д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Бедункова О. О., д-р біол. наук, проф., Національний університет водного господарства та природокористування;

Бойко С., д-р філософії, Вармінсько-Мазурський університет, Польща;

Гавардашвілі Г., д-р техн. наук, проф., Інститут водного господарства імені Ц. Мірцхулави, Грузія;

Гриценко А. В., д-р геогр. наук, проф., НДУ «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»;

Доніка А., д-р філософії, Інститут екології та географії, Молдова;

Едріппуліге С., д-р географії, Університет Квінсленду, Австралія;

Жолткевич Г. М., д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Кіосополос Дж., д-р філософії, проф., Афінівський університет прикладних наук, м. Афіни, Греція;

Крайнюкова А. М., д-р біол. наук, проф., НДУ «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»;

Кривцов В., д-р філософії, Единбургський університет, Великобританія;

Кульбачко Ю. Л., д-р біол. наук, проф., Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара;

Кучер А. В., канд. пед. наук, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;

Максименко Н. В., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;

Млинарчик К., д-р, проф., Вармінсько-Мазурський університет, Польща;

Нахтнебель Х.-П., д-р, проф., Університету природних ресурсів та прикладних наук у Відні – ВОКУ, Австрія;

Некос А. Н., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Сафранов Т. А., д-р геол.-мин. наук, проф., Одеський державний екологічний університет;

Страшнюк В. Ю., д-р біол. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Утєвська О. М., д-р біол. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Утєвський С. Ю., д-р біол. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Цапко Ю. Л., д-р біол. наук., с.н.с., ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського НААН»;

Чаплигіна А. Б., д-р біол. наук, проф., Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди;

Шабанов Д. А., д-р біол. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Шкарубо А., д-р філософії, Естонський університет наук про життя, Естонія.

Адреса редакційної колегії: 61022, Харків, майдан Свободи, 6, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, навчально-науковий інститут екології, кімн. 473а

тел. (057)707-53-86, 705-09-66, 707-56-36, e-mail : visnykecology@karazin.ua

Web-pages: <http://periodicals.karazin.ua/ecology> (OJS) <http://visnecology.univer.kharkov.ua/>

Статті пройшли подвійне «сліпе» рецензування.

Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за підбір, точність наведених фактів, власних імен тощо.

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

© Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, оформлення, 2021

The journal provides the results of theoretical and applied research in the fields of ecology, geography, biology, environmental safety, environmental protection and sustainable use of nature. Priority is given to finding new ways for solution of existing environmental problems and identification of the best international practices, as well as issues of environmental management, medical-environmental researches, innovative research in biotechnology, biochemistry, genetics, human ecology, plant and animal physiology, constructive geography, ecology and sustainable environmental management. The issues of development and methodological researches in national higher education in geographic, biological and environmental sciences are presented.

For scientists and specialists-ecologists, biologists, geographers, as well as for teachers, graduate students, masters and students of higher educational establishments of Ukraine and other countries without any restrictions

Journal is a professional edition in the field of geographical and biological sciences.
Order of MES of Ukraine Nr 409 of March 17, 2020

Approved for printing by the decision of the Academic Council of V.N. Karazin Kharkiv National University
(Minutes Nr 11, dated October 25, 2021)

Editor-in-chief: **Krainiukov O. M.**, DSc (Geography), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Deputy Editor: **Titenko, G. V.**, PhD (Geography), Assoc. Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Executive Secretary: **Utkina K. B.**, PhD (Geography), Assoc. Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Technical Secretary: **Baskakova L. V.**, V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine.

THE EDITORIAL BOARD

Adamenko M. I., DSc (Technical), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Biedunkova O. O., DSc (Biology), Prof., National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine;
Boyko S., PhD, Forest Culture Center in Goluchow, Poland;
Gavardashvili G., DSc (Technical Sciences), Prof., Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, Georgia;
Grytsenko A. V., DSc (Geography), Prof., Scientific and Research Institution "Ukrainian Scientific and Research Institute of Ecological Problems", Ukraine;
Donica A., DSc (Geography), Institute of Ecology and Geography, Moldova;
Edirippulige S., DSc (Geography), University of Queensland, Australia;
Zholtkevych G. M., DSc (Technical Sciences), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Kiousopoulos J., PhD, Prof., University of West Attica, Greece;
Krainiukova A. M., DSc (Biology), Prof., Scientific and Research Institution "Ukrainian Scientific and Research Institute of Environmental Problems", Ukraine;
Krivtsov V., PhD, University of Edinburgh, United Kingdom;
Kulbachko Y. L., DSc (Biology), Prof., Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine;
Kucher A. V., PhD (Pedagogy), V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Maksymenko N. V., DSc (Geography), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Mlynarchik K., DSc, Prof., University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland;
Nachtnebel H.-P., DSc (Technical Sciences), Prof., University of Natural Resources and Life Sciences, Austria;
Nekos A. N., DSc (Geography), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Safranov T. A., DSc (Geology and Mineralogy), Prof., Odessa State Environmental University, Ukraine;
Strashnyuk V. Y., DSc (Biology), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Utevska O. M., DSc (Biology), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Utevsky S. Yu., DSc (Biology), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Tsapko Y. L., DSc (Biology), Prof., National Scientific Center "Institute for soil science and agrochemistry research named after A.N. Sokolovsky", Ukraine;
Chaplygina A. B., DSc (Biology), Prof., H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Ukraine;
Shabanov D. A., DSc (Biology), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Shkarubo A., PhD, Estonian University of Life Sciences, Estonia.

Editorial Board Address: 6 Svobody Sq., 61022, Kharkiv, V.N. Karazin Kharkiv National University,
The Karazin Institute of Environmental Sciences, office 473a
tel. (057) 707-53-86, 705-09-66, 707-56-36, e-mail: visnykecology@karazin.ua
Web-pages: <http://periodicals.karazin.ua/ecology> (OJS) <http://visnecology.univer.kharkov.ua/>

Double-blind peer review was conducted.

The authors of the published materials are solely responsible for the selection, accuracy of the facts, proper names, etc.
The state registration certificate: KB Nr 21557-11457P dated August 21, 2015

© V.N. Karazin Kharkiv National University,
design, 2021

В вестнике предоставляются результаты теоретических и прикладных исследований в области экологии, географии, биологии, экологической безопасности, охраны окружающей среды и сбалансированного природопользования. Приоритет отдан решению актуальных экологических проблем и лучшим практикам международного опыта их решения, экологическому менеджменту, медико-экологическим исследованиям, инновационным исследованиям в области биотехнологии, биохимии, генетики, экологии человека, физиологии растений и животных, конструктивной географии, экологии и сбалансированного природопользования. Излагаются вопросы организации и методологических исследований национального высшего экологического, биологического, географического и природоохранного образования.

Для ученых и специалистов-экологов, биологов, географов, а также преподавателей, аспирантов, магистров и студентов высших учебных заведений Украины и других стран без каких-либо ограничений

Вестник является специализированным изданием в области географических и биологических наук (кат. Б)
Приказ МОН Украины от 17.03.2020 № 409

Утверждено к печати решением Ученого совета Харьковского национального университета
имени В.Н. Каразина (протокол № 11 от 25.10.2021 г.)

Главный редактор:

Крайнюков А. Н., д-р геогр. наук, проф., Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина;

Заместитель главного редактора:

Титенко А. В., канд. геогр. наук, доц., Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина;

Ответственный секретарь:

Уткина К. Б., канд. геогр. наук, доц., Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина;

Технический секретарь: **Баскакова Л. В.**, Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина.

Редакционная коллегия:

Адаменко Н. И., д-р техн. наук, проф., Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина;

Бедункова О. А., д-р биол. наук, проф., Национальный университет водного хозяйства и природопользования;

Бойко С., д-р философии, Варминско-Мазурский университет, Польша;

Гавардашвили Г., д-р техн. наук, проф., Институт водного хозяйства имени Ц. Мирцхулава Технического университета Грузии, Грузия;

Гриценко А. В., д-р геогр. наук, проф., НДУ «Украинский НИИ экологических проблем»;

Доника А., д-р географии, Институт экологии и географии, Молдова;

Едириппулиге С., д-р географии, Университет Квинсленда, Австралия;

Жолткевич Г. Н., д-р техн. наук, проф., Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина;

Киосопулос Дж., Д-р философии, проф., Афинский университет прикладных наук, Греция;

Крайнюкова А. Н., д-р биол. наук, проф., НДУ «Украинский НИИ экологических проблем»;

Кривцов В., д-р философии, Единбургский университет, Великобритания;

Кульбачко Ю. Л., д-р биол. наук, проф., Днепропетровский национальный университет имени Олеса Гончара;

Кучер А. В., канд. пед. наук, Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина;

Максименко Н. В., д-р геогр. наук, проф., Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина;

Млынарчик К., д-р, проф., Варминско-Мазурский университет, Польша;

Нахтнебель Х.-П., д-р, проф., Университета природных ресурсов и прикладных наук - ВОРКУ, Австрия;

Некос А. Н., д-р геогр. наук, проф., Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина;

Сафранов Т. А., д-р геол.-мин. наук, проф., Одесский государственный экологический университет;

Страшнюк В. Ю., д-р биол. наук, проф., Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина;

Утевская О. М., д-р биол. наук, проф., Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина;

Утевский С. Ю., д-р биол. наук, проф., Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина;

Цапко Ю. Л., д-р биол. наук, с.н.с., ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского НААН»;

Чаплыгина А. Б., д-р биол. наук, проф., Харьковский национальный педагогический университет им. Г. С. Сковороды;

Шабанов Д. А., д-р биол. наук, проф., Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина.

Шкарубо А., д-р философии, Эстонский университет наук о жизни, Эстония;

Адрес редакционной коллегии: 61022, Харьков, площадь Свободы, 6, Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, учебно-научный институт экологии, комн. 473а

тел. (057) 707-53-86, 705-09-66, 707-56-36, e-mail: visnykecology@karazin.ua

Web-pages: <http://periodicals.karazin.ua/ecology> (OJS) <http://visnecology.univer.kharkov.ua/>

Статьи прошли двойное «слепое» рецензирование.

Авторы опубликованных материалов несут полную ответственность за подбор, точность приведенных фактов, имен и т. п.

Свидетельство о государственной регистрации: КВ № 21557-11457Р от 21.08.2015

ЗМІСТ

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

Ель Хадрі Ю., Берлінський М. А., Сліже М. О. Сучасні кліматичні зміни в Чорноморському регіоні.....	8
Муркалов О. Б. Рельєфоутворююча роль льодового фактору в береговій зоні Північно-західної частини Чорного моря.....	20
Коваленко С. А., Пономаренко Р. В., Крайнюк О. В., Северинов О. В. Екологічна оцінка якісного складу поверхневого водного об'єкту (на прикладі річки Псел).....	31

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Чорногор Л. Ф., Некос А. Н., Тітенко Г. В., Чорногор Л. Л. Екологічні наслідки горіння лісових масивів у північній півкулі в 2020 р.: результати моделювання та кількісних розрахунків.....	42
Адамова Г. В. Комплексна еколого-аналітична оцінка системи «автомобіль – дорога – середовище» на прикладі ділянки дороги М-29.....	55
Крайнюк О. В., Буц Ю. В., Пономаренко Р. В., Барбашин В. В., Лоцман П. І. Техногенний вплив складу золошлакових відходів Зміївської теплоелектростанції на педосферу.....	70
Кравченко І. В., Суворін О. В. Оцінка впливу викидів Северодонецької ТЕЦ на здоров'я міського населення.....	81
Валерко Р. А. Вміст нітратів у підземних водах та оцінка потенційних ризиків для здоров'я сільського населення Новоград-Волинського району Житомирської області.....	92
Івашура А. А., Борисенко О. М. Аналіз екоусвідомленої харчової поведінки як фактора формування екологічної сталості.....	101

БІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Федоряк М. М., Тимочко Л. І., Шкробанець О. О., Жук А. В., Делі О. Ф., Подобівський С. С., Миколайчук В. Г., Калиниченко О. О., Легета У. В., Зароченцева О. Д. Результати щорічного моніторингу зимових втрат бджолиних колоній в Україні: зимівля 2019–2020 рр.....	111
Коваль І. З. Ефективність дії газів на очищення води з однаковим мікробним навантаженням.....	125
Матяшук Р. К., Ткаченко І. В. Пилок рослин чагарникового ярусу міського зеленого простору як індикатор стану урбоекосистеми (на прикладі представників роду Форзиція).....	135
Правила для авторів.....	157

CONTENTS

ECOLOGICAL RESEARCHES OF GEOSYSTEM

El Hadri Y., Berlinsky N. A., Slizhe M. O. Modern Climate Change in the Black Sea Region.....	8
Murkalov O. B. Relief-Forming Role of the Ice Factor in the Coastal Area of the North-West Part of the Black Sea.....	20
Kovalenko S. A., Ponomarenko R. V., Kraynyuk O. V., Sevrynov O. V. Ecological Assessment of Quality Composition of Surface Water Body (on the Example of Psel River).....	31

ENVIRONMENTAL ECOLOGICAL SAFETY

Chernogor L. F., Nekos A. N., Titenko G. V., Chornohor L. L. Ecological Consequences from Forest Burning in the Northern Hemisphere in 2020: Results of Modeling and Quantitative Calculations.....	42
Adamova G.V. Comprehensive Ecological and Analytical Assessment of the “Car-Road-Environment” System on the Example of the Section of the Road M-29.....	55
Kraynyuk O. V., Buts Y. V., Ponomarenko R. V., Barbachin V. V., Lotsman P. I. Technogenic Influence of the Composition of Ash Waste from the Zmiiv Power Plant on the Pedosphere.....	70
Kravchenko I. V., Suvorin O. V. Assessing the Impact of Emissions of Severodonetsk Cogeneration Plant on the Health of the Urban Population.....	81
Valerko R. A. Nitrate Content in Groundwater and Assessment of Potential Risks for Health of the Rural Population in Novograd-Volyn Raion Zhytomyr District.....	92
Ivashura A. A., Borysenko O. M. Analysis of Eco-Conscious Food Behavior as a Factor of Ecological Sustainability Formation.....	101

BIOLOGICAL RESEARCH

Fedoriak M. M., Tymochko L. I., Shkrobanets O. O., Zhuk A. V., Deli O. F., Podobivskiy S. S., Mikolaychuk V. G., Kalynychenko O. O., Leheta U. V., Zarochentseva O. D. Results of Annual Monitoring of Honey Bee Colony Winter Losses in Ukraine: Winter 2019–2020.....	111
Koval I. Z. Effectiveness of Using Gases for Water Purification with the Same Microbial Load.....	125
Matiashuk R. K., Tkachenko I. V. The Pollen of Plants of the Shrub Layer in the Urban Green Space as an Indicator of the State of Atmospheric Air of the City (on the Example of Representatives of the Genus <i>Forsythia</i>).....	135
Instructions for Authors.....	157

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОСИСТЕМ

Эль Хадри Ю., Берлинский Н. А., Слиже М. О. Современные климатические изменения в Черноморском регионе.....	8
Муркалов А. Б. Рельефообразующая роль ледового фактора в береговой зоне северо-западной части Черного моря.....	20
Коваленко С. А., Пономаренко Р. В., Крайнюк Е. В., Северинов А. В. Экологическая оценка качественного состава поверхностного водного объекта (на примере реки Псел).....	31

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Черногор Л. Ф., Некос А. Н., Титенко А. В., Черногор Л. Л. Экологические последствия горения лесных массивов в северном полушарии в 2020 г.: результаты моделирования и количественных расчетов.....	42
Адамова А. В. Комплексная эколого-аналитическая оценка системы «автомобиль-дорога-среда» на примере участка дороги М-29.....	55
Крайнюк Е. В., Буц Ю. В., Пономаренко Р. В., Барбашин В. В., Лоцман П. И. Техногенное влияние состава золошлаковых отходов Змиевской теплоэлектростанции на педосферу.....	70
Кравченко И. В., Суворин А. В. Оценка воздействия выбросов Северодонецкой ТЭЦ на здоровье городского населения.....	81
Валерко Р. А. Содержание нитратов в подземных водах и оценка потенциальных рисков для здоровья сельского населения Новоград-Волынского района Житомирской области.....	92
Ивашура А. А., Борисенко О. Н. Анализ экоосознанного пищевого поведения как фактора формирования экологической устойчивости.....	101

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Федоряк М. М., Тимочко Л. И., Шкробанец А. А., Жук А. В., Дели О. Ф., Подобивский С. С., Миколайчук В. Г., Калиниченко Е. А., Легета У. В., Зароченцева О. Д. Результаты ежегодного мониторинга зимних потерь пчелиных колоний в Украине: зимовка 2019–2020 гг.....	111
Коваль И. З. Эффективность действия газов на очистку воды с одинаковой микробной нагрузкой.....	125
Матяшук Р. К., Ткаченко И. В. Пыльца растений кустарникового яруса городского зеленого пространства как индикатор состояния атмосферного воздуха мегаполиса (на примере представителей рода Форзиция).....	135
Правила для авторов.....	157

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

УДК (UDC): 551.582, 551.583

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-24-01>

Ю. ЕЛЬ ХАДРІ¹, PhD, М. А. БЕРЛІНСЬКИЙ¹, д-р геогр. наук проф.,
М. О. СЛІЖЕ¹, канд. геогр. наук

¹ Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна,

e-mail: magribinets@ukr.net
nberlinsky@ukr.net
magribinetsm@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3690-0927>
<https://orcid.org/0000-0002-4576-4958>
<https://orcid.org/0000-0002-6398-4188>

СУЧАСНІ КЛІМАТИЧНІ ЗМІНИ В ЧОРНОМОРСЬКОМУ РЕГІОНІ

Актуальність. Спостережувані в останні десятиліття кліматичні зміни в регіоні створюють певні ризики для економік країн Причорномор'я, а також можуть мати значний негативний вплив на стан наземних і морських екосистем. Чорне море значно впливає на клімат південно-східної частини Європейського континенту, формуючи регіональні кліматичні особливості в даному районі. Розробка заходів з адаптації до зміни клімату вимагає проведення збору та аналізу даних про стан кліматичної системи, сучасні характеристики взаємодії між її елементами.

Мета. Огляд та аналіз інформації про спостережувані в останні десятиліття регіональні кліматичні зміни для пошуку закономірностей і можливих зв'язків з мінливістю гідрологічного режиму Чорного моря.

Результати. Робота містить інформацію про основні кліматичні характеристики Причорноморського регіону, такі як температура повітря, опади, атмосферний тиск, швидкість вітру, а також показники циклонічної активності.

Висновки. В останні десятиліття в Чорноморському регіоні відзначається збільшення температури повітря, викликане зміною великомасштабної циркуляції атмосфери, у вигляді збільшення повторюваності процесів антициклонічного характеру, що призводить до зниження кількості хмарності і зростання кількості короткохвильової радіації, яка надходить до підстильної поверхні. При цьому, з середини 2000-х років збільшення середньорічної температури повітря зросло. На більшій частині регіону спостерігається збереження середньорічної кількості опадів, за винятком східної частини Чорноморського узбережжя Туреччини і прибережних районів Грузії, де відзначається збільшення як кількості опадів, так і повторюваності випадків екстремальних опадів. У той же час, має місце деяке зростання, як інтенсивності, так і суми зимових опадів над акваторією Чорного моря. Швидкість вітру в цілому в Чорноморському регіоні демонструє зниження своїх значень, при деякому збільшенні в західній частині акваторії Чорного моря, що також пов'язано зі зміною особливостей циркуляційних процесів, які розвиваються над Південно-Східною Європою.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Чорноморський регіон, Чорне море, зміна клімату, температура, опади, швидкість вітру

El Hadri Y.¹, Berlinsky N. A.¹, Slizhe M. O.¹

¹ Odessa State Environmental University, 15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine

MODERN CLIMATE CHANGE IN THE BLACK SEA REGION

Topicality. Climate change in the Black Sea region in recent decades poses certain risks to the economies of countries of region, and may have a significant negative impact on the state of terrestrial and marine ecosystems. The main areas of economic activity in the Black Sea are maritime freight, oil and gas production and transportation, industrial extraction of marine biological resources, recreational and tourist activities in coastal areas, etc. The Black Sea significantly affects the climate of the south-eastern part of the European continent, forming regional climatic features in the area. The development of measures to adapt to climate change requires the collection and analysis of data on the state of the climate system and the current characteristics of their interaction and feedback.

© Ель Хадрі Ю., Берлінський М. А., Сліже М. О., 2021



This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Purpose. The purpose of this work is to review and analyze information on regional climate change observed in recent decades to find patterns and possible links with the variability of the hydrological regime of the Black Sea.

Results. This paper contains information on the main climatic characteristics of the Black Sea region, such as air temperature, precipitation, atmospheric pressure, wind speed, as well as indicators of cyclonic activity.

Conclusions. In recent decades, the Black Sea region has seen an increase in air temperature caused by changes in large-scale atmospheric circulation, in the form of increased recurrence of anticyclonic processes, leading to a decrease in clouds and an increase in shortwave radiation entering the underlying surface. At the same time, since the mid-2000s, the increase in average annual air temperature has increased. The average annual rainfall is maintained in most parts of the region, with the exception of the eastern part of the Black Sea coast of Turkey and the coastal areas of Georgia, where there is an increase in both rainfall and the frequency of extreme rainfall. At the same time, there is some increase in both the intensity and amount of winter precipitation over the Black Sea. Wind speeds in the Black Sea region as a whole show a decrease in their values, with some increase in the western part of the Black Sea, which is also associated with changes in the peculiarities of circulating processes that develop over South-Eastern Europe.

KEYWORDS: Black Sea region, Black Sea, climate change, temperature, precipitation, wind speed

Эль Хадри Ю.¹, Берлинский Н. А.¹, Слиже М. О.¹

¹ *Одесский государственный экологический университет,*

ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина

СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ

Актуальность. Наблюдаемые в последние десятилетия климатические изменения в регионе создают определенные риски для экономик стран Причерноморья, а также могут оказывать значительное негативное влияние на состояние наземных и морских экосистем. Разработка мер по адаптации к изменению климата требует проведения сбора и анализа данных о состоянии климатической системы и современных характеристиках взаимодействия ее элементов и их обратных связей.

Цель. Обзор и анализ информации о наблюдаемых в последние десятилетия региональных климатических изменениях, для поиска закономерностей и возможных связей с изменчивостью гидрологического режима Черного моря.

Результаты. Работа содержит информацию об основных климатических характеристиках Причерноморского региона, таких как температура воздуха, осадки, атмосферное давление, скорость ветра, а также показатели циклонической активности.

Выводы. В последние десятилетия в Черноморском регионе отмечается повышение температуры воздуха, вызванное изменением крупномасштабной циркуляции атмосферы, в виде увеличения повторяемости процессов антициклонического характера, что приводит к снижению количества облачности и росту коротковолновой радиации, поступающей к подстилающей поверхности. При этом с середины 2000-х годов увеличение среднегодовой температуры воздуха возросло. На большей части региона наблюдается сохранение среднегодового количества осадков, за исключением восточной части Черноморского побережья Турции и прибрежных районов Грузии, где отмечается увеличение, как количества осадков, так и повторяемости случаев выпадения экстремальных осадков. Скорость ветра в целом в Черноморском регионе демонстрирует снижение своих значений, при некотором увеличении в западной части акватории Черного моря, что также связано с изменением особенностей циркуляционных процессов, развивающихся над Юго-Восточной Европой.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Черноморский регион, Черное море, изменение климата, температура, осадки, скорость ветра

Вступ

Географічне розташування Чорного моря має стратегічне значення для шести країн його басейну: України, Румунії, Болгарії, Туреччини, Грузії та Росії. Основними напрямками господарської діяльності на Чорному морі є морські вантажоперевезення, видобуток і транспортування нафти і газу, промисловий видобуток морських біологічних ресурсів, рекреаційно-туристична діяльність в прибережних територіях тощо.

Спостережувані в останні десятиліття кліматичні зміни в регіоні створюють певні ризики для економік країн Причерномор'я, а також можуть мати значний негативний вплив на стан наземних і морських екосистем. При цьому сучасна наука не володіє достатніми достовірними даними щодо реакції екосистем регіону та зворотних зв'язків в умовах, що змінюються. Безповоротне водоспоживання і трансформація річкового стоку, забруднення вод і атмосфери відходами виробництва

істотно позначаються на режимі басейну Чорного моря і перш за все на водному, сольовому і тепловому балансах, які в свою чергу визначають особливості структури вод. Тому вивчення закономірностей формування балансу, з'ясування ролі природних кліматичних і антропогенних чинників в його змінах, оцінка їх на сучасному етапі та в майбутньому для організації заходів щодо запобігання можливих негативних наслідків представляють науковий інтерес і мають практичне значення. Таким

чином, розробка заходів з адаптації до зміни клімату в Чорноморському регіоні вимагає проведення збору та аналізу даних про стан кліматичної системи, сучасні характеристики взаємодії між її елементами та їх зворотні зв'язки.

Метою роботи є огляд та аналіз інформації про спостережувані в останні десятиліття регіональні кліматичні зміни для пошуку закономірностей і можливих зв'язків з мінливістю гідрологічного режиму Чорного моря.

Фізико-географічна характеристика регіону дослідження

Чорне море розташовується в південно-східній частині Європи, розділяючи Європейський і Азіатський континенти. Воно є внутрішнім морем, що належить до басейну Атлантичного океану. Через протоку Босфор, що знаходиться в його південно-західній частині, Чорне море з'єднується з Мармуровим морем, через Керченську протоку на північному сході з Азовським. Чорне море має найбільшу протяжність в широтному напрямку, яка становить 1180 км. З півдня на північ його максимальна ширина становить 615 км. Довжина берегової лінії (без лиманів) оцінюється в 4125 км, з яких 1450 км відноситься до Туреччини і 1330 км до України [1].

Площа водозбору річок чорноморського басейну за різними оцінками становить від 1,8 до 2,5 млн км² (рис. 1). Сумарний річковий стік в Чорне море за оцінками різних дослідників [1, 2] знаходиться в межах від 338 до 365 км³/рік. При цьому більше 70% від загального річкового стоку надходить в північно-західну частину акваторії моря, 13% – в південно-східну частину моря з узбережжя Грузії та близько 10% стоку припадає на річки турецького узбережжя. Близько половини всього річкового стоку надходить в море навесні (з березня по червень), восени величина річкового стоку мінімальна.

Вплив Чорного моря на регіональний клімат

Чорне море значно впливає на клімат південно-східної частини Європейського континенту, формуючи регіональні кліматичні особливості в даному районі. Виходячи з того, що погодні умови визначаються розвитком тих чи інших атмосферних процесів, то важливо підкреслити, що кожен такий процес має певний фізичний механізм розвитку, характерний для даного регіону. Регіональні синоптичні процеси визначаються такими факторами, як радіаційний баланс в різних умовах підстильної поверхні, ступенем континентальності регіону (або ступенем океанічності), процесами загальної циркуляції атмосфери, що охоплюють даний регіон і фізико-географічними особливостями регіону.

Радіаційний баланс Чорного моря практично протягом усього року позитивний. Найбільші його значення відзначаються в літні місяці з максимумом в липні (410-430 МДж/м²). Спостережувані в окремі роки і місяці відхилення радіаційного

балансу від описаного режиму обумовлені поєднанням величини сумарної радіації, ефективного випромінювання, що визначаються головним чином хмарністю, і альбедо.

Хмарність знижує надходження прямої сонячної радіації на 50-60% і в той же час збільшує потоки розсіяної радіації в 1,5 рази. В результаті при реальних умовах хмарності річний прихід сумарної радіації над Чорним морем коливається в межах 3770-5860 МДж/м² при загальному збільшенні з півночі на південь.

За даними [1] тепловий баланс Чорного моря в середньому урівноважений (прихід тепла приблизно дорівнює витраті). При цьому, північна частина моря в цілому за рік віддає більше тепла, а південна – отримує. З березня по серпень море отримує тепло, а з вересня по лютий-березень віддає. Міжрічні коливання в основному визначаються змінами елементів видаткової частини балансу, залежними від коливань гідроме-

теорологічних умов. Отже, великі розміри Чорного моря, а також фізичні властивості його водної маси роблять його найважливішим приймачем і акумулятором сонячної енергії в регіоні. Саме тому радіаційний баланс на морі більше, ніж на суші. Різниця між ними обумовлена головним чином відмінностями в поглиненій радіації. Контраст радіаційного балансу, а також інших складових теплового балансу поверхні моря і суші має велике погоднокліматоутворююче значення, зокрема, у розвитку бризової циркуляції.

Різниця складових теплового балансу на морі та суші визначає процес трансфор-

мації повітряних мас над відповідними поверхнями. Над Чорним морем повітряні маси переважно звожуються, про що свідчать великі витрати тепла на випаровування. Над прилеглим до моря суходолом повітряні маси, навпаки, головним чином втрачають вологу і в залежності від знаку і величини турбулентного потоку тепла в різні сезони року прогріваються або охолоджуються. Нарешті, водна поверхня відрізняється невеликою шорсткістю в порівнянні з поверхнею суші. Це викликає великі швидкості вітру над морем. Однак шорсткість водної поверхні збільшується разом зі збільшенням швидкості



Рис. 1 – Водозбірний басейн Чорного моря [3]

Fig. 1 – Watershed of the Black Sea [3]

ті вітру, що підсилює вплив моря на фізичні властивості (температуру, вологість та ін.) повітряної маси, яка протікає над ним.

Таким чином, Чорне море надає пом'якшувальну дію на континентальність клімату, що проявляється в зменшенні амплітуд добового і річного ходу температури повітря, підвищеної вологості, більшій кількості хмарності та збільшеній кількості опадів в прибережних районах. Такий вплив поширюється вглиб території України на 140-280 км, а в разі адвекції повітря і більш. Наприклад, взимку на правобережжі часто утворюються адвективні тумани, що виникають при винесенні теплого вологого повітря з Чорного і

Середземного морів (в західній і південно-західній периферії баричних гребенів, осі яких орієнтовані зі сходу на захід).

Чорне море надає суттєвий вплив на баланс вологи в південно-степовій підзоні України. Адвекція з моря впливає на формування складових теплового і водного балансу, що відбивається на кліматі Причорноморських степів. У холодне піввірччя адвекція з моря сприяє зволоженню опадами повітря і ґрунту. При малих величинах балансу тепла це призводить до створення взимку в південно-степовій підзоні умов надмірного зволоження. У літній період, розвиток в прибережних районах бризової циркуляції сприяє

зменшенню хмароутворення і кількості опадів. Внаслідок цього зростає радіаційний баланс підстильної поверхні, зменшується випаровування і стік, підвищується сухість клімату. Створюються умови, типові для зон з недостатнім зволоженням. У той же час, на відстані 40-50 км від берега, де бризи припиняються, хмарність збільшується і сумарна радіація різко зменшується [4].

На рисунку 2 наведено супутниковий знімок хмарної системи, пов'язаної з бризовою циркуляцією, яка досить чітко простежується у вигляді безхмарної смуги уздовж

берегової зони Чорного та Азовського морів і по купчастій хмарності, що виникає в глибині континенту.

В цілому, розподіл середньорічних температур повітря уздовж узбережжя Чорного моря демонструє рівномірне підвищення з півночі на південь від 10°C в районі Одеси, Очакова до значень, що перевищують 14°C на південному узбережжі від Стамбула до Батумі. Амплітуди сезонних коливань температури зменшується від $22-23^{\circ}\text{C}$ на українському узбережжі Чорного моря до 15°C на берегах Туреччини. В середньому температура



Рис. 2 – Бризова хмарність на західному і північно-західному узбережжі Чорного моря, Кримському півострові та північному узбережжі Азовського моря, знімок зроблений супутником Meteosat MSG 20.07.2019 в 12.00 UTC

Fig. 2 – Breeze clouds on the western and northwestern coast of the Black Sea, the Crimean peninsula and the northern coast of the Sea of Azov, Meteosat MSG satellite image July 20, 2019 at 12.00 UTC

повітря на Чорноморському узбережжі становить $12,8^{\circ}\text{C}$, це нижче середньої температури морської води на поверхні на 2°C . У грудні-січні різниця температур води і повітря досягає свого максимуму і становить в прибережній зоні $3-4^{\circ}\text{C}$, що обумовлює утеплюючу дію Чорного моря. У літній період різниця температур води і повітря становить близько -1°C , це призводить до слабшого але все ж охолоджуючого ефекту [1].

Розподіл на узбережжі кількості атмосферних опадів демонструє збільшення від 300-450 мм в рік на північно-західному узбережжі до 2750 мм на узбережжі Грузії в Батумі. В цілому, зона опадів, які перевищують середньорічне значення 1000 мм, охоплює майже все Анатолійське і Кавказьке узбе-

режжя – від Зонгулдака до Туапсе, зі значеннями понад 2000 мм – від Трабзона до Поті. Внутрішньорічний розподіл опадів на південному і кавказькому узбережжі, а також на південному березі Криму, з явним переважанням в холодний сезон року, відноситься до середземноморського типу. В інших частинах узбережжя спостерігається слабе переважання опадів у теплий період, що більш характерно для континентального клімату [1].

Як було сказано вище, формування регіонального клімату відбувається на тлі процесів загальної циркуляції атмосфери, що розвиваються над даним регіоном. До числа центрів дії атмосфери, що впливають на Чорноморський басейн, відносяться Азорський

максимум, а також декілька сезонних баричних утворень, таких як азіатський максимум і середземноморська депресія в зимовий період, і аравійська депресія влітку.

Якщо розглядати середньорічне баричне поле, то можна відзначити, що над Чорним морем розміщується барична депресія. У річному ході тиску чітко виділяються два періоди – холодний (жовтень-квітень) і теплий (червень-серпень). Травень і вересень є перехідними місяцями. У квітні починається перебудова баричного поля з зимових типів на літні, яка закінчується в травні. Тиск над морями зростає, посилюється азорський антициклон. Зниження тиску спостерігається на сході України, де закінчується процес руйнування відрогів азіатського антициклону. Баричні градієнти зменшуються, відбувається ослаблення циркуляції. З червня по серпень значно посилюється та поширюється на схід азорський антициклон. У цей період він охоплює всю територію України [4].

На основі аналізу синоптичних карт за 1971-1980 рр. [1] виявлено, що над акваторією Чорного моря в більшості випадків (52%) переважають малоградієнтні баричні поля без вираженого перенесення повітряних мас. Серед типів синоптичних ситуацій (вітрових потоків) переважають північно-східний (13%, взимку до 18%), південно-західний (11%, взимку до 20%) і північний (8%, взимку до 12%) типи. Над морем адвекція повітряних мас з півночі в два рази переважає над південним переносом.

Атмосферний тиск і повторюваність циклонів і антициклонів над Чорним морем найтісніше пов'язані з Північноатлантичним коливанням (ПАК), що викликає зсув траєкторій циклонів. Таким чином, в сукупності з коливанням Східна Атлантика – Західна Росія (СА/ЗР), в негативну фазу якого зростає кількість циклонів над водозбірним басейном Дунаю, ПАК впливає на кількість опадів в регіоні, це зумовлює мінливість річкового стоку і сумарного прісного балансу в Чорному морі [1].

В цілому, до головних особливостей циркуляції над південною частиною Східної Європи в холодне півріччя відноситься розвиток циклонів на середземноморській гілці ПФФЗ, пов'язаний з антициклогенезом над Західним Сибіром і півднем Європейської частини Росії (ЄЧР) (сибірський антициклон). У тепле півріччя спостерігається зниження

активності атмосферних процесів, викликане зміщенням на північ ПФФЗ і зниженням циклонічної діяльності над південними морями, і переважання антициклонічного типу циркуляції [5], з яким пов'язане виникнення посушливих явищ [6-8]. В останні десятиліття на території України спостерігаються добре виражені зміни приземної циркуляції атмосфери, що проявляються в поширенні на схід відрогів азорського антициклону.

Максимальна кількість (87%) небезпечних і стихійних явищ погоди в Україні пов'язана з циклонічною діяльністю. При цьому, більше половини сильних і дуже сильних опадів, зумовлені циклонами, що переміщуються по території України своїм центром [5]. Серед циклонів, траєкторії яких проходять через територію України можна виділити такі, що безпосередньо зароджуються над Чорним морем, а також циклони, переміщення яких проходить над його акваторією. Так до 90% траєкторій циклонів, які пролягають через південні, центральні та західні області України утворюються над заходом Чорного моря та Нижньодунайською низовиною, Адріатичним та Егейським морями, і Балканським півостровом. Серед них найбільшу повторюваність мають баричні утворення, які зароджуються на заході Чорного моря і над Нижньо-Дунайською низовиною. Значний відсоток таких циклонів спостерігається в травні-червні. Необхідно відзначити, що наприкінці ХХ ст. відзначається зменшення повторюваності (майже вдвічі) переміщення циклонів з цього регіону на рівнинну територію України [9].

Міжсезонні зміни повторюваності циклонів над Чорним морем [10] за даними за 1952-2000 рр., показали, що найчастіше вони спостерігаються в січні (до 17%), а найменше влітку (7%). Повторюваність антициклонів, навпаки, має найбільше значення влітку (21%) і найменше взимку (13%) при значній міжрічній мінливості та різноспрямованих тенденціях.

Дослідження циклонічної діяльності в Середземноморсько-Чорноморському регіоні в 1996-2009 рр. за період з січня по березень показало, що з північно-західної частини Середземномор'я на акваторію Чорного моря вийшло 47,5% циклонів. Найбільш часто (58,5%) Середземноморські циклони виходять в західну зону Чорного моря, з них 30,2% циклонів – з північно-західного району Середземномор'я. У східну зону Чорного моря виходять 17,3% циклонів

з Середземного моря, при цьому з південно-західного і центрального районів Середземного моря в Чорне море виходить всього 3-5% циклонів [11].

Менша шорсткість поверхні моря призводить до того, що вже в нижніх шарах атмосфери вітер стає майже градієнтним і дме уздовж ізобар, що робить баричні системи більш стійкими. У той же час, при переході циклону з суші на море тертя в повітрі циклону зменшується. Завдяки цьому вітер посилюється і наближається у напрямку до ізобар, що істотно зменшує вток повітря всередину циклону в нижніх шарах. Це призводить до того, що вже розпочате заповнення циклону може призупинитися або навіть змінитися поглибленням. Коли старий, вже оклюдований циклон переходить зимою з суші на море він, як правило, поглиблюється. Це пояснюється збільшенням над теплим морем вологості та вертикальних градієнтів температури в повітряних масах циклону. У зв'язку зі зростанням нестійкості кінетична енергія збільшується, і заповнення циклону може змінитися поглибленням. Аналогічно влітку циклони можуть поглиблюватися при переході з моря на сильно нагріту сушу, з підвищеною нестійкістю стратифікації повітря.

Повторюваність циклонів, які розвиваються і стаціонаризують над Чорним морем, становить в середньому 4 випадки за сезон (грудень-лютий), з найбільшою кількістю випадків в січні [5]. Тривалість перебування циклонів над Чорним морем в середньому 2 доби, але іноді спостерігаються більш тривалі періоди – понад 3 дб. У період активізації чорноморська депресія нерідко розвивається в високе баричне утворення і може істотно впливати на еволюцію, швидкість і напрямок переміщення південних циклонів.

У холодне півріччя над південно-східною частиною Чорного моря можливе виникнення локальних циклонів, пов'язане з орографічною сегментацією циклонів над горами Малої Азії, або утворення місцевих циклонів в умовах вираженої термічної неоднорідності між теплою поверхнею моря і оточуючими її гірськими системами [5].

Крім місцевих циклонів над Чорним морем формується безліч мезомасштабних вихорів, наприклад, так звані «кавказькі вихори», які спостерігаються над східною частиною акваторії моря. Дані утворення мають горизонтальний розмір близько 100 км, є невисокими утвореннями (розвиваються нижче рівня 1200 м). Кавказькі мезомасштабні циклонічні

вихори над південно-східною частиною моря виникають переважно в літньо-осінній період і мають добре виражений добовий цикл. Крім добового циклу, їх повторюваність має сезонний хід, вихори формуються переважно в липні та серпні, і практично відсутні взимку. Як правило, ці вихори утворюються один за іншим – новий вихор у Кавказького узбережжя починається формуватися вже через кілька годин після того, як згасне попередній. В основному вони є коротко-існуючими – у 77% вихорів час життя не перевищує 8 годин. Виникнення кавказьких вихорів викликано взаємодією північно-східного вітру з Кавказькими горами. До основних причин їх зародження можна віднести досить сильну стійкість атмосфери і потужний спадний потік повітря з високого берега на море, який приводить до підвітряного циклогенезу за рахунок розтягування вертикальних вихрових трубок. До другорядних факторів належать: структура морського граничного шару, деталі прибережного рельєфу і течія уздовж берега [12].

Сезонні зміни поля тиску викликають сезонні зміни в полі вітру. У квітні і травні на Чорноморському узбережжі України спостерігаються вітри південної складової. При встановленні літнього типу баричного поля (червень-серпень) переважають західні і північно-західні вітри. Стандартні регулярні спостереження за вітром на берегових станціях показують, що для південно-східної частини узбережжя Чорного моря і берега Криму характерні слабкі вітри (середньорічна швидкість вітру до 3 м/с), а в західній та північно-західній частині моря, а також поблизу Керченської протоки спостерігаються помірні вітри (понад 4 м/с, а на деяких станціях понад 5 м/с). Для всього басейну добре виражена внутрішньорічна мінливість, швидкість вітру збільшується від весняно-літнього періоду до осінньо-зимового в 1,2 - 1,5 рази [1].

Розподіл швидкості вітру над Чорним морем за різними оцінками [13, 14] демонструє, що найбільші значення відзначаються у західній частині моря, а зона слабких вітрів характерна для південно-східної частини. Локальний максимум швидкості вітру розташований в північно-східній частині моря на південь від Керченської протоки.

Напрямок переважаючих вітрів [13] протягом більшої частини року формує циклонічну циркуляцію. Вітри північних напрямків переважають над заходом та над північно

акваторії, східні і південно-східні вітри характерні для сходу і південного сходу. Навесні та влітку в західній частині моря під впливом

Спостережувані кліматичні зміни в Чорноморському регіоні

В останні десятиліття в Північно-Східному Причорномор'ї відзначається зміщення межі степового клімату далеко на схід до Каспійського моря, розширюючи при цьому зону континентального клімату. Зона степового клімату на сході Криму виділяється лише при підвищеній просторовій роздільній здатності [15]. До середземноморського клімату віднесена тільки частина південно-західного узбережжя навколо Стамбула, на більшій частині узбережжя переважає помірний клімат (субтропічний або морський) [1].

Температурно-вологісний режим в Україні демонструє зміну в бік збільшення температури при збереженні загальної кількості опадів та їх перерозподілу по території. З 1998 р. аномалії середньорічної температури повітря мають позитивні значення і в деякі роки досягали 1,5-2° С. Аналогічні тенденції відзначаються для середньорічних значень мінімальної і максимальної температури. Опади в останні десятиліття демонструють збільшення кількості восени, зменшення взимку і нульовий тренд в весняно-літній період [16, 17]. Такі зміни є наслідком зміни великомасштабної атмосферної циркуляції повітря, розпочатої в 1974-1983 рр. [17], під впливом яких на території України значно зросла повторюваність атмосферних процесів, які призводять до виникнення посушливих явищ (антициклонічних типів) [6].

Схожі зміни спостерігаються в причорноморському регіоні Румунії та Болгарії. У центральній частині Румунії тренди середньорічної температури повітря побудовані для періоду 1961-2018 рр. показують статистично значущу позитивну тенденцію (0,27-0,40° С / 10 років). Найбільше зростання середньої сезонної температури відзначається влітку (0,39-0,52° С / 10 років). При цьому, найбільше зростання температури спостерігалось в 2006-2018 рр. [18]. В цілому, на території Румунії кількість опадів (в 1961-2013 рр.) зберігається, з невеликими тенденціями до збільшення восени та зниження в інші сезони на деяких станціях [19]. У південній частині узбережжя Чорного моря спостерігається збільшення середньорічної кількості опадів (до 25 мм в рік / 10 років), в дельті

Азорського максимуму збільшується повторюваність західних, південно-західних і південних вітрів.

Дунаю зменшення опадів (до 200 мм на рік / 10 років) [20].

На Чорноморському узбережжі Болгарії за даними спостережень в 1981-2010 рр. встановлено статистично значущий позитивний тренд середньої сезонної температури повітря (0,4-0,8° С / 10 років) навесні, влітку, восени та збільшення опадів в осінній період (36-37 мм / 10 років) [21].

Аналіз температурно-вологісного режиму Туреччини показав, що на Чорноморському узбережжі збільшилася кількість протягом року днів з максимальною температурою вище 25° С (в середньому збільшення становить 39 днів за 100 років) і кількість днів з добовим мінімумом температури повітря понад 20° С (середній зріст становить 37 днів за 100 років). У західній частині Чорноморського узбережжя спостерігається незначне зниження річної кількості днів з опадами більше 1 мм при збільшенні числа таких днів у східній частині узбережжя. Відзначається також тенденція до збільшення сумарної річної кількості опадів і повторюваності періодів з опадами (одноденних і 5-денних), особливо на сході узбережжя Чорного моря [22].

Порівняльний аналіз рядів температури повітря і опадів за даними спостережень на станціях в трьох регіонах Грузії (узбережжя Чорного моря, Квемо Сванеті і Дедоплісцкаро) у 1955-1970 рр. та 1990-2005 рр. показав, що відбулося підвищення середньорічної температури повітря на 0,2° С, 0,4° С і 0,6° С, відповідно. Середньорічні значення абсолютних мінімумів температури збільшилися на 3,0° С, 0,7° С і 0,0° С, відповідно, показуючи тенденцію до зменшення їх зміни з заходу на схід. Абсолютні максимуми температури повітря збільшилися на 1,6° С, 0,5° С і 2,1° С, відповідно. Відзначалося збільшення кількості опадів на 13%, 8% і 6%, відповідно. Найбільше зростання середньорічної кількості опадів спостерігалось на узбережжі Чорного моря в порівнянні зі східною частиною Грузії. Величина ГТК збільшилася на 20% на Чорноморському узбережжі, на 28% в районі західного Квемо Сванеті і зменшилася на 15% в районі Дедоплісцкаро в Східній Грузії [23].

У Росії на Чорноморському узбережжі Кавказу (Сочі) в 1961-2011 рр. спостерігалось збільшення середньорічних температур повітря на $0,06^{\circ}\text{C} / 10$ років, а у високогірній зоні Кавказу (Терскол) на $0,01^{\circ}\text{C} / 10$ років, що характеризує досить стабільний термічний режим в цих районах. У той же час в Сочі зростання осінніх температур склало $0,42^{\circ}\text{C} / 10$ років [24]. Аналіз зміни кількості опадів з 1982 по 2014 р. показав, що на Чорноморському узбережжі Краснодарського краю влітку кількість опадів залишається незмінною, в той час як взимку на узбережжі, а також над степовими районами краю, відзначається слабковиражений негативний тренд опадів, що не перевищує, в середньому, $0,2$ мм на добу / 10 років по інтенсивності і 10 мм в місяць / 10 років за місячними сумами опадів. Звертає на себе увагу деяке зростання як інтенсивності, так і суми зимових опадів над акваторією Чорного моря (при цьому на узбережжі цього не відбувається). На узбережжі Чорного моря (Сочі, Червона Поляна) відзначена тенденція зменшення як інтенсивності, так і місячних сум опадів в січні-лютому і в літні місяці, та значне збільшення цих показників у квітні. В листопаді та грудні місячна сума опадів істотно зменшується, в той час як добова практично не змінюється. На цій підставі можна припустити, що на тлі зменшення чи незмінності місячних сум опадів повторюваність окремих екстремальних подій в даному районі збільшується [25].

Однією з основних причин підвищення температури повітря на Чорноморському узбережжі Краснодарського краю може бути статистично значуще зростання сумарної сонячної радіації, яке відзначено над регіоном в останні 30 років і досягає 10 Вт/м^2 за 30 років, що має велику кількість. Цей процес може бути причиною спостережуваного в літній період потепління приповерхневих вод Чорного моря та узгодженого з ним зростання приземної температури практично по всій території Чорноморського узбережжя Краснодарського краю (крім високогірних районів). У свою чергу збільшення температури морської води на поверхні Чорного моря, має викликати збільшення таких параметрів, як конвективна доступна потенційна енергія (CAPE) над морською поверхнею, а також вміст атмосферної вологи. Що і відзначається в літні місяці в південно-східній частині Чорного моря [25]. Посилення конвективної

діяльності в регіоні, особливо над морською поверхнею, має приводити до зростання опадів – по крайній мірі над акваторіями і прилеглими районами узбережжя. Однак, як було показано вище, в більшості випадків це не відбувається, за винятком східної частини узбережжя Туреччини і прибережних районів Грузії.

Результати досліджень режиму вітру показали, що швидкість вітру у поверхні землі за останні 40 років значно знизилася над більшою частиною Східної Європи, в тому числі на північному [26] і західному [19] узбережжі Чорного моря. По відношенню до кліматичних норм зменшення швидкості вітру досягає на деяких станціях 20-50% [27]. Вивчення багаторічного ходу значень швидкості вітру над акваторією Чорного моря [1] показало, що явно виділяється тенденція до зниження вітрової активності в другій половині ХХ століття. У той же час за даними [27] після 2000 р. в західній частині моря відзначається посилення вітру.

Вплив вітру на морську поверхню призводить до утворення дрейфових течій і є одним з основних чинників, що визначає інтенсивність великомасштабної циркуляції в Чорному морі. Дотична вітрова напруга на поверхні моря є головною рушійною силою для циркуляції вод і вітрового хвилювання. Повторюваність хвилювання висотою не менше $7,5$ дм (3 і більше балів) і не менше $12,5$ дм (4 і більше балів) за даними хвилемірних постів Одеса, Херсонський маяк, Ялта і Феодосія демонструє тенденцію до зменшення [27]. Необхідно відзначити, що відкритість хвилюванню з максимальним розгоном хвиль має різне спрямування по румбам горизонту на різних ділянках узбережжя (наприклад, Алушта і Ялта відкриті хвилюванню від східного і південного секторів горизонту, Анапа – західної половини горизонту, Іллічівськ, Одеса, Південний – південної половини горизонту). Найбільш небезпечними напрямками вітру для північно-східній частині Чорного моря є вітри південної чверті, незважаючи на незначну повторюваність (частка сильних вітрів південної чверті на шельфі в сумі досягає 3%), так як на максимальних розгонах вони викликають екстремальне хвилювання і наносять значної шкоди. Найбільша повторюваність напрямків поширення хвиль висотою $1,3$ м і вище і напрямків вітру зі швидкостями

12 м/с і більше в пунктах спостереження за хвилюванням в північно-західному районі Чорного моря, в більшості випадків не збігається, а в деяких відрізняється на 180° [28]. Формування помірних і сильних вітрів в порту-Південний, Одеса-порт, Іллічівськ-порт відбувається, в основному, при розвитку периферійних синоптичних процесів з проходженням активних фронтів (в 15% відзначається східний і південно-східний перенос), а також при процесах пов'язаних з розвитком циклонічної циркуляції з великими баричними градієнтами [26]. Таким чином, для визначення зв'язку тенденцій міжрічної

мінливості штормового хвилювання зі змінною режиму вітру необхідно враховувати зміну повторюваності помірного і сильного вітру певної спрямованості в конкретній географічній точці.

Крім того, швидкість вітру поряд з температурою і вологістю повітря визначає інтенсивність процесу випаровування з поверхні моря, що в свою чергу формує водний і сольовий баланс. Таким чином, зміна кліматичних показників в регіоні може призвести до зміни гідрологічних характеристик і структури вод Чорного моря.

Висновки

В останні десятиліття в Чорноморському регіоні відзначається збільшення температури повітря, викликане зміною великомасштабної циркуляції атмосфери, у вигляді збільшення повторюваності процесів антициклонічного характеру, що призводить до зниження кількості хмарності і зростання кількості короткохвильової радіації, яка надходить до підстильної поверхні. При цьому, з середини 2000-х років збільшення середньорічної температури повітря зросло.

На більшій частині регіону спостерігається збереження середньорічної кількості

опадів, за винятком східної частини Чорноморського узбережжя Туреччини і прибережних районів Грузії, де відзначається збільшення опадів. У той же час, має місце деяке зростання, як інтенсивності, так і суми зимових опадів над акваторією Чорного моря.

Швидкість вітру в цілому в Чорноморському регіоні демонструє зниження своїх значень, при деякому збільшенні в західній частині акваторії Чорного моря, що також пов'язано зі зміною особливостей циркуляційних процесів в Південно-Східній Європі.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Література

1. Белокопытов В.Н. Климатические изменения гидрологического режима Черного моря / Дис. на соиск. науч. зв. д.геогр.н. Севастополь. 2017. 377 с.
2. Mikhailov V. N. Mikhailova M. V. River Mouths. In: A. Kostianoy, A. Kosarev (Eds) The Black Sea Environment. The Handbook of Environmental Chemistry. Vol. 5, Part Q. Berlin: Springer-Verlag Heidelberg, 2008. P. 91-134 DOI: https://doi.org/10.1007/698_5_061
3. Blogger 2020. URL: http://msofliosgeografia.blogspot.com/2017/04/blog-post_473.html
4. Клімат України. за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. К.: Вид. Раєвського, 2003. 343 с.
5. Семенова І. Г., Нажмудінова О. М. Регіональна синоптика: підручник. Одеський державний екологічний університет. Одеса, 2019. 212 с.
6. Slizhe M., Semenova I., Pianova I., El Hadri Y. Dynamics of macrocirculation processes accompanying by the dry winds in Ukraine in the present climatic period. *Croatian Meteorological Journal*. 2018. Vol. 53. P. 17-29. <https://hrcak.srce.hr/231265>
7. Slizhe M., Semenova I., El Hadri Y. Synoptic Conditions for dry winds in August 2010 in Ukraine. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*. 2018. Vol. 15(3). P. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.9734/JGEEI/2018/41323>
8. Semenova I., Slizhe M. Synoptic Conditions of Droughts and Dry Winds in the Black Sea Steppe Province Under Recent Decades. *Frontiers in Earth Science*. Vol. 8. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00069>
9. Балабух В.О. Траєкторії циклонів, що зумовлюють небезпечну і стихійну кількість опадів в Україні у теплий період року. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2004. Вип. 253. С. 103-119

10. Полонский А.Б., Бардин М.Ю., Воскресенская Е.Н. Статистические характеристики циклонов и антициклонов над Черным морем во второй половине XX века. *Морской гидрофизический журнал*. 2007. № 6. С. 47–58
11. Баянкина Т. М., Данова Т. Е. Циклогенез Средиземноморско-Черноморского региона по спутниковым данным. *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2020. Т. 17. №3. С. 231–239 DOI: <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2020-17-3-231-239>
12. Яровая Д. А., Шокуров М. В. Мезомасштабные циклонические вихри, возникающие над Черным морем вблизи Кавказского побережья. *Морской гидрофизический журнал*. 2012. № 3. С. 14-30
13. Ефимов В. В., Анисимов А. Е. Климатические характеристики изменчивости поля ветра в Черноморском регионе – численный реанализ региональной атмосферной циркуляции. *Изв. РАН. Физика атмосферы и океана*. 2011. Т. 47. № 3. С. 1-13
14. Kara A. B., Hurlburt H. E., Wallcraft A. J., Bourassa M. A. Black Sea mixed layer sensitivity to various wind and thermal forcing products on climatological time scales. *J. Climate*. 2005. Vol. 18. P. 5266-5293
15. Peel M. C., Finlayson B.L., McMahon T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 2007. Vol. 11. P. 1633-1644
16. Динаміка середньорічних показників температури повітря і кількості опадів в окремих ґрунтово-кліматичних зонах України. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти: колективна монографія / ННЦ “Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського”. Харків: Стильна типографія, 2018. 364 с.
17. Мартазинова В. Ф., Иванова Е. К., Щеглов А. А. Тенденция современного температурно-влажностного режима Украины к аномальности за счет атмосферных процессов в летний сезон. *Наук. праці УкрНДДГМІ*. 2016. Вип. 268. С. 15-24
18. Arghius V., Muntean L.-O., Baciu N., Macicaan V., Arghius C. Analysis of annual and seasonal air temperature trends in central part of Romania . *Present Environment And Sustainable Development*. 2020. Vol. 14, no. 1. P. 51-61. DOI: <https://doi.org/10.15551/pesd2020141004>
19. Dumitrescu A., Bojariu R., Birsan MV. et al. Recent climatic changes in Romania from observational data (1961–2013). *Theor Appl Climatol*. 2015. Vol. 122. P. 111-119. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00704-014-1290-0>
20. Busuioc A., Boroneant C., Baciu M., Dumitrescu A. Observed temperature and precipitation variability in Romania. SEECOF-1. 2008. URL: <https://meteo.hr/SEECOF08/day2/2-19.pdf>
21. Chenkova, N., et al. Air Temperature And Precipitation Variability In Northeastern Bulgaria On The Background Of Climate Change. *Thermal Science*. 2015. Vol. 19(2). P. S381-S390. DOI: <https://doi.org/10.2298/TSCI150430104C>
22. Abbasnia M., Toros H. Trend analysis of weather extremes across the coastal and non-coastal areas (case study: Turkey). *J. Earth Syst. Sci.* 2020. Vol. 129(95). DOI: <https://doi.org/10.1007/s12040-020-1359-3>
23. Снижение трансграничной деградации в бассейне реки Кура – Аракс. Аналитический обзор – Изменение климата. 2013. URL: <https://iwelearn.net/resolveuid/bddb33f66dcc43f186491e1af08a39e7>
24. Ашабоков Б. А., Ташилова А. А., Кешева Л. А., Теунова Н. В., Таубекова З. А. Климатические изменения средних значений и экстремумов приповерхностной температуры воздуха на юге Европейской территории России . *Фундаментальная и прикладная климатология*. 2017. Вып. 1. С. 5-19. DOI: <https://doi.org/10.21513/2410-8758-2017-1-5-19>
25. Торопов П. А., Алешина М. А., Семенов В. А. Тенденции изменений климата Черноморско-Каспийского региона за последние 30 лет. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. 2018. Вып. 2. С. 67-77. URL: https://vestnik5.geogr.msu.ru/jour/article/view/405?locale=ru_RU
26. Ивус Г. П., Агайар Э. В. Физико-статистический анализ и прогноз слабого ветра и инверсий температуры над территорией Северо-Западного Причерноморья: монография. Одесса. ОДЕКУ, Одесса: ТЭС, 2018. 202 с.
27. Ильин Ю. П., Репетин Л. Н., Белокопытов В. Н., Горячкин Ю. Н., Дьяков Н. Н., Кубряков А. А., Станичный С.В. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 2: Черное море / МЧС и НАН Украины, Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института. Севастополь, 2012. 421 с.
28. Евстигнеев В. П., Наумова В. А., Воскресенская Е. Н., Евстигнеев М. П., Любарец Е. П. Ветро-волновые условия прибрежной зоны Азово-Черноморского региона. Севастополь: ИПТС. 2017. 320 с.

References

1. Belokopytov, V.N. (2017). *Climate changes in the Black Sea hydrological regime*. Sevastopol. (In Russian)
2. Mikhailov, V.N. & Mikhailova, M.V. (2008). RiverMouths. In: A. Kostianoy and A. Kosarev (Eds.), *The Black Sea Environment. The Handbook of Environmental Chemistry. Vol. 5, Part Q* (pp. 91-134). Berlin: Springer-Verlag Heidelberg. https://doi.org/10.1007/698_5_061
3. Blogger (2020). Retrieved from: http://msofliosgeografia.blogspot.com/2017/04/blog-post_473.html
4. Lipins'kyu, V.M., Dyachuk, V.A., & Babichenko, V.M. (2003). *Climate of Ukraine*. Kyiv: Rayevs'kyu Publ. (In Ukrainian)
5. Semenova, I.H. & Nazhmudinova, O.M. (2019). *Regional weather forecast*. Odessa. (In Ukrainian)

6. Slizhe, M., Semenova, I., Pianova, I. & El Hadri, Y. (2018). Dynamics of macrocirculation processes accompanying by the dry winds in Ukraine in the present climatic period. *Croatian Meteorological Journal*, 53 (53), 17-29. <https://hrcak.srce.hr/231265>
7. Slizhe, M., Semenova, I. & El Hadri, Y. (2018). Synoptic Conditions for dry winds in August 2010 in Ukraine. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, 15(3), 1-11 <https://doi.org/10.9734/JGEEI/2018/41323>
8. Semenova, I., & Slizhe, M. (2020). Synoptic Conditions of Droughts and Dry Winds in the Black Sea Steppe Province Under Recent Decades. *Frontiers in Earth Science*, 28 April. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00069>
9. Balabukh V.O. (2004). Cyclone trajectories that cause dangerous and spontaneous precipitation in Ukraine during the warm period of the year. *Scientific Proc. UkrSRGMI*, 253, 103-119 (In Ukrainian)
10. Polonskij, A.B., Bardin, M.Ju. & Voskresenskaja, E.N. (2007). Statistical characteristics of cyclones and anti-cyclones over the Black Sea in the second half of the twentieth century. *Marine Hydrophysical Journal*, 6, 47-58 (In Russian)
11. Bajankina, T. M. & Danova, T. E. (2020). Cyclogenesis of the Mediterranean-Black Sea region according to satellite data. *Sovr. Probl. DZZ Kosm*, 17(3), 231-239 DOI: [10.21046/2070-7401-2020-17-3-231-239](https://doi.org/10.21046/2070-7401-2020-17-3-231-239) (In Russian)
12. Jarovaja, D.A. & Shokurov, M.V. (2012). Mesoscale cyclonic eddies arising over the Black Sea near the Caucasian coast. *Marine Hydrophysical Journal*, 3, 14-30. (In Russian)
13. Efimov, V.V. & Anisimov, A.E. (2011). Climatic characteristics of wind field variability in the Black Sea region - numerical reanalysis of regional atmospheric circulation. *Izvestiya RAN. Physics of the atmosphere and ocean*, 47(3), 1-13. (In Russian)
14. Kara, A.B., Hurlburt, H.E., Wallcraft, A.J. & Bourassa, M.A. (2005). Black Sea mixed layer sensitivity to various wind and thermal forcing products on climatological time scales. *J. Climate*, 18, 5266-5293.
15. Peel, M. C., Finlayson, B.L., & McMahon, T.A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11, 1633-1644.
16. *Dynamics of average annual air temperature and precipitation in some soil and climatic zones of Ukraine. Adaptation of agrotechnologies to climate change: soil-agrochemical aspects: collective monograph.* (2018). NSC "Sokolovsky Institute of Soil Science and Agrochemistry". Kharkiv: Stylish printing house. (In Ukrainian)
17. Martazinova, V.F., Ivanova, E.K. & Shheglov, A.A. (2016). The tendency of the modern temperature and humidity regime in Ukraine to anomalies due to atmospheric processes in the summer season. *Scientific Proc. UkrSRGMI*, 268, 15-24. (In Russian)
18. Arghis, V., Muntean, L.-O., Baci, N., Macicaan, V. & Arghius, C. (2020). Analysis of annual and seasonal air temperature trends in central part of Romania. *Present Environment And Sustainable Development*, 14(1). <https://doi.org/10.15551/pesd2020141004>
19. Dumitrescu, A., Bojariu, R., Birsan, M.V. et al. (2015). Recent climatic changes in Romania from observational data (1961-2013). *Theor Appl Climatol*, 122, 111-119. <https://doi.org/10.1007/s00704-014-1290-0>
20. Busuioc, A., Boroneant, C., Baci, M., & Dumitrescu, A. (2008). Observed temperature and precipitation variability in Romania. SEECOF-1. Retrieved from: <https://meteo.hr/SEECOF08/day2/2-19.pdf>
21. Chenkova, N., Nikolova N. (2015). Air Temperature And Precipitation Variability In Northeastern Bulgaria On The Background Of Climate Change. *Thermal Science*, 19(2), S381-S390. <https://doi.org/10.2298/TSCI150430104C>
22. Abbasnia, M. & Toros, H. (2020). Trend analysis of weather extremes across the coastal and non-coastal areas (case study: Turkey). *J Earth Syst Sci*, 129, 95. <https://doi.org/10.1007/s12040-020-1359-3>
23. Reducing transboundary degradation in the Kura - Aras river basin. Policy Brief – Climate Change. (2013). Retrieved from: <https://iwlearn.net/resolveuid/bddb33f66dcc43f186491e1af08a39e7>
24. Ashabokov, B.A., Tashilova, A.A., Kesheva, L.A., Teunova, N.V. & Taubekova, Z.A. (2017). Climatic changes in mean values and extrema of near-surface air temperature in the south of the European territory of Russia. *Fundamental and Applied Climatology*, 1, 5-19. DOI: <https://doi.org/10.21513/2410-8758-2017-1-5-19> (In Russian)
25. Toropov, P.A., Aleshina, M.A. & Semenov, V.A. (2018). Climate change trends in the Black Sea – Caspian region over the last 30 years. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria 5, Geografia*, 2, 67-77. Retrieved from https://vestnik5.geogr.msu.ru/jour/article/view/405?locale=ru_RU (In Russian)
26. Ivus, G.P. & Agajar, Je.V. (2018). *Physico-Statistical Analysis and Forecast of Weak Winds and Temperature Inversions over the Territory of the North-Western Black Sea*. Odessa: TES. (In Russian)
27. Il'in, Ju.P., Repetin, L.N., Belokopytov, V.N., Gorjachkin, Ju.N., D'jakov, N.N., Kubrjakov, A.A., & Stanichnyj, S.V. (2012). *Hydrometeorological conditions of the seas of Ukraine. Volume 2: Black Sea*. Sevastopol. (In Russian)
28. Evstigneev, V.P., Naumova, V.A., Voskresenskaja, E.N., Evstigneev, M.P. & Ljubarec, E.P. (2017). *Wind-wave conditions of the coastal zone of the Azov-Black Sea region*. Sevastopol: IPTS. (In Russian)

Отримана 23.08.2021

Переглянуто 21.09.2021

Прийнята до друку 12.10.2021