

**ODESA**  
**NATIONAL UNIVERSITY**  
**HERALD**  
Volume 24 Issue 2 (35) **2019**  
***SERIES***  
GEOGRAPHY  
& GEOLOGY

**ВІСНИК**  
**ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО**  
**УНІВЕРСИТЕТУ**  
Том 24 Випуск 2(35) **2019**  
***СЕРІЯ***  
ГЕОГРАФІЧНІ  
ТА ГЕОЛОГІЧНІ НАУКИ

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
ODESA I. I. MECHNIKOV NATIONAL UNIVERSITY

ODESA  
NATIONAL  
UNIVERSITY  
HERALD

*Series: Geography & Geology*

Scientific journal

Published Two issues a year

Series founded in 1996

**Volume 24, issue 2(35) 2019**

Odesa  
ONU  
2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

# ВІСНИК ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

*Серія: Географічні та геологічні науки*

Науковий журнал

Виходить 2 рази на рік

Серія заснована у 1996 р.

**Том 24, випуск 2(35) 2019**

Одеса  
ОНУ  
2019

**Засновник та видавець** – Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

**Редакційна рада:**

І. М. Коваль, д-р політ. наук (голова ради), В. О. Іваниця, д-р біол. наук (заступник голови ради), С. М. Андрієвський, д-р фіз.-мат. наук, В. В. Глебов, канд. іст. наук, Л. М. Голубенко, канд. філол. наук, Л. М. Дунаєва, д-р політ. наук, В. В. Заморов, канд. біол. наук, О. В. Запорожченко, канд. біол. наук, О. А. Іванова, д-р наук із соц. комунікацій, В. С. Круглов, канд. фіз.-мат. наук, В. Г. Кушнір, д-р іст. наук, В. В. Менчук, канд. хім. наук, М. О. Подрезова, директор Наукової бібліотеки, Л. М. Солдаткіна, канд. хім. наук, В. І. Труба, канд. юрид. наук, В. М. Хмарський, д-р іст. наук, С. А. Черкез, д-р геол.-мінерал. наук, Є. М. Черноіваненко, д-р філол. наук.

**Редакційна колегія журналу:**

В. В. Яворська, д-р геогр. наук, професор (*головний редактор*); В. В. Янко, д-р геол.-мін. наук, професор (*заступник головного редактора*); К. В. Коломієць, канд. геогр. наук, доцент (*відповідальний секретар*); **Члени редакційної колегії:** О. Р. Андріанова, д-р геогр. наук; І. В. Буйневич, доктор філософії (Філадельфія, США); Є. І. Ігнатів, д-р геогр. наук, професор (Москва, РФ); Коболєв Б. П., д-р геолог. наук, професор (Київ, Україна); С. П. Лезерман, доктор філософії, професор (Маямі, США); Т. П. Мокрицька, д-р геолог. наук, професор (Дніпро, Україна); А. В. Муровська, канд. геолог. наук (Київ, Україна); А. В. П'яткова, канд. геогр. наук, доцент; Л. Г. Руденко, д-р геогр. наук, академік НАН України (Київ, Україна); В. А. Сич, канд. геогр. наук, доцент; С. Ф. Шнюков, д-р геол.-мін. наук, академік НАН України (Київ, Україна); Т. А. Яніна, д-р геогр. наук, професор (Москва, РФ).

**Відповідальний за випуск** – доц. А. В. П'яткова

**Establisher and Publisher** – Odesa I. I. Mechnikov National University

**Editorial Council:**

I. M. Koval, DrSc (Politicalology) (Chairman of Editorial Council), V. O. Ivanytsia, DrSc (Biology) (Deputy Chairman of Editorial Council), S. M. Andriievskiy, DrSc (Physico-mathematical Sciences), V. V. Hliebov, CandSc (History), L. M. Holubenko, CandSc (Philology), L. M. Dunaieva, DrSc (Politicalology), V. V. Zamorov, CandSc (Biology), O. V. Zaporozhchenko, CandSc. (Biology), O. A. Ivanova, DrSc (Social Communications), V. Ye. Kruhlov, CandSc (Physico-mathematical Sciences), V. G. Kushnir, DrSc (History), V. V. Menchuk, CandSc (Chemistry), M. O. Podrezova, Director of the Scientific Library, L. M. Soldatkina, CandSc (Chemistry), V. I. Truba, CandSc (Jurisprudence), V. M. Khmarskiy, DrSc (History), E. A. Cherkez, DrSc (Geological and Mineralogical Sciences), Ye. M. Chernoiivanenko, DrSc (Philology).

**Editorial board of the journal:**

V. V. Yavorska, Geography (Odessa, Ukraine) – *Editor-in-Chief*; V. V. Yanko, Geology (Odessa, Ukraine) – *Deputy Editor-in-Chief*; K. V. Kolomyiets, Geography (Odessa, Ukraine) – *Executive Secretary*; O. R. Andrianova, Geography (Odessa, Ukraine); I. V. Buynievich, Geology (Philadelphia, USA); E. I. Ignatov, Geography (Moscow, Russian Federation); V. P. Kobolev, Geology (Kyiv, Ukraine); S. P. Leatherman, Geography (Miami, USA); T. P. Mokritskaya, Geology (Dnipro, Ukraine); A. T. Murovska, Geology (Kyiv, Ukraine); A. V. Piatkova, Geography (Odessa, Ukraine); L. G. Rudenko, Geography (Kyiv, Ukraine); V. A. Sych, Geography (Odessa, Ukraine); E. F. Shniukov, Geology (Kyiv, Ukraine); T. A. Yanina, Geography (Moscow, Russian Federation).

**Responsible for the issue** – Doc. A. V. Piatkova

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації:  
Серія КВ № 11466–339Р від 07.07.2006 р.

Затверджено до друку Вченою радою Одеського національного університету  
ім. І. І. Мечникова. Протокол № 3 від 19 листопада 2019 р.

© Одеський національний університет  
імені І. І. Мечникова, 2019

## ЗМІСТ

### ГЕОГРАФІЧНІ НАУКИ

#### ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ

- Андріанова О. Р., Сриберко А. В.**  
МЕТОДИКА РОЗРАХУНКІВ ВЕРТИКАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ПОЛІВ  
ТЕРМОХАЛІННИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ГЛИБОКОВОДНОЇ АКВАТОРІЇ  
ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ ДИСТАНЦІЙНИХ ВИМІРІВ ..... 11
- Гаврилюк Р. В., Берлинский Н. А.**  
ОПАСНЫЕ МОРСКИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ  
ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ ..... 26
- Давидов О. В., Роскос Н. О., Роскос О. М.**  
ПРИРОДНІ УМОВИ ВИНИКНЕННЯ ШТОРМОВИХ НАГОНІВ У РАЙОНІ  
ГЕНІЧЕСЬКОЇ ДЕЛЬТИ ..... 40
- П'яткова А. В., Муркалов О. Б., Логвина Ю. В.**  
ВПЛИВ МЕТОДУ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ НА РЕЗУЛЬТАТИ  
РОЗРАХУНКІВ ЗМИВУ ҐРУНТУ ..... 52

#### ҐРУНТОЗНАВСТВО ТА ГЕОГРАФІЯ ҐРУНТІВ

- Паньків З. П., Яворська А. М.**  
ВАЛОВИЙ ХІМІЧНИЙ СКЛАД ІНІЦІАЛЬНИХ ҐРУНТІВ ВЕРХОВИНСЬКОГО  
ВОДОДІЛЬНОГО ХРЕБТА УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ..... 69

#### ЕКОНОМІЧНА ТА СОЦІАЛЬНА ГЕОГРАФІЯ І ТУРИЗМ

- Джаман Я. В.**  
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ В МІСТІ ЧЕРНІВЦІ ..... 80
- Топчієв О. Г., Сич В. А., Яворська В. В., Долинська О. О.**  
ЕКОЛОГІЧНИЙ ІМПЕРАТИВ У КОНЦЕПЦІЯХ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ЙОГО ГЕОГРАФІЧНІ СКЛАДОВІ ..... 96

## **ГЕОЛОГІЧНІ НАУКИ**

### **ІНЖЕНЕРНА ГЕОЛОГІЯ ТА ГІДРОГЕОЛОГІЯ**

<b>Черкез Є. А., Мелконян Д. В., Скальський В. І.</b> ВПЛИВ ПРОСТОРОВОЇ МІНЛИВОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ НА СТІЙКІСТЬ СХИЛУ .....	115
--	-----

### **ЗАГАЛЬНА ТА МОРСЬКА ГЕОЛОГІЯ**

<b>Кондарюк Т. О.</b> ТРАНСФОРМАЦІЯ НОВОЄВКСИНСЬКОГО ОЗЕРА В ЧОРНЕ МОРЕ НА ГРАНИЦІ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНУ І ГОЛОЦЕНУ ЗА ПАЛЕОНТОЛОГІЧНИМИ ДАНИМИ .....	130
---	-----

## **КОНФЕРЕНЦІЇ**

<b>Тригуб В. І., Біланчин Я. М.</b> ВСЕУКРАЇНСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ ДО 100-РІЧЧЯ ЗАСНОВНИКА КАФЕДРИ ҐРУНТОЗНАВСТВА І ГЕОГРАФІЇ ҐРУНТІВ ОДЕСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ ПРОФЕСОРА ІВАНА ГОГОЛЄВА .....	145
---	-----

<b>ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ .....</b>	152
----------------------------------	-----

## CONTENTS

### GEOGRAPHICAL SCIENCES

#### PHYSICAL GEOGRAPHY

- Andrianova O. R., Sryberko A. V.**  
THE METHOD FOR CALCULATIONS THE VERTICAL DISTRIBUTION  
OF THE FIELDS OF THERMOHALINE CHARACTERISTICS FOR THE BLACK SEA  
DEEP-WATER AREA BY REMOTE MEASUREMENTS DATA ..... 11
- Gavrilyuk R. V., Berlinsky N. A.**  
HAZARDOUS MARINE HYDROLOGICAL PHENOMENA IN THE NORTHWESTERN  
PART OF THE BLACK SEA ..... 26
- Davydov O. V., Roskos N. O., Roskos O. N.**  
NATURAL CONDITIONS OF STORM SURGES FORMATION  
IN THE HENICHESK DELTA AREA ..... 40
- Piatkova A. V., Murkalov O. B., Logvyna Yu. V.**  
INFLUENCE OF THE METHOD FOR CREATING A DIGITAL ELEVATION MODEL  
ON THE RESULTS OF SOIL LOSSES CALCULATION ..... 52

#### SOIL SCIENCE AND SOIL GEOGRAPHY

- Pankiv Z. P., Yavorska A. M.**  
THE GROSS CHEMICAL COMPOSITION OF INITIAL SOILS OF VERKHOVYNA'S  
WATERSHED RIDGE OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS ..... 69

#### ECONOMIC AND SOCIAL GEOGRAPHY AND TOURISM

- Dzhaman Ya. V.**  
PRESENT-DAY TRENDS IN TOURISM DEVELOPMENT IN CHERNIVTSI ..... 80
- Topchiyev O. G., Sych V. A., Yavorska V. V., Dolynska O. O.**  
ECOLOGICAL IMPERATIVE IN THE CONCEPTS OF SOCIO-ECONOMIC  
DEVELOPMENT AND ITS GEOGRAPHICAL COMPONENTS ..... 96

## **GEOLOGICAL SCIENCES**

### **ENGINEERING GEOLOGY AND HYDROGEOLOGY**

- Cherkez E. A., Melkonyan D. V., Skalskyi V. I.**  
EFFECT OF SPATIAL VARIABILITY OF SOIL PROPERTIES  
ON SLOPE STABILITY ..... 115

### **GENERAL AND MARINE GEOLOGY**

- Kondariuk T. O.**  
TRANSFORMATION OF THE NEOEUXINIAN LAKE INTO THE BLACK SEA  
AT THE NEOPLEISTOCENE – HOLOCENE BOUNDARY  
ON PALEONTOLOGICAL DATA ..... 130

## **CONFERENCES**

- Trigub V. I., Bilanchyn Ya. M.**  
ALL-UKRAINIAN CONFERENCE ON THE 100th ANNIVERSARY OF THE FOUNDER  
OF THE DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE AND GEOGRAPHY OF SOILS  
OF THE ODESA UNIVERSITY OF PROFESSOR IVAN GOGOLEV ..... 145

- GUIDELINES FOR AUTHORS** ..... 152



# ГЕОГРАФІЧНІ НАУКИ





## ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ

УДК 551.465

DOI: 10.18524/2303-9914.2019.2(35).83726

**О. Р. Андріанова**, доктор геогр. наук, пров. наук. співроб.

**А. В. Сриберко**, наук. співроб.

ДУ «Відділення гідроакустики Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна  
НАН України»,

вул. Преображенська, б. 3. м. Одеса, 65082, Україна

olga\_andr@mail.ru, sriberko@gmail.com

### МЕТОДИКА РОЗРАХУНКІВ ВЕРТИКАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ПОЛІВ ТЕРМОХАЛІННИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ГЛИБОКОВОДНОЇ АКВАТОРІЇ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ ДИСТАНЦІЙНИХ ВИМІРІВ

У статті представлені результати досліджень з розробки методики розрахунків вертикального розподілу полів температури й солоності в діяльному шарі Чорного моря за даними дистанційних вимірів. Встановлено кореляційний зв'язок між значеннями температури води та швидкості звуку, залежність між значеннями солоності, температури води, швидкості звуку в воді та гідростатичного тиску. Визначено можливість розрахунків вертикального розподілу полів температури й солоності по всій глибоководній акваторії Чорного моря до глибини 50 метрів в період весна - осінь за даними дистанційних вимірів.

**Ключові слова:** Чорне море, розрахунок температури води, розрахунок солоності води, швидкість звуку, рівняння регресії, супутникові дані.

#### ВСТУП

Однією з найважливіших характеристик реального морського середовища є його неоднорідність з широким діапазоном просторових й часових масштабів. Для ефективного вирішення задач моніторингу морського середовища інтерес представляють квазістатичні та динамічні неоднорідності: термохалінних полів (температура, солоність), хімічного складу (хімічних характеристик, складу домішок й добавок), полів течій, різних видів хвильових процесів, тобто всі ті неоднорідності, які в силу фізичних особливостей можуть піддаватися спостереженню [8]. Температура води є найрегулярніше вимірюваний параметр в порівнянні з іншими океанологічними характеристиками й може служити індикатором інших процесів, як гідробіологічних, так і гідрометеорологічних.

За останні двадцять років стався значний прогрес в розумінні основних фі-

зичних та біогеохімічних процесів в Чорному морі [5, 6, 16] завдяки проведенню сучасних науково-дослідних програм. Розроблено й впроваджено інструменти моделювання та збору даних, які вимагають подальшого калібрування та перевірки. В основному дослідження по верифікації та калібруванню даних базуються на сукупності супутникових й контактних вимірів температури поверхні моря [6, 11, 15]. На сьогодні існує велика проблема отримання контактних даних вертикального розподілу термохалінних характеристик Чорного моря. Тому, доводиться прибігати до непрямих визначень вертикального розподілу цих характеристик шляхом розробок різних методик розрахунку їх вертикального розподілу [7].

*Мета досліджень* полягала у розробці методики розрахунків вертикального розподілу полів температури та солоності води за акустичними й супутниковими даними. Для чого на прикладі Чорного моря були вирішені наступні задачі:

- визначення кореляційних зв'язків між значеннями температури води та швидкості звуку;
- визначення залежностей між значеннями солоності води, температури води, швидкості звуку у воді та гідростатичного тиску;
- оцінка можливості розрахунку швидкості звуку по значеннях температури води, розрахованих за побудованими рівняннями регресії на основі супутникової інформації;
- оцінка можливості розрахунку солоності у воді по значеннях температури води, швидкості звуку у воді та гідростатичного тиску, розрахованих за побудованими рівняннями регресії;
- розробка методики розрахунків вертикального розподілу полів температури та солоності води за акустичними й супутниковими на прикладі Чорного моря.

## **МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Вихідними даними для розробки методики розрахунків вертикального розподілу температури води послужили щоденні відомості по супутникових вимірах температури поверхні води Чорного моря з кроком 4 км по широті та довготі (Terра MODIS) [13]. Для визначення кореляційних зв'язків між значеннями температури води та швидкості звуку в Чорному морі, а також для побудови рівнянь регресії використовувались фактичні значення температури та солоності води на станціях або дані суднових вимірів (OSD – Ocean Station Data) з 1890 по 2005 рр. [14]. Для перевірки ефективності та точності розрахунків швидкості звуку та солоності в Чорному морі використовувались фактичні дані, що виміряні за допомогою поплавців (PFL – Profiling float data) з 2005 по 2018 рр. [14].

Розрахунки вертикального розподілу температури води в Чорному морі на стандартних горизонтах (0, 10, 20, 25, 30, 50 метрів) на основі супутникової інформації проводилися за «Методикою розрахунку вертикального розподілу

температури води в Чорному морі на основі супутникової інформації» (далі – Методика) [5, 18].

Дослідження ґрунтувалися на математичних та фізико-статистичних методах. Регресійний й кореляційний аналізи були основою для розробки методики.

Для побудови рівнянь регресії вихідними даними послужили усереднені по умовних 72 квадратах (рис. 1) розміром  $40' \times 60'$ , місяцям та стандартним горизонтам багаторічні (за період з 1890 по 2017 рр.) характеристики температури води в Чорному морі. Дані вибиралися для періоду весна – осінь, оскільки в холодний період року даних мало у більшості районів моря. У кожному квадраті (рис. 1) розраховувалися рівняння експоненціальної та лінійної регресії [2, 5, 9, 18] для певного місяця року, виду

$$y = ae^{bx} \quad (1)$$

та

$$y = ae + b, \quad (2)$$

де  $a$  та  $b$  коефіцієнти рівняння регресії,  $y$  – температура води на досліджуваному горизонті,  $x$  – температура води на горизонті, що знаходиться вище досліджуваного.

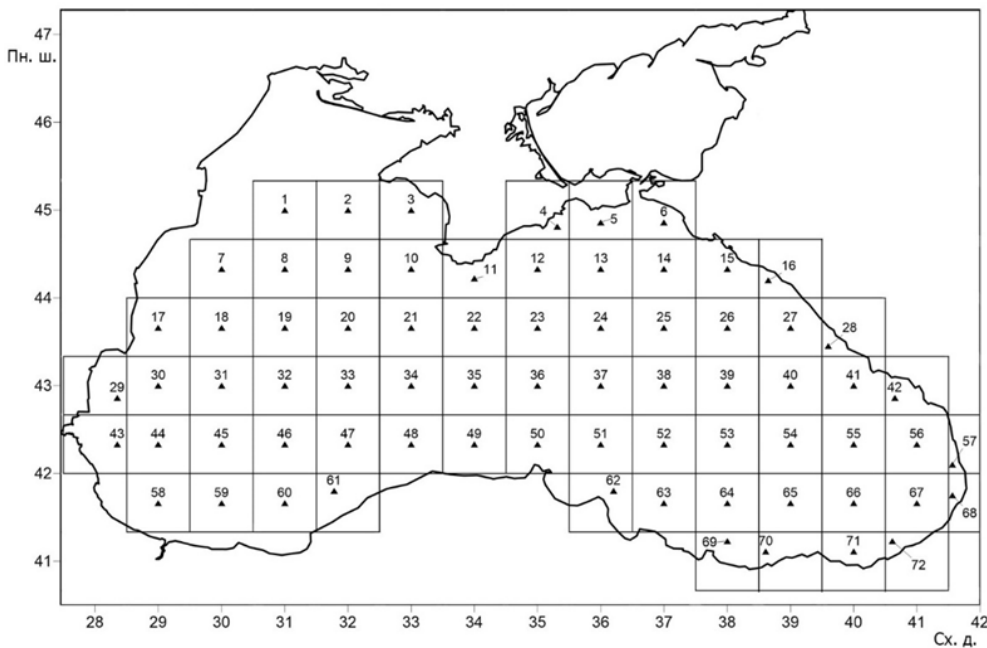


Рис. 1. Розташування умовних квадратів (розмір квадрата  $40' \times 60'$ ) для розрахунку рівнянь регресії в Чорному морі [18]

Розрахунки швидкості звуку в Чорному морі ґрунтувався на визначенні кореляційних зв'язків між значеннями температури води та швидкістю звуку, що розрахована за рівнянням ЮНЕСКО [10, 12]:

$$C(S, T, P) = C_w(T, P) + A(T, P)S + B(T, P)S^{3/2} + D(T, P)S^2, \quad (3)$$

де  $C$  – швидкість звуку,  $C_w$ ,  $A$ ,  $B$ ,  $D$  – коефіцієнти рівняння,  $S$  – солоність води,  $T$  – температура води,  $P$  – гідростатичний тиск.

Коефіцієнти рівняння  $C_w$ ,  $A$ ,  $B$ ,  $D$  розраховуються за окремими формулами [12]. Рівняння (3) дозволяє розраховувати швидкість звуку залежно від температури, солоності та гідростатичного тиску із стандартною помилкою 0,19 м/с. Критерії для розрахунку по рівнянню:  $0^\circ\text{C} < T < 40^\circ\text{C}$ ,  $0 < P < 1000$  дБар,  $0 < S < 40\%$ .

Мірою лінійної кореляційної залежності між розрахованими значеннями та фактичними є коефіцієнт кореляції ( $-1 \leq r \leq 1$ ) [2, 3, 4, 9]. Перевірка значущості  $r$  проводилася методом порівняння коефіцієнтів кореляції ( $r$ ) з критичним значенням коефіцієнтів кореляції  $r(\alpha)$  при рівні достовірності  $\alpha = 0,95$  [2].

Критичне значення коефіцієнтів кореляції  $r(\alpha)$  розраховувалось за рівнянням:

$$r(0,95) = \sqrt{\frac{t_{0,975}^2}{n-2+t_{0,975}^2}}, \quad (4)$$

де  $t_{0,975}$  –  $t$ -критерій Стюдента при рівні достовірності  $\alpha = 0,975$ ;  $n$  – число членів ряду.

Значення  $r(\alpha)$  визначаються за таблицями [2]. Якщо  $r \geq r(\alpha)$ , то відповідна кореляція визнається значущою.

Ще одним критерієм значущості  $r$  послужило відношення  $r/E_r$ . При надійній залежності коефіцієнт кореляції ( $r$ ) в 6–10 разів більше своєї імовірнісної помилки  $E_r$  [3].

Оцінка значущості та надійності лінійних рівнянь регресії проводилася за  $F$ -критерієм Фішера при рівні достовірності  $\alpha = 0,95$  ( $F_\alpha(f_1, f_2)$  з  $f_1 = k - 1$  і  $f_2 = n - k$  ступенями свободи). Якщо розрахункове значення  $F > F_\alpha(f_1, f_2)$  (критичне), то признається статистична значущість та надійність рівняння регресії [2, 9].

Оцінка точності розрахунків також визначається ефективністю використаного методу. Одним з критеріїв точності розрахунків та застосовності їх на практиці служить відношення  $\delta S/\sigma$ , де  $\delta S$  – середньоквадратична помилка розрахунків,  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення значень фактичних вимірів. Величини  $\delta S$ ,  $\sigma$  можна обчислити за відомими формулами [2, 3, 4, 9]. Чим менше відношення  $\delta S/\sigma$ , тим надійніше метод розрахунків. Для функціональної залежності  $\delta S/\sigma = 0$ , а при  $\delta S/\sigma = 1$  варіація функції не залежить від варіації аргументу і, отже, зв'язок між змінними відсутній [3, 4]. Для наших розрахунків вертикального розподілу швидкості звуку в Чорному морі допустимою помилкою є:  $\delta S/\sigma \leq 0,67$  при  $n > 25$ , де  $n$  – кількість вимірів.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Розробка методики розрахунків вертикального розподілу полів температури та солоності води за акустичними й супутниковими даними полягала у визначенні регресійних залежностей та кореляційних зв'язків між значеннями досліджуваних характеристик на стандартних горизонтах. На прикладі Чорного моря за супутниковими даними були виконані розрахунки вертикального розподілу полів термохалінних характеристик в діяльному шарі, які доцільно представити за трьома основними етапами.

**Перший етап.** Розрахунки вертикального розподілу температури води в Чорному морі на основі супутникової інформації за методикою [18] мають наступну послідовність: знаходження статистичних залежностей між значеннями температури води на сусідніх горизонтах в Чорному морі за усередненими даними температури води та побудова рівнянь регресії; установка критерію для розрахунку вертикального розподілу температури води ( $\pm\Delta T$ ); розрахунок поправок на температуру на глибинах 10, 20, 25, 50 метрів.

У кожному квадраті (рис. 1) були побудовані 432 рівняння експоненціальної та 432 рівняння лінійної регресії в період травень – жовтень, які є основою для розрахунків вертикального профілю температури води. За цими рівняннями від поверхні (де значеннями температури води є супутникові дані) до глибини 50 метрів розраховується вертикальний розподіл температури води. Визначальним фактором розрахунків служив критерій ( $\pm\Delta T$ ). Відомо [1], що зміна вертикального профілю температури води підкоряється експоненціальному закону розподілу. Дослідження показали ( $>1000$  чисельних експериментів), що при відхиленні значень температури поверхні моря від кліматичних значень температури води ( $T_{clim}$ ) в Чорному морі на  $\pm 2^\circ\text{C}$  переважає лінійна залежність між значеннями температури води на сусідніх горизонтах. Таким чином, якщо значення температури поверхні моря ( $T_0$ ) потрапляє в інтервал  $[T_{clim} - 2 < T_0 < T_{clim} + 2]$ , то вертикальний розподіл температури води розраховується за рівняннями експоненціальної регресії, а коли не входить в цей інтервал, то за рівняннями лінійної регресії.

Для покращення результатів розрахунку вертикального розподілу температури води на основі супутникової інформації були побудовані рівняння парної лінійної регресії для поправок на температуру води [18]. Для поправки на горизонті 20 метрів визначалася залежність між значеннями температури води на горизонтах 25 – 20 метрів, для поправок на горизонтах 25 й 50 метрів – на горизонтах 30 – 25 метрів та 30 – 50 метрів, відповідно. Розрахунок поправки на горизонті 10 метрів має складніший характер, ніж для горизонтів 20, 25, 50 метрів. Розрахунки проводилися методом аналітичного представлення розподілу температури води на поверхні у вигляді функцій координат [18], а саме розкладання супутникових даних температури поверхні моря в ряди по алгебраїчним многочленам – за поліномами Чебишева. Результати попередніх досліджень [18] показали, що поправки на температуру води необхідно вводи-

ти залежно від пори року. Так, для періоду весна – літо вводиться поправка на глибинах 10, 20, 25 метрів, а для осені – на глибинах 10, 20, 25 і 50 метрів.

**Другий етап.** Розрахунки швидкості звуку в Чорному морі за супутниковими даними проводилися за методикою [7] та мають наступну послідовність: розрахунок вертикального розподілу температури води в Чорному морі на стандартних горизонтах за супутниковими даними [18]; розрахунок швидкості звуку в Чорному морі за побудованими рівняннями регресії, за методикою [7]. Для збільшення точності подальших розрахунків вертикального розподілу солоності були побудовані рівняння лінійної регресії щодо розрахунку швидкості звуку на глибині 50 метрів. Окремо для західної, центральної та східної частин Чорного моря визначались кореляційні зв'язки між значеннями температури води та швидкістю звуку, що розрахована за рівнянням ЮНЕСКО (3) та були побудовані рівняння парної лінійної регресії, де предиктантом є швидкість звуку, а предиктором – значення температури води на горизонті 50 метрів.

Результати розрахунків швидкості звуку показали досить високий кореляційний зв'язок між температурою води та швидкістю звуку на глибині 50 метрів в усіх частинах Чорного моря в період весна – осінь. Коефіцієнти кореляції ( $r$ ) були в межах 0,97–0,99 та більше критичного значення  $r(\alpha)$  (табл. 1). Імовірнісні помилки ( $E_r$ ) були в межах  $8,42 \times 10^{-5} - 5,40 \times 10^{-4}$ , а відношення  $r/E_r$  більше за 1790, що говорить про значущість  $r$  та надійний кореляційний зв'язок між температурою води та швидкістю звуку в усіх частинах Чорного моря в період весна–осінь (табл. 1).

Таблиця 1

**Статистичні характеристики розрахунків швидкості звуку та рівняння регресії для горизонту 50 метрів в Чорному морі в період весна–осінь**

Частини Чорного моря	$r$	$r(0,95)$	$r/E_r$	$F$	$F_{0,95}$	Рівняння регресії
Західна	0,97	0,02	1790	93905	3,8	$y_{50} = 4,013_{x50} + 1430,652$
Центральна	0,99	0,03	11295	430729	3,8	$y_{50} = 3,652_{x50} + 1433,441$
Східна	0,99	0,03	11825	558560	3,8	$y_{50} = 3,675_{x50} + 1433,265$

Розрахункові значення  $F$  були в межах  $9,4 \times 10^4 - 5,6 \times 10^5$  та більше критичного значення  $F_{0,95} = 3,8$ . Значення критерію  $(\delta S/\sigma)$  склали 0,09 – 0,25, що менше критичного значення 0,67. Це означає, що усі побудовані рівняння регресії ефективні, надійні, значимі, показники тісноти зв'язку значимі та відображають стійку залежність між значеннями температури води й швидкості звуку в усіх частинах Чорного моря в період весна–осінь.

Для перевірки ефективності та точності розрахунків, значення швидкості звуку в Чорному морі, що розраховані за рівняннями лінійної регресії порівнювалися зі значеннями швидкості звуку, розрахованими на основі фактичних даних, виміряних за допомогою поплавців (PFL – Profiling float data), за рівнян-



ням (3). Результати показали, що в середньому по Чорному морю, стандартна помилка ( $\delta S$ ) склала 0,7 м/с при  $n = 2680$  ( $\sigma = 3,4$ ).

**Третій етап.** Розрахунки вертикального розподілу полів солоності в Чорному морі проводилися по розрахованих значеннях температури води та швидкості звуку на основі супутникової інформації. Рівняння ЮНЕСКО для розрахунку швидкості звуку у воді (3) встановлює залежність між значеннями солоності, температури води, швидкості звуку у воді та гідростатичного тиску.

Для визначення солоності ( $S$ ) та збільшення точності розрахунків, нам необхідно було перетворити рівняння (3) для розрахунку солоності. Приведемо основні перетворення рівняння (3). Замінімо  $C = C_{sound}$  та  $D = C$ . Перенесемо перший член  $C_w$  рівняння (3) в ліву його частину та введемо нову змінну  $N = C_{sound} - C_w$ . Перепишемо рівняння (3) у вигляді:

$$N = AS + BS^{3/2} + DS^2 \quad (5)$$

Далі було виведено  $S$  з рівняння (5) та перетворено його для розрахунків солоності.

Оскільки ця процедура дуже трудомістка та рівняння для розрахунку солоності досить велике, ми не приводимо його у рамках цієї статті. Незважаючи на це, його можна використовувати, наприклад, в програмі Microsoft Office Excel, щоб швидко та легко розраховувати солоність в морському середовищі. Також можливі розрахунки за допомогою комп'ютерної програми Mathcad, однак це займає дуже багато часу.

Точність виведеного рівняння перевірялася методом порівняння значень фактичної солоності та розрахованих значень солоності на основі контактних даних температури води та гідростатичного тиску й розрахованих значеннях швидкості звуку на стандартних горизонтах в період травень – жовтень з 2005 по липень 2018 рр. Стандартна помилка розрахунків солоності склала 0,0028 ‰ при  $n = 16775$ . При максимальному значенні солоності  $S_{max} = 22,236$  ‰, абсолютна похибка ( $\Delta S$ ) склала 0,001‰, а мінімальному значенні  $S_{min} = 14,506$  ‰, абсолютна похибка ( $\Delta S$ ) склала 0,005 ‰.

Дослідження з розподілу солоності показали, що дисперсія локального, тобто в конкретно узятій точці та в певний момент часу, вертикального розподілу солоності в Чорному морі в шарі 0 – 50 метрів, в період весна – осінь, була порядку  $10^{-2}$  ‰. Для вирішення поставленої задачі дисперсія занадто мала, тому приймається, що локальний вертикальний розподіл солоності однорідний в цьому шарі. Таким чином, розрахунок локального вертикального розподілу солоності за виведеним рівнянням проводився для глибини 50 метрів. Розрахована величина солоності на горизонті 50 метрів була постійною величиною для усього шару 0 – 50 метрів.

Результати розрахунків вертикального розподілу солоності за виведеним рівнянням на основі акустичних й супутникових даних на 160 станціях в Чор-

ному морі в період весна – осінь 2017 року показали, що стандартна помилка ( $\delta S$ ) склала 0,25 ‰ при  $n = 960$ .

**Систематизація результатів досліджень та застосування розробленої методики.** Локальний розрахунок вертикального розподілу температури та солоності води в Чорному морі за акустичними й супутниковими даними в шарі 0 – 50 метрів, тобто на декількох станціях, можна легко провести, застосовуючи розроблені рівняння. Але якщо розраховувати по усій акваторії Чорного моря, то цей процес дуже трудомісткий. Тому нами розроблено прототип системи розрахунку вертикального розподілу полів температури та солоності води в Чорному морі за акустичними й супутниковими даними (далі – Система). Система включає 864 рівняння експоненціальної та лінійної регресії для розрахунку вертикального розподілу температури води в усіх умовних квадратах (рис. 1) в Чорному морі та місяцях за період травень–жовтень; рівняння лінійної регресії для розрахунку поправок на температуру на стандартних горизонтах (10, 20, 25, 50 метрів) та інтервали, для визначення розрахунку температури води за рівняннями експоненціальної або лінійної регресії; рівняння лінійної регресії для розрахунку швидкості звуку та рівняння для розрахунку солоності в Чорному морі. Таким чином, Система автоматично визначає де і по яких рівняннях розраховувати вертикальний розподіл температури води і, відповідно, поправки на температуру та солоність води в Чорному морі.

Вихідними даними для розрахунків є тільки щоденні супутникові дані температури поверхні моря та місяць року.

Результати розрахунку вертикального розподілу полів температури та солоності води в Чорному морі на стандартних горизонтах, зональний та меридіональний розрізи для 21.06.2018 р. представлено на рис. 2 та 3. Ці карти побудовано за допомогою комп'ютерної програми ODV (Ocean Data View), призначеної для інтерактивного дослідження і графічного відображення океанографічних профілів, траєкторій або часових рядів даних [17].

Виходячи з вищеписаних результатів, основна послідовність розрахунку вертикального розподілу полів температури та солоності води в Чорному морі за акустичними й супутниковими даними в шарі 0–50 метрів в період весна – осінь має вигляд: 1) установка критерію ( $\pm \Delta T$ ) і визначення інтервалів для розрахунку вертикального розподілу температури води в Чорному морі [ $T_{clim} - 2 < T_0 < T_{clim} + 2$ ]; 2) розрахунок вертикального розподілу полів температури води за рівняннями експоненціальної або лінійної регресії на основі супутникової інформації; 3) введення поправок на температуру на глибинах 10, 20, 25, 50 метрів, залежно від місяця року, для якого ведуться розрахунки вертикального розподілу температури води; 4) розрахунок швидкості звуку на глибині 50 метрів по розрахованих значеннях температури води на основі супутникової інформації; 5) розрахунок вертикального розподілу полів солоності в Чорному морі по розрахованих значеннях температури води й швидкості звуку на основі супутникової інформації.

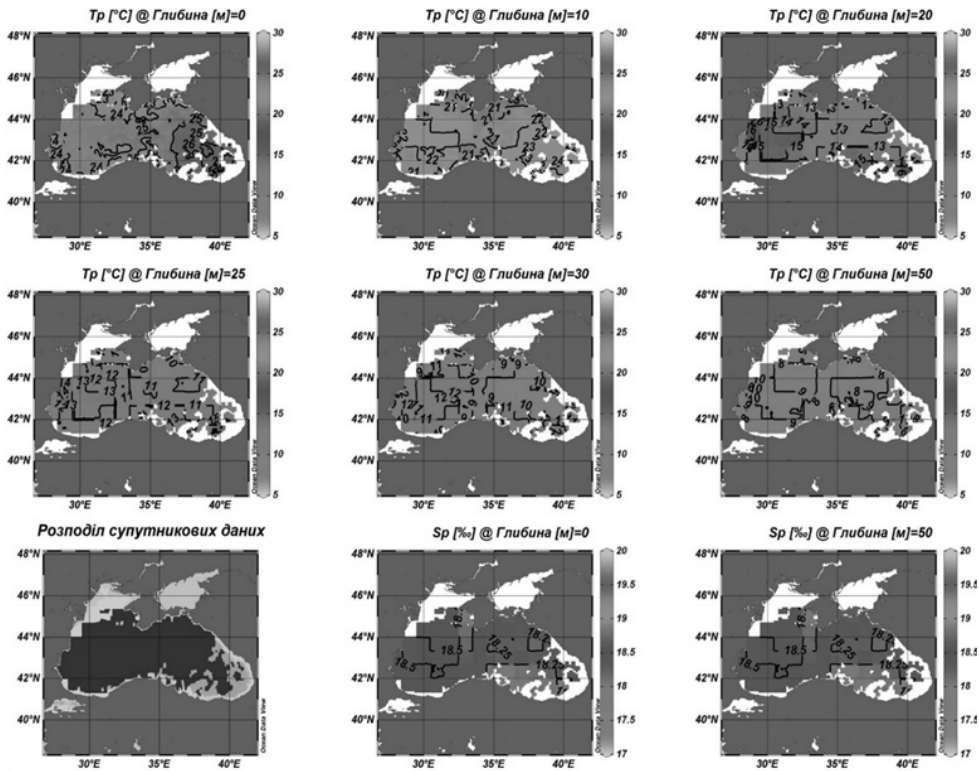


Рис. 2. Карти розрахованих полів температури води ( $T_r$ ) на стандартних горизонтах та солоності ( $S_p$ ) на глибині 0, 50 м в Чорному морі 21.06.2018 р. (темні ділянки – наявність супутникових даних, світлі ділянки – відсутність даних)

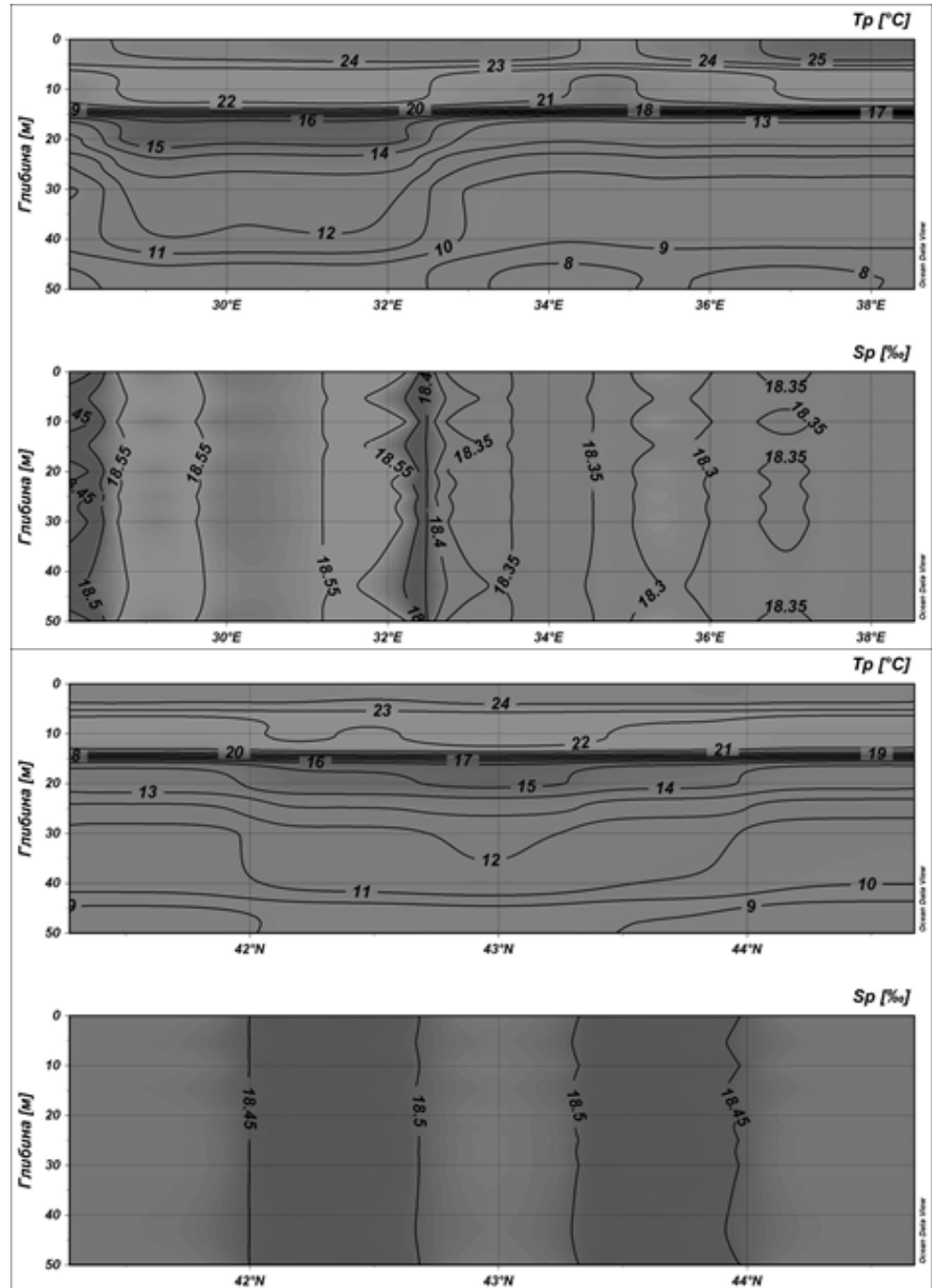


Рис. 3. Розподіл розрахованої температури ( $T_r$ ) й солоності ( $S_p$ ) води на зональному (по широті  $43,06^\circ$  пн.ш) (а) та меридіональному (по довготі  $30,40^\circ$  сх.д.) (б) розрізах в Чорному морі 21.06.2018 р.

## ВИСНОВКИ

Результати розрахунків вертикального розподілу термохалінних характеристик у глибоководній частині Чорного моря за даними дистанційних методів за розробленою методикою показали можливості її застосування в шарі 0 – 50 метрів в період весна – осінь.

Встановлено, що змінення вертикального профілю температури води підпорядковується експоненціальному закону розподілу, але при відхиленні температури поверхні моря від кліматичних значень більше ніж на  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ , переважає лінійний закон розподілу. Основні змінення в розподілі солоності мають горизонтальний характер по акваторії Чорного моря. Дослідження з розробки методики показали, що для розрахунків розподілу солоності в Чорному морі доцільно використовувати значення швидкості звуку на глибині 50 метрів.

Принципи побудови прототипу системи розрахунку вертикального розподілу полів температури та солоності води у перспективі можливо втілити щодо створення «Системи оперативного прогнозу полів термохалінних характеристик на основі дистанційних методів вимірів», що дозволить оцінювати динаміку процесів в Чорному морі, вплив їх змін на гідробіологічні, гідрохімічні, гідрофізичні процеси та екосистему моря в цілому.

Розроблена методика та принципи побудови прототипу системи для розрахунку вертикального розподілу полів температури та солоності води за акустичними й супутниковими даними, які випробувані на прикладі Чорного моря, можуть бути застосовані також для інших акваторій Світового океану з урахуванням їх гідрологічних умов.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Глаголева М. Г. Прогноз температуры воды в океане [Текст] / М. Г. Глаголева, Л. И. Скриптунова – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 168 с.
2. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников [Текст] / А. И. Кобзарь // М.: Физматлит, 2006. – 816 с.
3. Кудрявая К. И. Морские гидрологические прогнозы [Текст] / К. И. Кудрявая, Е. И. Серяков, Л. И. Скриптунова – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 310 с.
4. Морские прогнозы [Текст] / З. К. Абузьяров, К. И. Кудрявая, Е. И. Серяков [и др.]. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 319 с.
5. Оценка возможности расчета вертикального распределения температуры воды в Черном море по спутниковым данным / О. Р. Андрианова, М. И. Скипа, А. В. Сриберко [и др.] // Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні та геологічні науки. – 2015. – Том 20. – Вип. 4. – С. 9-21.
6. Подспутниковая заверка и интерпретация данных космической съемки морской поверхности [Текст] / О. Р. Андрианова, А. А. Батырев, М. И. Скипа [и др.] // Космічна наука і технологія. – 2004. – Том 10. – № 4. – С.92 – 95
7. Сриберко А. В. Методика розрахунку просторового розподілу швидкості звуку за супутниковими даними на прикладі Чорного моря [Текст] / А. В. Сриберко // «Інноватика в сучасному освіті та науці: теорія і практика» (г. Черновці, 27-28 вересня 2019 г.). – Херсон: Гельветика, 2019. – С. 34-37.
8. Черное море как полигон для отработки дистанционных методов контроля [Текст]: моно-

- графия / О. Р. Андрианова, А. А. Батырев, Р. Р. Белевич [и др.]. – Киев: Наукова думка, 2018. – 176 с.
9. Эконометрика [Текст]: учебник / И. И. Елисеева, С. В. Курышева, Т. В. Костеева [и др.]; под ред. И. И. Елисеевой. – 2-е изд., перераб. и доп. // М: Финансы и статистика, 2007. – 576 с.
  10. Ярошенко, А. А. Вычисление скорости звука в морской воде. От Колладона и Штурма до наших дней [Текст] / А. А. Ярошенко // Водний транспорт. – 2012. – Вип. 3. – С. 8-12.
  11. Advantages of fine resolution SSTs for small ocean basins: Evaluation in the Black Sea [Текст] / A. B. Kara, C. N. Barron, A. J. Wallcraft [et al.] // Journal of Geophysical Research: Oceans. – 2008. – Vol. 113. – C08013. – doi:10.1029/2007JC004569.
  12. Fofonoff, N. P. Algorithms for computation of fundamental properties of seawater [Текст] / N. P. Fofonoff, R. C. Millard Jr. // UNESCO Tech. Pap. Mar. Sci. – Vol. 44. – 53 p.
  13. NASA's OceanColor Web [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/13/>.
  14. NOAA World Ocean Database [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nodc.noaa.gov>.
  15. On the warm nearshore bias in Pathfinder monthly SST products over Eastern Boundary Upwelling Systems [Текст] / F. Dufois, P. Penven, C. P. Whittle [et al.] // Ocean Modelling. – 2012. – Vol. 47. – pp. 113-118.
  16. Physical and biogeochemical characteristics of the Black Sea [Текст] / T. Oguz, S. Tugrul, A. E. Kideys [et al.] // The sea. – 2005. – Vol. 14. – Chapter 33. – pp. 1333-1371.
  17. Schlitzer, R. Ocean Data View [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://odv.awi.de>.
  18. Sryberko, A. Calculation of the vertical distribution of water temperature in the Black Sea by satellite data [Текст] / Andrii Sryberko // Geographia Technica. – 2019. – Vol. 14. – No 2. – pp. 97-111.

## REFERENCES

1. Glagoleva, M. G., Skriptunova, L. I. (1979), *Prognoz temperatury vody v okeane. [Forecast of the water temperature in the ocean.]*, Leningrad: Gidrometeoizdat, 168 p.
2. Kobzar, A.I. (2006), *Prikladnaya matematicheskaya statistika. Dlya inzhenerov i nauchnykh rabotnikov [Applied Mathematical Statistics. For Engineers and Scientists]*, Moscow: Fizmatlit, 816 p.
3. Kudryavaya, K. I., Seryakov, E. I., Skriptunova, L. I. (1974), *Morskie gidrologicheskie prognozy. [Marine hydrological forecasts.]*, Leningrad: Gidrometeoizdat, 310 p.
4. Abuzyarov, Z. K., Kudryavaya, K. I., Seryakov, E. I., Skriptunova, L. I. (1988), *Morskie prognozy [Marine forecasts.]*, Leningrad: Gidrometeoizdat, 319 p.
5. Andrianova, O. R., Skipa, M. I., Sryberko, A. V., Stepanova, Yu. V. (2015), Otsenka vozmozhnosti rascheta vertikalnogo raspredeleniya temperatury vody v Chernom more po sputnikovym dannym [Estimation of ability of vertical temperature distribution's calculation for the Black sea's water by satellite data], *Odessa National University Herald. Series: Geography & Geology*, Vol. 20, No 4 (27), pp. 9-21.
6. Andrianova, O. R., Batyrev, A. A., Skipa, M. I., Sryberko, A. V. (2004), Podsputnikovaya zaverka i interpretatsiya dannykh kosmicheskoy semki morskoy poverkhnosti [Undersatellite authentication and interpretation of the data of space surveys of a sea surface.], *Kosmichna Nauka i Tekhnologiya*, Vol. 10, No. 4, pp. 92 - 95.
7. Sryberko A. V. (2019), Metodyka rozrakhunku prostorovoho rozpodilu shvydkosti zvuku za sputnykovymy danymy na prykladi Chornoho morya [Method for calculating the spatial distribution of sound speed by satellite data on the example of the Black Sea]. Proceedings of the Innovatika v sovremennom obrazovanii i nauke: teoriya i praktika (Ukraine, Chernivtsi, September 27-28, 2019), Kherson: Gelvetika, pp. 34-37.
8. Andrianova, O. R., Batyrev, A. A., Belevich, R. R., Skipa, M. I. (2018), Chernoe more kak poligon

- dlya otrabotki distantsionnykh metodov kontrolya: monografiya [Black sea – as a polygon for development of remote control methods], Kiev: Naukova dumka, 176 p.
9. Eliseeva, I. I. (ed), Kurysheva, S. V., Kosteeva, T. V., Pantina, I. V., Mikhailov, B. A., Neradovskaya J.V., Shtroe, G. G., Bartels, K., Rybkina, L. R. (2007), *Ekonometrika: uchebnik [Econometrics]*, Moscow: Finance and Statistics, 576 p.
  10. Yaroshenko, A. A. (2012), Vychislenie skorosti zvuka v morskoy vode. Ot Kolladon i Shturma do nashikh dney [The calculation of sound velocity is in the sea water. From Colladon and Sturm to our days], *Water Transport*, Vol. 3, pp. 8-12.
  11. Kara, A.B., Barron, C.N., Wallcraft, A.J., Oguz, T., Casey, K.S. (2008), Advantages of fine resolution SSTs for small ocean basins: Evaluation in the Black Sea. *Journal of Geophysical Research*, 113, C08013, doi:10.1029/2007JC004569.
  12. Fofonoff, N. P., Millard Jr., R. C. (1983), *Algorithms for computation of fundamental properties of seawater*. UNESCO Tech. Pap. Mar. Sci., Vol. 44, 53 p.
  13. NASA's OceanColor Web, Available at: <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/13/> [Accessed 19 September 2019].
  14. NOAA World Ocean Database, Available at: <http://www.nodc.noaa.gov> [Accessed 27 May 2019/
  15. Dufois, F., Penven, P., Peter Whittle, C., Veitch, J. (2012), On the warm nearshore bias in Pathfinder monthly SST products over Eastern Boundary Upwelling Systems. *Ocean Modelling*, Vol. 47, pp. 113-118.
  16. Oguz, T., Tugrul, S., Kideys, A. E., Ediger, V., Kubilay, N. (2005), Physical and biogeochemical characteristics of the Black Sea. *The sea*, Vol. 14, Chapter 33, pp. 1333-1371.
  17. Schlitzer, R. (2018), Ocean Data View. Available at: <https://odv.awi.de> [Accessed 19 September 2019].
  18. Sryberko, A. (2019), Calculation of the vertical distribution of water temperature in the Black Sea by satellite data. *Geographia Technica*, Vol. 14, No 2, pp. 97-111.

Надійшла 20.10.2019

**О. Р. Андрианова**, доктор географ. наук, вед. н. с.

**А. В. Сриберко**, н. с.

ГУ «Отделение гидроакустики Института геофизики им. С. И. Субботина

НАН Украины»,

ул. Преображенская, д. 3, г. Одесса, 65082, Украина

olga\_andr@mail.ru, sriberko@gmail.com

## **МЕТОДИКА РАСЧЕТОВ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЙ ТЕРМОХАЛИННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ГЛУБОКОВОДНОЙ АКВАТОРИИ ЧЕРНОГО МОРЯ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

### **Резюме**

В статье представлены результаты исследований по разработке методики расчета вертикального распределения полей температуры и солёности в деятельном слое Черного моря по данным дистанционных измерений. Установлена корреляционная связь между значениями температуры воды и скорости звука, зависимость между значениями солёности, температуры воды, скорости звука в воде

и гидростатического давления. Определена возможность расчета вертикального распределения полей температуры и солёности по всей глубоководной акватории Черного моря, до глубины 50 метров, в период весна - осень, по данным дистанционных измерений.

**Ключевые слова:** Черное море, расчет температуры воды, расчет солёности воды, скорость звука, уравнение регрессии, спутниковые данные.

**O. R. Andrianova**

**A. V. Sryberko**

State Institute Hydroacoustics Branch of Institute of Geophysics by S. I. Subbotin  
name of NAS of Ukraine,

3 Preobrazhenska st., Odessa, 65082, Ukraine

olga\_andr@mail.ru, sriberko@gmail.com

## **THE METHOD FOR CALCULATIONS THE VERTICAL DISTRIBUTION OF THE FIELDS OF THERMOHALINE CHARACTERISTICS FOR THE BLACK SEA DEEP-WATER AREA BY REMOTE MEASUREMENTS DATA**

### **Abstract**

**Problem Statement and Purpose.** The results of studies on the development of methods for calculations of the vertical distribution of temperature and salinity fields in the active layer of the Black Sea by remote measurements data was presents in article.

To solve the many practical problems, it is necessary to use vertical distribution of hydrological characteristics of the marine environment. Today there isn't an easy way to get a in situ data for evaluation of the vertical distribution of these characteristics. Indirect definitions of the vertical distribution of water temperature and salinity through the development of various methods for the calculation of the vertical profile of water temperature are used to date.

Main purpose of this work is to estimate an ability of using of satellite data for calculation of the spatial distribution of thermohaline characteristics (on the example of the Black Sea).

**Data & Methods.** The initial data of the actual water temperature and salinity values were station data or measurement from the ship data (OSD – Ocean Station data), data measured with the help of floats (PFL – Profiling float data) and satellite data of the sea surface temperature.

Calculations of the vertical distribution of temperature and salinity fields in the active layer of the Black Sea by remote measurements data are based on original methods developed by the State Institution “Hydroacoustics Branch of Institute of Geophysics of NAS of Ukraine”. The development of methods was based on mathematical, physical and statistical methods of calculation.

Study of vertical distribution of water temperature and salinity in the Black Sea were



carried out in the deep-water part sea at standard levels (0, 10, 20, 25, 30, 50 meters) in spring – autumn period.

**Results.** In the process of research, the following tasks were solved: the possibility of calculating the speed of sound from the values of water temperature calculated on the basis of satellite information are estimated; the possibility of calculating the salinity of water by the values of water temperature, sound speed in water and hydrostatic pressure are estimated; a method for calculations the vertical distribution of the fields of thermohaline characteristics in the active layer of the Black Sea by remote measurements data has been developed.

A prototype of a computer program for calculations the vertical distribution of temperature and salinity fields in the Black Sea based on remote measurements data has been developed. The program automatically determines where and by what equations the vertical distribution of the fields of thermohaline characteristics in the active layer of the Black Sea can be calculated.

The initial data for the calculations are only daily satellite data of the sea surface temperature and the month of the year.

Designed by us, the prototype of a computer program to calculate the vertical distribution of the fields of thermohaline characteristics in the active layer of the Black Sea based on the remote measurements could serve as a basis for the establishment of a "Operational Forecast System of the fields of thermohaline characteristics in the Black Sea based on the remote measurements" (OFS). With the help of which the dynamics of characteristics and effects of their change on hydrobiological, hydrochemical, hydrophysical processes in the Black Sea and the ecosystem of the sea in general can be evaluated.

In our opinion the developed method for calculating of the vertical distribution of the fields of thermohaline characteristics by remote measurements data can be applied to others water area of the World Ocean taking into account their hydrological conditions.

**Keywords:** Black Sea, calculation of water temperature, calculation of water salinity, speed of sound, regression equation, satellite data.

УДК 551.465:504.2(262.5)

DOI: 10.18524/2303-9914.2019.2(35).183727

**Р. В. Гаврилюк**, канд. геогр. наук, доцент**Н. А. Берлинский**, доктор геогр. наук, профессор

Одесский государственный экологический университет,

кафедра океанологии и морского природопользования,

ул. Львовская, 15, Одесса, 65016

nberlinsky@ukr.net, raiisagavr@gmail.com

## **ОПАСНЫЕ МОРСКИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ**

Климатические изменения планетарного масштаба заставляют должным образом реагировать на возможные негативные последствия в региональном аспекте, где их проявления могут быть дополнительно обусловлены спецификой физико-географических факторов и условий. По этой причине рассматривается комплекс экстремальных погодных явлений Северо-западной части Черного моря для возможной разработки превентивных мер в ближайшей перспективе. Анализ использованных данных прямых наблюдений и научных публикаций позволяет выделить наиболее актуальные сведения и выполнить их интерпретацию. В частности, рассмотрена динамика уровня моря, интенсивность аномальных погодных условий, процессы формирования ледовых условий, осолонения в устьевых областях рек и др. Приведены конкретные примеры негативных природных явлений радикальным образом влияющих на социально-экономическую базу региона и безопасность населения.

**Ключевые слова:** северо-западная часть Черного моря, уровень моря, ледовые условия, осолонения в устьях рек, эвтрофирование.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Периодически северо-западная часть Черного моря находится под воздействием экстремальных погодных явлений. Оценка экстремальных погодных явлений относится к весьма приоритетным, так как связана с различными видами ущерба природной среде и социально-экономическим объектам.

Обобщенные характеристики о морских опасных гидрометеорологических явлениях в Азово-Черноморском бассейне приводятся в работе [1], опубликованной около 20 лет назад и включающей анализ материалов наблюдений за 1969–1997 гг. В работе [2] по материалам наблюдений за 1997–2009 гг. представлен анализ природных явлений в Черном и Азовском морях, которые представляют реальную или потенциальную опасность для жизни людей и экономики региона. К нерешенным проблемам относится детализация опасных морских гидрометеорологических явлений в акваториях портов и устьевых

областей северо-западной части Черного моря и основные закономерности их развития на современном этапе.

*Целью* данного исследования является характеристика наиболее значимых для региона опасных морских гидрологических явлений и выявление тенденций их изменения под влиянием климатических и антропогенных факторов на основе собственных исследований и литературных данных. Результаты исследований могут служить основой для разработки превентивных мер по недопущению или снижению негативного воздействия на морехозяйственную деятельность.

*Объект исследования* – опасные морские гидрологические явления в северо-западной части Черного моря.

*Предмет исследований* – изменчивость опасных морских гидрологических явлений под влиянием природных и антропогенных факторов.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Для подготовки работы использованы доступные данные наблюдений за ветро-волновыми параметрами, температурой вод и уровнем моря на станциях, расположенных в северо-западной части Черного моря. При обработке информации использованы методы математической статистики. Кроме того, использованы данные гидрометеорологических наблюдений за такими явлениями как осадки, туманы, смерчи, формирование и продолжительность ледовых условий, прямые и косвенные наблюдения за морскими течениями, изменчивость вертикальной структуры водных масс в импактных зонах, прежде всего в устьевых областях рек. Важнейший источник информации – это результаты и данные, опубликованные в научной литературе и их интерпретация.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Экстремальные морские погодные явления в северо-западной части Черного моря, их критерии и возможные негативные последствия для морехозяйственной деятельности представлены в табл. 1 [2, 3]. В соответствии с работами [1, 2] повторяемость различных видов морских опасных явлений в Черном море неодинакова. Наибольшую повторяемость имеет сильный штормовой ветер, следующие за ним сгонно-нагонные колебания уровня и волнение имеют повторяемость почти в два раза меньшую. Следует отметить, что могут возникать несколько морских опасных явлений одновременно. Рассмотрим подробнее некоторые морские опасные явления.

*Аномальные колебания уровня моря.* По данным срочных наблюдений наиболее высокие и самые низкие положения уровня моря наблюдаются в районе северо-западного шельфа Черного моря. В районе Одессы размах колебаний уровня достигает 2,75 м, что в сочетании с процессом тектонического колебания суши приводит к затруднениям и проблемам в хозяйственной деятельности. Эти явления связаны со сгонно-нагонными процессами,

вызванными штормовыми ветрами. Под действием северо-восточных ветров возникают устойчивые течения, направленные на запад. Они создают нагон в устьях Дуная и Днестра. Ветер противоположного направления вызывает сгон. Разница абсолютных экстремумов уровня моря составляет около 3 м и уменьшается в восточном направлении. Наиболее значительные сгонно-нагонные колебания уровня наблюдаются в северо-западном районе Черного моря (порты Одесса, Черноморск, Южный).

Таблица 1

**Экстремальные морские погодные явления в северо-западной части Черного моря, их критерии и возможные негативные последствия для морехозяйственной деятельности**

Явление	Критерий особой опасности	Возможные негативные последствия и события
1	2	3
Ветер	Скорость ветра более $15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$	Сильное волнение в море, рост ветровых нагрузок на суда и береговые сооружения
Волнение моря	Высота волн в Черном море более 6 м, в портах более 3,5 м	Разрушение береговых сооружений, опрокидывание малых судов
Уровень моря	Колебания уровня моря выше или ниже критических отметок	Подтопление населенных пунктов или береговых сооружений, осушка береговой полосы, обмеление подходов каналов, прекращение судоходства
Цунами	Повышение уровня моря выше критической отметки	Подтопление населенных пунктов
Тягун в бухтах и портах	Интенсивность 3 балла и выше	Повреждение судов и причалов, прекращение погрузо-разгрузочных работ
Течения	Прибрежные скоростью более $1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , в проливах скоростью более $2 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$	Снос судов, в зимнее время – дрейф льда
Обледенение судов	Скорость отложения льда более $0,7 \text{ см}\cdot\text{ч}^{-1}$	Уменьшение устойчивости судна, угроза опрокидывания
Раннее начало устойчивого ледообразования	В северо-западной части Черного моря – раньше 10 декабря, а в лиманах – раньше 1 декабря.	Прекращение судоходства
Дрейф льда	Мощность 7-10 баллов в северо-западной части Черного моря	Разрушение береговых сооружений
Образование прибрежного припая	Толщиной 65 см и более в северо-западной части Черного моря	Прекращение судоходства

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Туман	При видимости менее 100 м, продолжительностью более 12 часов	Столкновения судов, невозможность эксплуатации портовых сооружений и вертолетного обслуживания буровых платформ
Смерч	Размеры в поперечнике до 50 м, высота 100-150 м	Разрушение сооружений и надстроек небольших плавсредств
Дождь, снег	Сумма осадков более 30 мм за 12 часов	Уменьшение видимости, зимой обледенение судов и платформ, высокие паводки на побережье, затопление населенных пунктов
Температура воды	Повышение или снижение на 3-5°	Нарушение рекреационного режима
Осолонение устьевых водоемов	Повышение солености на 5-7 ‰ в течение 15-20 суток	Гибель живых организмов и растительности
Галоклин в устьях рек	Распространение к водозаборах воды с соленостью более 3 ‰	Прекращение водоснабжения населенных пунктов и орошения полей
Развитие эвтрофирования, формирование дефицита кислорода в придонном слое моря и массовая гибель бентоса	Сокращение концентраций растворенного кислорода в придонном до 2 мл·л <sup>-1</sup> и менее	Гибель бентосных сообществ

Выполненные нами ранее исследования [4, 5] показали, что опасные подъемы и спады уровня имеют наибольшую повторяемость с октября по май, что обусловлено наибольшей повторяемостью сильного ветра в этот период года. На станции Черноморск суммарно за год вероятность опасных подъемов и спадов примерно одинакова и составляет 4–4,5 %. На станции Южный опасные подъемы и спады также примерно равновероятны – 3,7–2,9 %. Для станции Одесса суммарно за год повторяемость опасных спадов выше, чем опасных подъемов уровня. При сравнении двух климатических периодов следует, что суммарно за год за период 1980–2012 гг. повторяемость опасных подъемов выросла приблизительно в два раза (с 1,9 % до 3,7 %), а повторяемость опасных спадов уровня, наоборот, снизилась примерно в три раза (с 17,1 % до 6,0 %) по сравнению с периодом 1947–1979 гг. Пояснить это можно климатическими изменениями характеристик ветра. На станции Одесса в многолетней изменчивости средней годовой скорости ветра наблюдается отрицательный тренд, то есть сила ветра за последний климатический период снизилась и снижение произошло за счет уменьшения повторяемости умеренных и сильных ветров, то

есть ветров, обуславливающих опасные подъемы и спады уровня. Произошли изменения и в направлениях ветра. Опасные подъемы уровня моря в Одессе обусловлены действиями ветра восточного и юго-восточного направлений: ветер восточного направления имеет не значимый отрицательный тренд, а ветер юго-восточного направления – значимый положительный тренд – его повторяемость возросла на 5,1 %, что, по-видимому, является причиной роста повторяемости опасных подъемов уровня. Росту повторяемости опасных подъемов уровня способствует также общее повышение уровня моря. Опасные спады уровня моря обусловлены действиями ветров северного, северо-западного и северо-восточного направлений. В многолетней изменчивости повторяемости северного и северо-восточного ветров наблюдаются значимые отрицательные тренды – их повторяемости снизились на 5,6 % и 4,6 % соответственно, а в повторяемости северо-западного ветра – не значимый положительный тренд, что поясняет причины снижения повторяемости опасных спадов уровня моря в Одессе за период 1980–2012 гг.

В связи с общим повышением уровня Черного моря следует ожидать в дальнейшем усиление негативного воздействия опасных нагонов на инфраструктуру и деятельность портов северо-западной части моря.

*Экстремальное волнение и ветер.* Над северо-западной частью моря повторяемость ветра со скоростью более  $15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  не превышает 1 %, а максимальные значения скорости ветра составляет около  $27 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

Исследования последних лет показали, что в северо-западной части Черного моря повторяемость значительных волн (4–6 м) является крайне низкой и составляет 0,02 %, а высоты волн 5,5 м возможны раз в 50 лет [6, 7].

Анализ материалов наблюдений на взморье портов северо-западной части моря показал, что за период 1987–2016 гг. наблюдалось по одному случаю опасных волн на станциях Одесса и Черноморск, которые достигали значений 3,5 м и 3,4 м соответственно. На станции Южный за этот же период максимальные значения высот волн не превышали 3 м. В межгодовой изменчивости максимальных высот волн на станциях Одесса и Южный наблюдаются положительные тренды, в то время как на станции Черноморск – слабый отрицательный тренд.

*Тягуны.* При тягунах в акватории порта возникают колебания уровня с периодами от 30 с до нескольких минут, в результате чего стоящие у причалов суда совершают возвратно-поступательные движения, подвергаясь при этом сильной качке. Катастрофического характера такие движения достигают при совпадении периодов собственных колебаний судна с периодом колебаний массы воды в порту. Вследствие этого погрузо-разгрузочные работы становятся невозможными и суда выводятся на внешний рейд. Экономические потери возникают как за счет повреждения судов и причалов так и за счет простоя судов. По мнению ряда авторов причиной тягуна являются длинные волны, проникающие сквозь ворота порта в акваторию и усиливающие сейшевое колебания

масссы воды в порту. Такие волны возникают при определенных условиях в результате нелинейного взаимодействия двух систем волн в области шторма на некотором удалении от порта.

Тягун наблюдается во многих портах мира и Черного моря. В северо-западной части Черного моря явление тягуна наблюдается в порту Черноморск. В работе [8] описаны метеоусловия, предшествующие возникновению тягуна в порту Черноморск. Показано, что в большинстве случаев этому явлению предшествует выход средиземноморских циклонов и локальный циклогенез в юго-западной части Черного моря. Возникновение тягуна в порту происходит после действия над морем восточного шторма скоростью  $10\text{--}15\text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  продолжительностью 20 ч.

Выполненные нами исследования, показали, что за период 1982–2006 гг. в порту Черноморск наблюдалось 85 случаев возникновения тягуна. Повторяемость явления по годам неодинакова. В отдельные годы не фиксировалось ни одного случая, в то время как в 1993 г. наблюдалось 23 случая тягуна. Наибольшее число случаев приходится на период с октября по март, а в июле и августе не наблюдалось вовсе. В большинстве случаев возникновение тягуна наблюдается при умеренных и сильных ветрах северного, северо-восточного и восточного направлений. При этом средняя высота волн на взморье порта составляла 1,3 м, а максимальная достигала 3,2 м. Все случаи тягунов были слабыми или умеренными и не достигали критерия опасности.

*Цунами.* Черноморские цунами вызываются сейсмическими источниками в море и на суше. За последние два тысячелетия это явление наблюдалось вдоль побережья Черного моря около двух десятков раз. Для четырех землетрясений XX столетия цунами с высотой до 1 м регистрировались мареографами на Крымских и Кавказских участках побережья. Некоторые цунами более раннего периода по описательной информации имели высоту 3–5 м и были разрушительными [2].

*Ледовые условия.* Лед в северо-западной части Черного моря наблюдается ежегодно в заливах и лиманах – Днепро-Бугский лиман и район порта Николаев. Характерным является также неоднократное появление и исчезновение льда в течение зимы. В открытом море в мягкие, а нередко и суровые зимы припай не возникает вовсе. В мягкие зимы на трассе Николаев – Очаков – Одесса в феврале – чистая вода, в умеренные зимы толщина льда составляет 5–10 см, в суровые зимы – 35–40 см. В суровую зиму из взломанного припая образуются большие труднопроходимые поля, толщина которых за счет торосистости может достигать 1 м [9].

Исследования показали, что за последние 30 лет в Черном море повторяемость мягких зим увеличилась примерно на 15 %, а повторяемость умеренных и суровых зим уменьшилась на 4 % и 19 % соответственно. Произошли изменения и в сроках появления льда, и очищения моря ото льда. В северо-западной части Черного моря ледообразование наблюдается позднее на 2–3 недели, а

очищение ото льда на 1–2 недели раньше по сравнению с прошедшими годами. Уменьшилась также продолжительность ледового периода – приблизительно на месяц [10].

В январе-феврале протяженность плавания в ледовых условиях на трассе Николаев-Одесса составляет в мягкую зиму в среднем 30 миль и менее, в умеренную зиму – 45-60 миль, а в суровую – 75 миль (вся трасса покрыта льдом). В середине марта протяженность плавания в ледовых условиях составляет после мягких зим 0 миль, после умеренных – 5 миль, а после суровых – 75 миль. В апреле трасса свободна ото льда при любом типе зимы. В последнюю очередь лед исчезает в районе Николаева. Анализ 86-летнего ряда ледовых фаз для Николаева показывает, что в середине марта лед здесь наблюдается в 40 % случаев. Однако в последние 30 лет вероятность встречи со льдом в этом районе уменьшилась до 25 %.

*Обледенение судов.* В северо-западной части Черного моря в зимнее время года обледенение опасно для рыболовных судов малого тоннажа [3]. Анализ информации показывает, что обледенение судов в Черном море происходит при трех типах атмосферных процессов: 1) выход южных циклонов в северо-западную часть моря; 2) выход «ныряющих» циклонов со Скандинавии на Украину; 3) усиление антициклона над южными районами Украины. Быстрое обледенение рыболовных судов возникает при температурах воздуха ниже  $-3^{\circ}\text{C}$  и скорости ветра более  $10\text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

*Галоклин в устьях рек и осолонение устьевых водоемов.* Уровень Черного моря уже больше 100 лет медленно повышается. На примере самой большой реки Центральной Европы – Дуная следует отметить, что на взморье зафиксировано некоторое ускорение в повышении фонового уровня. Однако пока подъем уровня на величине стонов и нагонов на взморье Дуная не сказался. Однако в дальнейшем, если тенденция повышения уровня Черного моря сохранится или усилится, величины нагонных повышений уровня воды на взморье и дальность распространения нагонов в глубь дельты Дуная увеличатся.

Динамическое взаимодействие вод реки и моря приводит к образованию устьевой зоны смешения морских и речных вод. Большая часть этой зоны обычно находится на устьевом взморье. Здесь создается область опреснения, площадь которой зависит от объема речного стока, направления ветра и глубин. Однако, при уменьшении речного стока, нагонах и приливах зона смешения речных и морских вод может распространяться и на устьевой участок реки, создавая опасное явление – проникновение осолоненных вод в реки. Это явление неблагоприятно для использования водных ресурсов низовьев рек и экологически очень опасно. Проникновение морских вод способствует заилению судоходных каналов, создает перебои в работе водозаборов для снабжения городов и промышленных объектов. Соленые воды, попадая в реки, становятся губительными для пресноводных организмов, осолоняют подземные воды, почвы и т.д.



Поскольку перемешивание, а следовательно, и вертикальная стратификация вод – следствие динамических процессов в устьях рек могут быть оценены такими параметрами как эстуарное  $Ri_E$  и послойное  $Ri_L$  числа Ричардсона, учитывающими влияние речных и морских факторов на характер устьевых процессов, а также параметром стратификации  $n$ :

$$n = \Delta S / S_{cp}, \quad (1)$$

где  $\Delta S = S_o - S_n$ ;  $S_{cp} = 0,5 (S_o + S_n)$ , при этом  $S_n(\text{‰})$ ,  $S_o(\text{‰})$  – соленость воды на поверхности и у дна соответственно [11].

При обобщении данных было установлено, что регулярное появления «клина» осолоненных вод в неприливном устье Дуная происходило в период межени при устойчивом ветре со стороны моря. Так, например, максимальная дальность «клина»  $L_s = 16,8$  км в рукав Прорву (Дунай) наблюдалось 20 сентября 1991 г. при расходе воды  $256 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$  и продолжавшемся в течение трех суток ветре северо-восточного направления со скоростью  $7\text{--}10 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  и порывами до  $18 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  [12].

Исключительно дальнейшее проникновение соленой воды в устье Южного Буга наблюдалось 4 сентября 1986 г. Анализ распределения солёности в Днепро-Бугском лимане (выполнен Морским отделением УкрНИГМИ в Севастополе) показал, что вода с солёностью  $8 \text{ ‰}$ , а это в  $2,7$  раза больше порогового значения  $3 \text{ ‰}$ , достигла г. Николаева. Солёность воды в поверхностном слое колебалась в пределах  $0,65\text{--}6,62 \text{ ‰}$ . Наиболее солёная вода располагалась в центральной части лимана. В придонной области галоклин распространился в устьевой участок реки на  $7,6$  км. В целом, солёная вода поднялась по Южному Бугу на  $23$  км и это вызвало прекращение водоснабжения населенных пунктов и орошения сельскохозяйственных угодий.

Второй случай (7–9 сентября 1994 г.) – типичен для региона. В этот период проявилось влияние на распределение солёности в Днепро-Бугской устьевой области пониженного стока Днестра. При слабых ветрах ( $2\text{--}7 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ) переменных направлений (С, Ю, ЮВ) попуски Каховской ГЭС колебались от  $508$  до  $561 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ , что ниже среднемноголетнего за сентябрь в  $1,4$  раза. Солёность в устьевой области в поверхностном слое изменялась в пределах  $0,31\text{--}1,1 \text{ ‰}$ . В это же время у дна солёность резко возрастает, достигая  $8,33 \text{ ‰}$  на мористом участке дельты Днестра. В придонном слое вода с солёностью более  $1 \text{ ‰}$  распространилась в устье Днестра на  $18$  км. В целом в придонном слое галоклин проник вверх по реке на  $27,7$  км [2].

*Эвтрофирование и гипоксия.* К основному негативному антропогенному влиянию на черноморскую экосистему шельфа относится эвтрофирование морских вод. В результате, на обширных участках моря отмечался массовое развитие первичной продукции фитопланктона, а в дальнейшем и зоопланктона. В отдельные годы область «цветения» моря занимала до  $2/3$  акватории

шельфа. В летне-осенний период, в процессе минерализации органического вещества, поступившего в море и осевшего в придонные слои, расходуется значительное количество растворенного кислорода, обусловленное минерализацией органического вещества в придонном слое, что приводит к массовой гибели бентосных сообществ [13, 14]. Максимального развития этот процесс достиг к 80–90-м годам прошлого столетия. Поступление избытка биогенных веществ со стоком рек, в результате внесения удобрений в системе агрокомплексов, обеспечивало резкую вспышку развития фито-, а затем и зоопланктона в море. Значительный период времени в начале XXI наблюдения за процессами эвтрофирования и формирования придонной гипоксии не проводились, а в настоящее время, из-за спада сельскохозяйственного производства, поступление биогенных веществ сократилось и предполагалось, что условия обитания морских организмов в морской среде будут восстановлены. Однако, как показали современные фактические (in situ) и не контактные спутниковые наблюдения (в частности, за 2017 г.) эвтрофирование значительной части северо-западной шельфа и дефицит кислорода – придонная гипоксия отмечалась на различных участках акватории. Вероятным источником поступления биогенных веществ могут быть как локальные источники, так и многолетние запасы биогенных веществ, депонированные в донные осадки. Следовательно, совершенно необходимо возобновление регулярных комплексных наблюдений за состоянием морской экосистемы для получения оценки пространственно-временных масштабов явления.

### **ВЫВОДЫ**

1. Вследствие значительных климатических изменений повторяемость экстремальных погодных явлений в северо-западной части Черного моря будет возрастать.
2. Если тенденция повышения уровня Черного моря сохранится или усилится, величины нагонных повышений уровня воды на взморье и дальность распространения нагонов, в частности в глубь дельты Дуная увеличатся, что негативно отразится на экологических условиях пресноводной экосистемы.
3. Требуется возобновление регулярных комплексных наблюдений за состоянием морской экосистемы под влиянием продолжающегося антропогенного воздействия.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казаков А. Л. Морские опасные и особо опасные гидрометеорологические явления в Азово-Черноморском бассейне. 1. Каталог [Текст] / А. Л. Казаков, Е. А. Собченко // Метеорология, климатология и гидрология. – 1999. – Вып. 39. – С. 116–131.
2. Доценко С. Ф. Природные катастрофы азово-черноморского региона [Текст] / С. Ф. Доценко, В. А. Иванов // НАН України, Морський гідрофізичний інститут. – Севастополь, 2010. – С. 174.
3. Гаврилюк Р. В. Прогнози небезпечних морських гідрологічних явищ [Текст]: Навч. посібник / Р. В. Гаврилюк. – Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2002. – 43 с.
4. Гаврилюк Р. В. Изменчивость уровня в северо-западной части Черного моря [Текст] / Р. В. Гаврилюк, С. В. Корнилов // Вісник ОДЕКУ. – 2016. – Вып.20. – С. 69–76.
5. Гаврилюк Р. В. Сгонно-нагонные колебания уровня в акваториях портов северо-западной части Черного моря и их изменения в современный климатический период [Текст] / Р. В. Гаврилюк, С. В. Корнилов // Судовождение. Сб. науч. Трудов. – Одесса: Одесская национальная морская академия, 2015. – №25. – С. 7–46.
6. Полонский А. Б. Новые данные об изменчивости ветра в северо-западной части Черного моря [Текст] / А. Б. Полонский, А. В. Гармашов // Доклады Национальной Академии наук Украины, 2010. – №2. – С. 119–124.
7. Полонский А. Б. Характеристики ветрового волнения Черного моря [Текст] / А. Б. Полонский, В. В. Фомин, А. В. Гармашов // Доклады Национальной Академии наук Украины, 2011. – №8. – С.108–112.
8. Балинец Н. А. Регионально-генетические принципы тягуна [Текст] / Н. А. Балинец // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа, Севастополь : ЭКОСИ. - Гидрофизика, 2005. – Вып. 13. – С. 179–187.
9. Думанская И. О. Типовые ледовые условия на судоходных трассах морей европейской части России для зим различной суровости [Текст] / И. О. Думанская // Труды Гидрометцентра России, 2014. – Вып. 350. – С. 120–138.
10. Гаврилюк Р. В. Ледовые явления в Черном и Азовском морях их прогноз. [Текст] / Р. В. Гаврилюк // Тези доповідей, УІ Всеукраїнська наукова конференція «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології», присвячена 100-річчю від дня заснування Національної академії наук України, м. Київ, 13-14 листопада 2018 р. – С. 170–171.
11. Михайлов В. Н. Основы гидрологии устьев рек [Текст] / В. Н. Михайлов, М. В. Михайлова, Д. В. Магрицкий // Москва: ООО "Издательство Триумф", 2018. – 316 с.
12. Гидрология дельты Дуная [Текст] / [Под. ред. В. Н. Михайлова]. – М.: ГЕОС, 2004. – 448 с.
13. Берлинский Н. А. Формирование придонной гипоксии и сероводорода на шельфе Черного моря [Текст] / Н. А. Берлинский, Ю. И. Попов // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «ЕКОЛОГІЯ», 2018. – Вып. 18. – С. 6–13.
14. Берлинский Н. А. Динамика техногенного воздействия на природные комплексы устьевой области Дуная : [Текст] / Н. А. Берлинский. – Одесса : Астропринт, 2012. – 252 с.

## REFERENCES

1. Kazakov, A. L., Sobchenko, Ye. A. (1999), Morskije opasnye i osobo opasnye gidrometeorologicheskie yavleniya v Azovo-Chernomorskom bassejne. 1. Katalog [*Marine and especially dangerous hydrometeorological phenomena in the Azov-Black Sea basin. 1. Catalog*], Meteorologiya, klimatologiya i gidrologiya, issue 39, pp. 116–131.
2. Dotsenko, S. F., Ivanov, V. A. (2010), Prirodnye katastrofy azovo- chernomorskogo regiona [*Natural disasters of the Azov-Black Sea region*], NAN Ukrayiny`, Mors`ky`j gidrofizy`chny`j insty`tut, Sevastopol, 174 p.
3. Gavrilyuk, R. V. (2002), Prognozy` nebezpechny`x mors`ky`x gidrologichny`x yavy`shh. Navh. posibnyk [*Predictions of hazardous marine hydrological phenomena. Educ. manual*], Odessa: Odes`ky`j Derzhavny`j Ekologichny`j Universy`tet, 43 p.
4. Gavrilyuk R.V., Kornilov S.V. (2016), Izmenchivost urovnya v severo-zapadnoy chasti Chernogo

- morya [*Level variability in the northwest Black Sea*], Visnyk ODEKU, vyp. 20, pp. 69-76.
5. Gavrilyuk, R. V., Kornilov, S. V. (2015), Sgonno-nagonnye kolebaniya urovnya v akvatoriyakh portov severo-zapadnoy chasti Chernogo morya i ikh izmeneniya v sovremennyy klimaticheskiy period [*Leveling-up fluctuations of the level in the water areas of the ports of the northwestern Black Sea and their changes in the modern climate period*], Sudovozhdenie. Sb. nauch. trudov, Odessa: Odesskaya natsionalnaya morskaya akademiya, No. 25, pp. 7-46.
  6. Polonskiy, A. B., Garmashov, A. V. (2010), Novye dannye ob izmenchivosti vetra v severo-zapadnoy chasti Chernogo morya [*New data on wind variability in the northwestern Black Sea*], Doklady Natsionalnoy Akademii nauk Ukrainy, No 2, pp. 119-124.
  7. Polonskiy, A. B., Fomin, A. V. (2011), Kharakteristiki vetrovogo volneniya Chernogo morya [*Characteristics of wind waves of the Black Sea*], Doklady Natsionalnoy Akademii nauk Ukrainy, No 8, pp. 108-112.
  8. Balinez, N. A. 2005, Regionalno-geneticheskie printsipy tyaguna [*Regional genetic principles of the draft*], Ekologicheskaya bezopasnost pribrezhnoy i shelfovoy zon i kompleksnoe ispolzovanie resursov shelfa. Sevastopol: EKOSI-Gidrofizika, vyp. 13, pp. 179-187.
  9. Dumanskaya, I. O. (2014), Tipovye ledovye usloviya na sudokhodnykh trassakh morey evropeyskoy chasti Rossii dlya zim razlichnoy surovosti [*Typical ice conditions on the shipping lanes of the seas of the European part of Russia for winters of varying severity*], Trudy Gidromettsentra Rossii, vyp. 350, pp. 120-138.
  10. Gavrilyuk, R. V. (2018), Ledovye yavleniya v Chernom i Azovskom moryakh ikh prognoz [*Ice phenomena in the Black and Azov Seas their forecast*], Tezy` dopovidej, UII Vseukrayins`ka naukova konferenciya «Problemy` gidrologiyi, gidroximiyi, gidroekologiyi», pry`svyachena 100-richchyu vid dnya zasnovannya Nacional`noyi akademiyi nauk Ukrayiny`, m. Ky`yiv, 13-14 ly`stopada 2018 r. – pp. 170-171.
  11. Mikhaylov, V. N., Mikhaylova, M. V., Magritskiy, D. V. (2018), Osnovy gidrologii ustev rek [*Basics of river mouth hydrology*], OOO "Izdatelstvo Triumf" Moskva, 316 p.
  12. Gidrologiya delty Dunaya (Pod. red. V. N. Mikhaylova), (2004), [*Hydrology of the Danube Delta (Under: ed. V.N. Mikhailova)*], M.: GYeOS, 448 p.
  13. Berlinskiy, N. A., Popov, Yu. I. (2018), Formirovanie pridonnoy gipoksii i serovodoroda na shelfe Chernogo morya [*The formation of bottom hypoxia and hydrogen sulfide on the shelf of the Black Sea*], Visnyk kharkivskogo natsionalnogo universitetu imeni V. N. Karazina, seriya «ekologiya», vyp. 18, pp. 6 – 13.
  14. Berlinskiy, N. A. (2012), Dinamika tehnogenogo vozdeystviya na prirodnye kompleksy ustevoy oblasti Dunaya [*Dynamics of anthropogenic impact on natural systems mouth area of the Danube: monograph*], Odessa: Astroprint, 252 p.

Надійшла 21.10.2019

**Р. В. Гаврилюк**, канд. геогр. наук, доцент  
**М. А. Берлінський**, докт. геогр. наук, професор  
Одеський державний екологічний університет,  
кафедра океанології та морського природокористування,  
вул. Львівська 15, Одеса, 65016 Україна  
nberlinsky@ukr.net, raiisagavr@gmail.com

## **НЕБЕЗПЕЧНІ МОРСЬКІ ГІДРОЛОГІЧНІ ЯВИЩА В ПІВНІЧНО-ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ ЧОРНОГО МОРЯ**

### **Резюме**

Північно-західна частина Чорного моря періодично знаходиться під впливом небезпечних погодних умов, що негативно впливає на море господарську діяльність і завдає матеріальних збитків. Метою дослідження є аналіз найбільш значущих для регіону небезпечних морських гідрологічних явищ і виявлення тенденцій їх змін під впливом кліматичних та антропогенних факторів. Для виконання роботи використовувались доступні данні спостережень за вітро-хвильовими параметрами, рівнем моря, явищем тягуна, морськими течіями, льодовими процесами, осолоненням гирлових областей та процесами евтрофікування прибережної зони моря. Дослідження виконано на основі аналізу літературних джерел, а також використання методів математичної статистики при обробки матеріалів спостережень.

У зв'язку з загальним підвищенням рівня Чорного моря слід очікувати в подальшому підсилення негативного впливу небезпечних нагонів на інфраструктуру і діяльність портів північно-західної частини моря.

Встановлено, що виникнення тягуна в порту Чорноморськ відбувається після дії над морем східного шторму з швидкостями вітру  $10\text{--}15\text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  і тривалістю 20 годин. В більшості випадків цьому явищу передують вихід циклонів з Середземного моря і локальний циклогенез в південно-західній частині Чорного моря.

За останні 30 років в Чорному морі повторюваність м'яких зим збільшилась приблизно на 15 %, а повторюваність помірних і суворих зим зменшилась на 4 % і 19 % відповідно. Відбулись зміни і в строках появи льоду і очищення від льоду. В північно-західній частині Чорного моря льодоутворення спостерігається пізніше на 2–3 тижня, а очищення від льоду – на 1–2 тижня раніше в порівнянні з попередніми роками. Також приблизно на місяць зменшилась тривалість льодового періоду.

Рівень Чорного моря вже більше як 100 років повільно зростає, і в подальшому, якщо така тенденція збережеться або підсилиться, величина зростання рівня на узбережжі і дальність розповсюдження нагонів в глиб гирла Дунаю підвищиться. Встановлено, що регулярні появи клину осолоненні води в гирлі Дунаю відбувалось в період межені при стійких вітрах з боку моря.

За даними сучасних супутникових і прямих спостережень встановлено факт антропогенного евтрофікування і дефіциту кисню – придонній гіпоксії на різних ділянках шельфу, що за масштабами можна порівняти з аналогічними процесами, які відбувались в 80–90 роках минулого століття. Імовірним джерелом над-

ходження біогенних речовин можуть бути як локальні, так і багаторічні запаси, депоновані в донні відкладення.

**Ключові слова:** північно-західна частина Чорного моря, рівень моря, льодові умови, осолонення в гирлах річок, евтрофікування.

**R. V. Gavrilyuk**

**N. A. Berlinsky**

Odessa State Environmental University,  
Department of Oceanology and Marine Nature Management,  
15, Lvivska St. 65016, Ukraine  
nberlinsky@ukr.net, raiisagavr@gmail.com

## **HAZARDOUS MARINE HYDROLOGICAL PHENOMENA IN THE NORTHWESTERN PART OF THE BLACK SEA**

### **Abstract**

**Problem Statement and Purpose.** The important object of investigation is the Northwestern part of the Black sea. The Northwestern part of the Black sea located in Ukraine with a big population on the coast under the influence of climate change that reflected on economic potential of the region. The examples of natural phenomena with negative influence to the social – economic situation of the region and safety of population were considered as well. Purpose is the scientific review about the general specification and development tendencies of the hazardous marine hydrological phenomena in the Northwestern part of the Black sea.

**Data & Methods.** The sea level dynamic, the intensity of abnormal weather condition, ice regime formation, salinization in the river mouth areas, etc. were considered. In the processing of information and data set methods of mathematical statistics were used.

**Results.** Because of the general increasing of the Black Sea level, one should expect a further increasing of the negative impact of hazardous surges to the infrastructure and ports activities in the Northwestern part of the sea.

The appearance of a draft in the port's area occurs after an eastern direction storm with a speed of 10–15 m · s<sup>-1</sup> and duration of 20 hours was established. In most cases, this phenomenon is preceded by the emergence of Mediterranean cyclones and local cyclogenesis in the Southwestern part of the Black Sea.

Over the past 30 years, the frequency of mild winters in the Black Sea has increased by about 15 %, and the frequency of mild and severe winters has decreased by 4 % and 19 %, respectively. There were changes in the time of the appearance of ice, and cleansing the sea from ice regime.

In the northwestern part of the Black Sea, ice formation is observed later by 2–3 weeks, and ice cleansing is 1–2 weeks earlier than in the past years. The duration of the ice regime period also decreased - by about a month. During the last 100 years, the Black sea level has been slowly rising and in the future, if the tendency of increasing

continues or intensifies, the magnitude of the surges of water level in the coastal zone and the distribution range of the surges deep into the Danube Delta will be increased. As a result of data analyses the regular appearance of a “wedge” of salty water in the non-tidal mouth of the Danube occurred during the low-water period with a steady wind from the sea side was found.

According modern satellite data the human press impact as a large scale eutrophication phenomenon in the Northwestern marine area and near bottom hypoxia as well had been marked.

**Keywords:** northwestern part of the Black Sea, sea level, ice regime, salinization in river mouths, eutrophication phenomenon.

УДК 557.577.13: 624.131.6 (210.7) (262.5) (477.74)

DOI: 10.18524/2303-9914.2019.2(35).183728

**О. В. Давидов**<sup>1</sup>, канд. геогр. наук, доцент**Н. О. Роскос**<sup>2</sup>, старший викладач**О. М. Роскос**<sup>3</sup>, вчитель географії<sup>1</sup> Херсонський державний університет,  
вул. Університетська 27, Херсон, 73000, Україна,  
svobodny.polet2012@gmail.com<sup>2</sup> Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна,  
natalya\_beg@ukr.net<sup>3</sup> Одеська приватна ЗОШ «Крок»,  
вул. Анни Ахматової 34, Одеса, 65016, Україна,  
roskos81alex@gmail.com

## **ПРИРОДНІ УМОВИ ВИНИКНЕННЯ ШТОРМОВИХ НАГОНІВ У РАЙОНІ ГЕНІЧЕСЬКОЇ ДЕЛЬТИ**

На сучасному етапі розвитку геосфери, в умовах глобальних кліматичних змін, суттєво збільшилась кількість небезпечних гідрологічних явищ, зокрема штормових нагонів. За останні десять років кількість відповідних явищ суттєво збільшилася в західній частині Азовського моря, у районі Генічеської дельти. Причини збільшення кількості катастрофічних коливань рівня моря, в даному регіоні, насамперед пов'язуються із змінами структури вітрового режиму. Під час власних досліджень, було з'ясовано, що на розвиток штормових нагонів в районі Генічеської дельти, також впливають геоморфологічні умови та антропогенна діяльність.

**Ключові слова:** Азовське море, акумулятивна форма, Арабатська Стрілка, згінно-нагонові явища, штормовий нагін, дельта протоки.

### **ВСТУП**

В умовах сучасних кліматичних змін, в Світовому океані з кожним роком збільшується кількість небезпечних процесів гідрометеорологічної природи. У береговій зоні Азово-Чорноморського регіону, одним з найбільш небезпечних явищ вважаються катастрофічні коливання рівня синоптичної природи (явища згонів-нагонів, штормові нагони), які наносять найбільш істотні витрати економіці держави і часто призводять до людських жертв [12, 20, 23]. Згінно-нагонові коливання Азовського моря досить добре вивчені [1, 6, 25], при цьому зібрані великі об'єми статистичної інформації [7, 13, 24], розроблені різні моделі і розраховані прогнози [2, 14, 18]. Проте, в умовах кліматичних змін, катастрофічні коливання з кожним роком стають більш непередбачуваними і небезпечними. Саме тому ми звернули свою увагу на район західної частини



Азовського моря, де в результаті збільшення кількості штормових нагонів ситуація стає найбільш небезпечною в регіоні.

*Мета публікації* полягає у виділенні природних умов виникнення штормових нагонів у районі Генічеської дельти.

*Основні завдання:* проаналізувати гідрометеорологічні умови виникнення штормових нагонів Азовського моря; охарактеризувати геоморфологічні умови Генічеської дельти і прилеглої території; визначити вплив природних умов на специфіку проявлення штормових нагонів; виявити роль антропогенної діяльності у процесі виникнення штормових нагонів.

*Об'єкт дослідження* – штормові нагони району Генічеської дельти.

*Предметом дослідження* виступають природні і антропогенні умови виникнення штормових нагонів.

## МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

**Районом дослідження** є північно-західна частина Азовського моря. Для району дуже специфічний гідрологічний режим прибережних акваторій, обумовлений взаємодією хвилювання, різних прибережних течій, вітрових і саюшевих коливань [17]. Саме у цих складних умовах у північній частині Арабатської Стрілки, сформована специфічна форма рельєфу – дельта проток, яка отримала назву Генічеська (рис. 1).

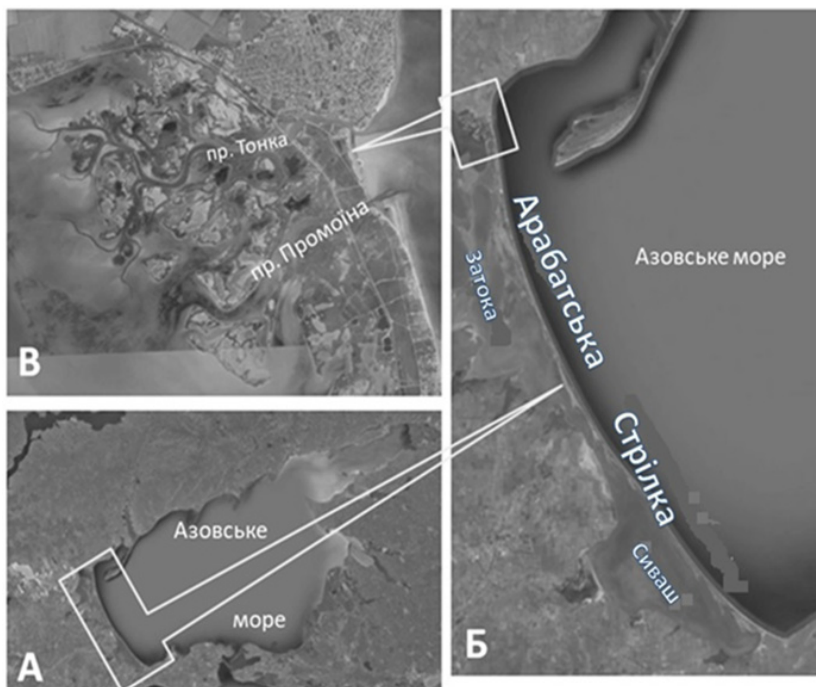


Рис. 1. Географічне розташування і зовнішній вид Генічеської дельти: а – регіон Азовського моря; б – північно-західна частина Азовського моря; в – Генічеська дельта (космічні знімки з ресурсу Google Earth)

Генічеська дельта – ця природне утворення, яке знаходиться в північній частині півострова Арабатська Стрілка, в її межах розташовані дві морські протоки Тонка (Генічеська) і Промоїна (Протока). Арабатська Стрілка є полігенетичним утворенням, в його структурі велику частину займає береговий бар, до якого на північному заході приєднані корінні виступи, а на півночі дельта проток [15, 26].

Виділення дельти проток, як окремої структури даної акумулятивної форми, обумовлене її генезисом. Як відомо [16], еволюція цієї форми йшла у напрямі збільшення її висоти і об'єднання островів в єдине утворення, саме тому основна частина промоїн була замита. У північній частині Арабатської Стрілки завдяки специфічним гідрологічним умовам промоїна трансформувалася в протоку, багаторічне існування якої і зумовило формування дельти.

Фактичною інформацією для написання статті є: матеріали власних польових спостережень, тривалість яких понад 20 років; дані гідрометеорологічної станції Генічеськ; інформація з електронного ресурсу Кліматичний кадастр України [19] та картографічні данні з «Атласу екстремальних вітрових коливань рівня Азовського моря» та «Кліматичного атласу Азовського моря 2006» [1, 18].

В процесі виконання роботи були використані методи порівняльно-географічний, історико-географічний, картографічний, математичний і графоаналітичний для обробки метеорологічних даних, а також метод наукового аналізу для узагальнення та систематизації широкого спектру опрацьованих матеріалів.

## **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ АНАЛІЗ**

**Згінно-нагонові коливання у західній частині моря.** Азовське море є мілководним, замкненим, безприпливним морським басейном, у межах якого проявляються коливання з амплітудою більше 4–5 м і тривалістю в 3–4 дні [2, 9]. Синоптичні коливання характеризуються певною специфікою прояву, який подібний до саюшевих явищ з однією вузловою лінією, що проходить приблизно через центр моря. [7, 17]. Важливе значення має той факт, що сучасна інтенсифікація згінно-нагонових коливань, відбувається на тлі загальної тенденції до збільшення рівня моря, причому найбільші величини кутових коефіцієнтів лінійних трендів відзначаються за останні 60 років [11].

Максимальна амплітуда згінно-нагонових коливань в районі Генічеська складає 423 см, з яких максимум падіння рівня досягав відмітки в -187 см [2], а максимальний підйом відповідав висоті рівня в +236 см [13]. Тривалі спостереження за коливанням рівня в Азовському морі дозволили розробити прогноз прояву катастрофічних явищ, згідно з яким в районі Генічеська 1 раз в 10 років можуть проявлятися штормові нагони з висотою близько 210 см, раз в 25 років – 240 см, з періодичністю в 50 років – 250 см, і один раз в 100 років – 260 см. Явище згону може досягати відмітки – 180 см, проявляється один раз в 10 рік,

200 см може відбуватися один раз на 25 років, 210 см реєструється раз в 50 років, а більше 220 см фіксується не частіше одного разу на 100 років [8].

Історичний аналіз показав, що в 1962 році в районі Генічеська була зафіксована максимальна висота рівня нагону 236 см. Штормовий нагін був пов'язаний з дією східного вітру із швидкістю 28 м/с, в період з 30 січня по 4 лютого. В результаті підйому рівня Генічеська дельта і прилегла до неї частина міста була затоплена, а Арабатська Стрілка в межах знижених ділянок перепліскувалася [2].

Подібні до історичного максимуму нагони проявляються не часто. Слід виділити сильний штормовий нагін з висотою понад 2 м, який зафіксований у 1954 році і був пов'язаний з дією східного вітру зі швидкістю 20–24 м/с, період з 21 по 30 листопада. В результаті підйому рівня дельта і прилегла частина Генічеська були затоплені.

6–10 січня 1969 року в районі дельти Генічеської протоки сталося підняття рівня моря на висоту 2,25 м. Даний штормовий нагін був обумовлений дією південно-східного вітру зі швидкістю 25 м/с. В результаті прояву відповідного нагону поверхня дельти була повністю затоплена і утворилася друга протока - Промоїна. Специфіка даного нагону була обумовлена температурним режимом повітря: під час підйому рівня сильно знизилася температура і водна поверхня вкрилася льодом. Подальший рух льоду в бік Сиваша призвів до часткового руйнування залізниці [4].

В останні десятиліття кількість штормових нагонів збільшилася, однак катастрофічні підйоми рівня з висотою більше двох метрів не спостерігалися (табл. 1).

Таблиця 1

**Максимальні штормові нагони в районі Генічеської дельти за період з 2009 по 2018 рр. (за матеріалами гідрометеорологічної станції Генічеськ)**

Дата	Напрямок вітру	Швидкість вітру (м/с)	Висота рівня (м)
16–17 грудня 2009	схід-північний-схід	23–28 м/с	1,13
18–20 січня 2010	схід-північний-схід	24–28 м/с	1,46
3–4 квітня 2011	схід-південний-схід	20–25 м/с	1,04
25–27 січня 2012	схід-північний-схід	28–34 м/с	1,56
15–16 квітня 2013	схід	24–28 м/с	1,16
29–30 січня 2014	схід-північний-схід	20–28 м/с	1,14
28–29 березня 2015	схід	25–30 м/с	1,15
12–13 жовтня 2016	південний-схід-схід	20–28 м/с	1,18
25–29 вересня 2017	схід-північний-схід	16–18 м/с	0,70
28–30 листопада 2018	схід-північний-схід	20–24 м/с	1,33

Слід зазначити, що на початку XXI століття істотно розширилися хронологічні рамки прояву штормових нагонів: якщо в другій половині XX століття основна частина катастрофічних коливань проявлялася у холодний період (з жовтня по березень), то за останні роки вони все частіше реєструються і в теплий період (з квітня по вересень). Збільшення загальної кількості штормових нагонів в районі дослідження обумовлено змінами в структурі вітрового режиму над акваторією Азовського моря, що проявилось у збільшенні повторюваності вітрів східних напрямків (рис. 2).

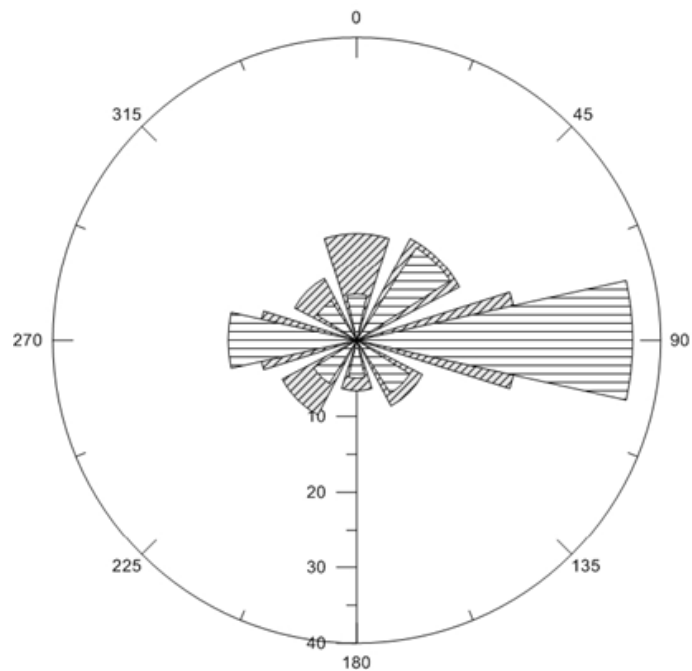




Рис. 2. Порівняльний аналіз повторюваності вітру по ст. Генічеськ за різні періоди:  1966–1990;  2011–2018 (за матеріалами [19])

**Геоморфологічні умови району.** Генічеська дельта має складну форму, що зовні нагадує багаторукавну річкову дельту, яка розширюється у напрямку затоки Сиваш. Її загальна площа близько 16,5 км<sup>2</sup>. Максимальна довжина дельти складає 4,7 км, а ширина істотно змінюється – так, в східній (морський) частині вона не перевищує 1,2 км, в центрі розширюється до 5,9 км, а в межах західної (лагунної) частини скорочується до 3,2 км. Водообмін між Азовським морем і затокою Сиваш здійснюється через дві протоки, до яких відносяться Тонка і Промоїна, а рух води у більшості випадків залежить від напрямку і швидкості вітру.

У структурному відношенні, територія дельти знаходиться в районі західної частини субширотного Азовського розламу, який є межею між Причорно-

морською і Сиваською западинами. Це місце розташування дельти обумовлює домінування у її межах негативних тектонічних рухів, швидкість яких складає 1,2–2,0 мм/рік [10]. Прояв негативних рухів посилюється процесом осадконакопичення, що відбувається у межах дельти, який знаходить своє відображення у збільшенні піщано-мулових відкладень дельти і висунення її у бік Сивашу.

При формуванні штормових нагонів важливе значення має розчленування берегової лінії. Як відомо, максимальної висоти катастрофічні підйоми рівня досягають у вершинах заток, які звужуються [16]. На сучасних картах і космічних знімках морська частина дельти має увігнутий характер. Саме увігнутий характер берегової лінії і сприяє напряму вод нагонів у бік цієї низинної території, і як наслідок відбувається підвищення рівня і затоплення дельти.

**Вплив антропогенної діяльності.** На характер еволюції дельти істотний вплив мали різні види антропогенної діяльності - створення підхідного каналу до порту Генічеськ, видобуток черепашки і будівництво залізниці на поверхні Арабатської Стрілки.

На картах середини XIX і початку XX століття в районі гирла Генічеської протоки розташована невелика угнутість берегової лінії, яка за своїми розмірами істотно менше за сучасну. В той же час, в районі порту Генічеськ, упродовж більше 100 років існував підхідний канал, завдовжки близько 1 км, при ширині до 60 м і глибині 4,5 м [3]. Періодично, він мілішав, за рахунок занесення мулами і прибережно-морськими наносами, і для відновлення його судноплавності проводилися днопоглиблювальні роботи. На нашу думку, існування цієї антропогенної форми рельєфу сприяло розмиву і відступанню морської частини дельти та як наслідок формуванню увігнутості берегової смуги.

З кінця XIX століття і до 1970 року на поверхні більшої частини Арабатської Стрілки і Генічеської дельти функціонувала залізниця. При її будівництві на поверхню дельти відсипався насип з матеріалів самої акумулятивної форми. Тому в межах дельти з'явилися штучні форми рельєфу, які мали позитивний і лінійно витягнутий характер, а також негативні форми площинного характеру [22]. Під час штормових нагонів позитивні форми рельєфу були істотною перешкодою для морських вод і сприяли підйому рівня. Негативні форми виконували функцію резервуарів як для вод нагонів, так і для наносів, які переносилися під час нагонів. Саме тому ми вважаємо, що дані види антропогенної діяльності сприяли збільшенню ризику затоплення дельти під час нагонів.

## ВИСНОВКИ

У межах сучасної Генічеської дельти характер прояву і амплітуда штормових нагонів напряму залежить як від гідрологічних, так і від геоморфологічних умов. Природна обумовленість прояву катастрофічних синоптичних коливань пов'язана у першу чергу з морфоструктурними і морфогенетичними особливостями дельти. Відповідні особливості проявляються у вигляді негативних тектонічних рухів і в наявності дуже незначних абсолютних відміток висот.

Важливе значення має також антропогенна діяльність в районі дельти впродовж останніх 100 років яка в еволюційному відношенні істотно впливала на створення геоморфологічних умов, сприятливих для розвитку штормових нагонів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атлас экстремальных ветровых колебаний уровня Азовского моря. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oceanography.ru/index.php/2010-03-15-15-57-22/2010-03-15-15-59-06/255-2012-03-26-06-44-52>.
2. Беспалова Л. А. Опасные штормовые нагоны и разрушения берегов Азовского моря [Текст] / Л. А. Беспалова, А. Е. Цыганкова, Е. В. Беспалова, С. А. Мисиров // Наука юга России, 2019. – Том 15. – № 2. – С. 29 – 38.
3. Виноградов А. К. Подходные каналы и их значение в функционировании экосистем акваторий морских портов [Текст] / А. К. Виноградов, Ю. И. Богатова, И. А. Синегуб // Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання природних ресурсів. – 2012. – 26 (1). – С. 34 – 47.
4. Воровка В. П. История двух протоков [Текст] / В. П. Воровка // Мелитопольский краеведческий журнал. – 2016. – № 7. – С. 85 – 88.
5. Воровка В. П. Особенности гидрологического зв'язку Сивашу з Азовським морем [Текст] / В. П. Воровка // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2013. – Т. 2 (29). – С. 84 – 89.
6. Герман В. Х. Спектральный анализ колебаний уровня Азовского, Черного и Каспийского морей моря в диапазоне частот от одного цикла за несколько часов до одного цикла за несколько суток [Текст] / В. Х. Герман // Труды ГОИН, 1970. – Вып. 103. – С. 52–73.
7. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1: Азовское море [Текст] / Ю. П. Ильин, В. В. Фомин, Н. Н. Дьяков, С. Б. Горбач; МЧС и НАН Украины, Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института. – Севастополь, 2009. – 400 с.
8. Давыдов А. В. Влияние штормовых нагонов на развитие берегов с ветровой осушкой. [Текст] / А. В. Давыдов // Наукові записки Херсонського відділу Українського географічного товариства. – Херсон: ПП Вишемирський, 2006. – Вип. 2. – С.16–18.
9. Давидов О. В. Причины та наслідки штормового нагону в береговій зоні Бердянської затоки 11 листопада 2007 року [Текст] / О. В. Давидов, О. М. Роскос // Фальц-Фейнівські Читання. Зб. наук. праць [головн. ред. С. В. Шмалей]. – Херсон: ПП Вишемирський, 2009. – С. 74–82.
10. Давидов О. В. Аналіз тектонічної зумовленості геоморфологічних умов берегової зони Херсонської області [Текст] / О. В. Давидов, І. М. Котовський, М. О. Зінченко, С. В. Сімченко // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія Географічні науки. – 2017. – Вип. 6. – С. 134 – 140.
11. Давыдов А. В. Катастрофические синоптические колебания уровня моря в пределах мелководных заливов Чёрного и Азовского морей [Текст] / А. В. Давыдов // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и промышленных вызовов («Опасные явления»): материалы Международной научной конференции (г. Ростов-на-Дону, 13–23 июня 2019 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. – С. 158 – 161.
12. Доценко С. Ф. Природные катастрофы Азово-Черноморского региона [Текст] / С. Ф. Доценко, В. А. Иванов // Севастополь, ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. – 174 с.
13. Дьяков Н. Н. Синоптические условия возникновения аномальных колебаний уровня Азовского моря [Текст] / Н. Н. Дьяков, В. В. Фомин // Труды УкрНИГМИ, 2002. – С. 332 – 341.
14. Жилиев А. П. Расчет колебаний уровня Азовского моря [Текст] / А. П. Жилиев // Океанология. – 1972. – 12(1). – С. 49 – 56.
15. Зенкович В. П. Берега Черного И Азовского морей [Текст] / Всеволод Павлович Зенкович. – Москва: Географгиз, 1958. – 371 с.
16. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов [Текст] / Всеволод Павлович

- Зенкович. – Москва: Изд-во АН СССР, 1962. – 710 с.
17. *Инжебейкин Ю. И.* Формирование опасных течений в Азовском море [Текст] / Ю. И. Инжебейкин, А. Ю. Московец // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и индустриальных вызовов («Опасные явления»): материалы Международной научной конференции. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. – С. 53–57.
  18. Климатический атлас Азовского моря 2006 (Climatic Atlas of the Sea of Azov 2006). Сайт NOAA «National Oceanographic Data Center (NODC)». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nodc.noaa.gov/OC5/AZOV2006/start.html>.
  19. Кліматичний Кадастр України Державна гідрометеорологічна служба УкрНДГМІ. Центральна Геофізична Обсерваторія. [Електронна версія] Режим доступу: <http://www.cgo.kiev.ua/index.php?dv=pos-klim-kadastr>.
  20. *Матишов Г. Г.* Природные катастрофы и опасные явления в прибрежных зонах в Азово-Черноморском бассейне [Текст] / Г. Г. Матишов // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и индустриальных вызовов («Опасные явления»): материалы Международной научной конференции. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. – С. 5–7.
  21. Морская геоморфология: Терминологический справочник. Береговая зона: процессы, понятия, определения [Текст] / науч.ред. В. П. Зенкович, Б. А. Попов. – Москва: Мысль, 1980. – 280 с.
  22. *Роскос А. Н.* Современное антропогенное воздействие на состояние Арабатской Стрелки [Текст] / А. Н. Роскос, А. В. Давыдов // Молоді науковці – географічні науки / під ред. проф. Я. Б. Олійника. – К.: Обрії, 2008. – Вип. IV. – С. 146-149.
  23. *Совершаев В. А.* Расчет суммарной волновой энергии при штормовых нагонах [Текст] / В. А. Совершаев // Теоретические проблемы развития морских берегов: сб. н. тр. [под ред. Ю. П. Хрусталева, Ю. В. Артюхина, Е. И. Игнатова]. – М.: Наука, 1989. – С. 28–33.
  24. *Фомин В. В.* Штормовые нагоны в Таганрогском заливе и затопление дельты Дона / В. В. Фомин, Д. И. Лазоренко, Д. В. Алексеев, А. А. Полозок // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря, 2015. – 1. – С. 74–82.
  25. *Черкесов Л. В.* Численное исследование сгонно-нагонных процессов и течений Азовского моря в период экстремальных ветров / Л. В. Черкесов, Т. Я. Шульга, Н. Н. Дьяков, Р. П. Станичная // Морской гидрофизический журнал, 2017. – №5 (197). – С. 3–0.
  26. *Шуйский Ю. Д.* Природа Арабатской Стрелки на западном побережье Азовского моря [Текст] / Ю. Д. Шуйский // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, 2007. – № 4. – С. 22– 33.

## REFERENCES

1. Atlas ekstremal'nykh vetrovykh kolebaniy urovnya Azovskogo moray [Atlas of extreme wind fluctuations in the Sea of Azov.]. (2012). [www.oceanography.ru/index.php/2010-03-15-15-57-22/2010-03-15-15-59-06/255-2012-03-26-06-44-52](http://www.oceanography.ru/index.php/2010-03-15-15-57-22/2010-03-15-15-59-06/255-2012-03-26-06-44-52).
2. *Bespalova, L. A., Tsygankova, A. E., Bespalova, E. V., Misirov, S. A.* (2019), *Opasnyye shtormovyye nagony i razrusheniya beregov Azovskogo morya* [Dangerous storm surges and destruction of coast of the sea of Azov ] *Science in the South of Russia. Vol.15 (2)*. pp. 29–38.
3. *Vinogradov, A. K., Bogatov, Yu. I., Sinegub, I. A.* (2012), *Podkhodnye kanaly i ikh znachenie v funktsionirovanii ekosistem akvatoriy morskikh portov* [Suitable channels and their importance in the functioning of ecosystems of seaport water areas]. *Ecological safety of coastal and shelf zones and complex use of shelf resources, Vol. 26 (1)*, pp. 34–47.
4. *Vorovka, V. P.* (2016), *Istoriya dvokh protok* [The History of Two Straits]. *Melitopol Local History Journal*, 7, pp. 85–88.
5. *Vorovka, V. P.* (2013), *Osoblyvosti hidrolohichnoho zv'yazku Syvashu z Azovs'kym morem* [Peculiarities of hydrological connection between the Syvash lagoon and the Azov sea]. *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology: The scientific collection, Vol. 2 (29)*, pp. 84–89.

6. German, V. Ch. (1970), Spektral'nyy analiz kolebaniy urovnya Azovskogo, Chernogo i Kaspiyskogo morey morya v diapazone chastot ot odnogo tsikla za neskol'ko chasov do odnogo tsikla za neskol'ko sutok [Spectral analysis of level fluctuations in the Sea of Azov, Black and Caspian Seas in the frequency range from one cycle for several hours to one cycle for several days]. *Transactions of GOIN*, 103, pp. 52–73.
7. Ilyin, V. V. Fomin, Dyakov, N. N., Gorbach, S. B. (2009), Gorbach *Gidrometeorologicheskkiye usloviya morey Ukrainy. Tom 1: Azovskoye more [Hydrometeorological conditions of the seas of Ukraine. Volume 1: The Azov Sea]*. Sevastopol: UkrNIGMI, 400 p.
8. Davydov, A. V. (2006), Vliyaniye shtormovykh nagonov na razvitiye beregov s vetrovoy osushkoy [The influence of storm surges on coastal development with windy flats]. *Scientific Notes of the Kherson Department of the Ukrainian Geographical Society. Kherson: PE Vysheymyrsky*, 2, pp. 16–18.
9. Davydov, O. V., Roskos, O. M. (2009), Prychyny ta naslidky shtormovogo nagonu v beregovij zoni Berdjans'koi' zatoky 11 lystopada 2007 roku [Causes and consequences of storm surge in the coastal zone of Berdyansk Bay on November 11, 2007]. *Falz-Fein Readings. Coll. Sciences. works [chap. ed. S.V. Shmaley]. Kherson: Vishemirsky*, pp. 74–82.
10. Davydov, O. V., Kotovskiy, I. M., Zinchenko, M.A., Simchenko, S.V. (2017). Analiz tektonichnoyi zumovlenosti heomorfolohichnykh umov berehovoyi zony Khersons'koyi oblasti [Analysis of tectonic dependence of geomorphological conditions of coastal zone of Kherson region]. *Kherson State University Herald. Series Geographical Sciences*, 9, pp. 105–110.
11. Davydov, A. V. (2019). Katastroficheskiye sinopticheskiye kolebaniya urovnya morya v predelakh melkovodnykh zalivov Chornogo i Azovskogo morey [Catastrophic synoptic oscillations of the sea level within shallow bays of the Black Sea and the Sea of Azov]. *Regularities of Formation and Impact of Marine and Atmospheric Hazardous Phenomena and Disasters on the Coastal Zone of the Russian Federation under the Conditions of Global Climatic and Industrial Challenges (“Dangerous Phenomena”): Proceedings of the International Scientific Conference (Rostov-on-Don, 13–23 June 2019)*. – Rostov-on-Don: SSC RAS Publishers, pp. 158–161.
12. Dotsenko, S. F. (2010), *Prirodnye katastrofy Azovo-Chernomorskogo regiona [Natural disasters of the Azov-Black Sea region]*. Sevastopol, EKOSI-Gidrofizika, 174 p.
13. D'yakov, N. N. (2002), Sinopticheskiye usloviya vozniknoveniya anomal'nykh kolebaniy urovnya Azovskogo morya [Synoptic conditions of occurrence of anomalous fluctuations in the level of the Sea of Azov]. *Naukovi pratsi UkrNDGI*. pp. 332–341.
14. Zhilyaev, A. P. (1972), Raschet kolebaniy urovnya Azovskogo morya [Calculation of fluctuations in the level of the Sea of Azov]. *Okeanologiya*, 12(1), pp. 49–56.
15. Zenkovich, V. P. (1958), *Berega Chernogo i Azovskogo morey [The shores of the Black and Azov Seas]*. Moscow: Geographers, 371 p. (In Russian).
16. Zenkovich, V. P. (1962), *Osnovy ucheniya o razvitiy morskikh beregov [Fundamentals of the study of the development of sea shores]*. Moscow: USSR Academy of Sciences, 710 p.
17. Inzhebeykin, Yu. I., Moskovets, A. Yu. (2019), Formirovaniye opasnykh techeniy v Azovskom more [Formation of dangerous currents in the Sea of Azov]. *Regularities of Formation and Impact of Marine and Atmospheric Hazardous Phenomena and Disasters on the Coastal Zone of the Russian Federation under the Conditions of Global Climatic and Industrial Challenges (“Dangerous Phenomena”): Proceedings of the International Scientific Conference (Rostov-on-Don, 13–23 June 2019)*. – Rostov-on-Don: SSC RAS Publishers, pp. 53–57.
18. *Klimaticheskyy atlas Azovskogo moray* (2006), [Climatic Atlas of the Sea of Azov] Site NOAA «National Oceanographic Data Center (NODC)». [Electronic resource]. <http://www.nodc.noaa.gov/OC5/AZOV2006/start.html>.
19. *Klimatychnyy Kadastr Ukrainy Derzhavna hidrometeorolohichna sluzhba UkrNDHMI. Tsentral'na Heofizychna Observatoriya* (2005), [Climatic Cadastre of Ukraine. State Hydrometeorological Service Ukrainian Hydrometeorological Research Institute. Central Geophysical Observatory]. [Electronic resource]. <http://www.cgo.kiev.ua/index.php?dv=pos-klim-kadastr>.
20. Matishov, G. G. (2019), Prirodnyye katastrofy i opasnyye yavleniya v pribrezhnykh zonakh v Azovo-Chernomorskom basseyne [Natural disasters and hazardous phenomena in the coastal



zones in the Sea of Azov – Black Sea basin]. *Regularities of Formation and Impact of Marine and Atmospheric Hazardous Phenomena and Disasters on the Coastal Zone of the Russian Federation under the Conditions of Global Climatic and Industrial Challenges (“Dangerous Phenomena”): Proceedings of the International Scientific Conference (Rostov-on-Don, 13–23 June 2019)*. – Rostov-on-Don: SSC RAS Publishers, pp. 5–7.

21. *Morskaya geomorfologiya: Terminologicheskiy spravochnik. Beregovaya zona: protsessy, ponyatiya, opredeleniya* [Marine geomorphology: Terminological reference. Coastal zone: processes, concepts, definitions]. Zenkovich, V. P., Popov, B. A. (Ed.). (1980), Moscow: Thought, 280 p.
22. Roskos, A. N., Davydov, A. V. (2008), Sovremennoe antropogennoe vozdeystvie na sostoyanie Arabatskoy Strelki [Modern Anthropogenic Impact on the State of the Arabat Arrow]. *Young Scientists - Geographical Science / ed. prof. Ja.B. Olijnyka*. K.: Obrii'. IV, pp. 146–149.
23. Sovershayev, V. A. (1989), Raschet summarnoy volnovoy energii pri shtormovykh nagonakh [Calculation of the total wave energy during storm surges]. *Theoretical problems of the development of sea coasts: collection*. Ed. Yu.P. Khrustaleva, Yu. V. Artyukhina, Ye. I. Ignatova. M.: Nauka, pp. 28–33.
24. Fomin, V. V., Lazorenko, D. I., Alekseev, D. V., Polozok, A. A. (2015), Shtormovyye nagony v Taganrogskom zalive i zatopeniye del'ty Dona [Storm surge in the Taganrog Bay and flooding of the Don Delta]. *Ecological safety of coastal and shelf zones of sea*, pp. 74–82.
25. *Cherkesov, L. V., Shul'ga, T. Ya., Dyakov, N. N., Stanichnaya, R. R. (2017), Chislennoye issledovaniye sgonno-nagonnnykh protsessov i techeniy Azovskogo morya v period ekstremal'nykh vetrov* [Numerical Study of Storm Surge Processes and Currents of the Sea of Azov During a Period of Extreme Winds]. *Physical Oceanography*, 5 (197), pp. 3 – 20.
26. Shuisky, Yu. D. (2007), Priroda Arabatskoy Strelki na zapadnom poberezh'ye Azovskogo moray [The nature of the Arabat Spit on the west coast of the Sea of Azov]. *Environmental Ecology and Life Safety*, 4, pp. 22–33.

Надійшла 14.10.19

**А. В. Давыдов**<sup>1</sup>, канд. геогр. наук, доцент

**Н. А. Роскос**<sup>2</sup>, старший преподаватель

**А. Н. Роскос**<sup>3</sup>, учитель географии

<sup>1</sup> Херсонский государственный университет,  
ул. Университетская, 27, Херсон, 73000, Украина,  
svobodny.polet2012@gmail.com

<sup>2</sup> Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова,  
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина,  
natalya\_ber@ukr.net

<sup>3</sup> Одесская частная ООШ «Крок»,  
ул. Анны Ахматовой, 34, Одесса, 65016, Украина,  
roskos81alex@gmail.com

## ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ШТОРМОВЫХ НАГОНОВ В РАЙОНЕ ГЕНИЧЕСКОЙ ДЕЛЬТЫ

### Резюме

На современном этапе развития геосферы в условиях глобальных климатических изменений значительно возросло число опасных гидрологических явлений

и непосредственно штормовых нагонов. За последние десять лет количество соответствующих явлений существенно увеличилось в западной части Азовского моря, в районе Генической дельты. Причины увеличения количества катастрофических колебаний уровня моря, в данном регионе, непосредственно связываются с изменениями структуры ветрового режима. Во время собственных полевых исследований, было определено, что на развитие штормовых нагонов в районе Генической дельты, также влияют геоморфологические условия и антропогенная деятельность.

**Ключевые слова:** Азовское море, аккумулятивная форма, Арабатская Стрелка, нагоны, штормовые нагоны, дельта, проливы.

**O. V. Davydov<sup>1</sup>**

**N. O. Roskos<sup>2</sup>**

**O. N. Roskos<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Kherson State University,  
University Street, 27, Kherson, 73000, Ukraine,  
svobodny.polet2012@gmail.com

<sup>2</sup>Odessa I.I. Mechnikov National University,  
Dvorianskaya, 2, Odessa, 65082, Ukraine,  
natalya\_ber@ukr.net

<sup>3</sup>Odessa private high school "Krok",  
Anna Akhmatova st., 34, Odessa, 65016, Ukraine,  
roskos81alex@gmail.com

## NATURAL CONDITIONS OF STORM SURGES FORMATION IN THE HENICHESK DELTA AREA

### Abstract

**Problem Statement and Purpose.** The number of dangerous hydrological phenomena has significantly increased in the context of global climatic changes at present stage of the geosphere development. In the northwestern part of the Azov Sea the most dangerous natural processes are storm surges. Appropriate catastrophic synoptic phenomena occur with the simultaneous development of wind and anemobaric level fluctuations. These hazards very often lead to large economic losses and are often the cause of human casualties.

To determine the reasons for the increasing number of storm surges in the investigated part of the Azov Sea we set the task to highlight the natural conditions for the occurrence of storm surges in the area of the Henichesk Delta.

Henichesk Delta is located in the western part of the Azov Sea, near the junction of Arabatskaya Strilka and Henichesk ledge. This formation is a unique landform, the genesis of which is due to the interaction of various coastal currents and synoptic level fluctuations.

**Data & Methods.** The actual information for writing the article was the materials of

our own long-term field research, the materials of the Henichesk hydrometeorological station, as well as the data of various specialized Ukrainian electronic resources.

In the process of preparing the article we used various methods of information processing, among which are: comparative-geographical, historical-geographical, cartographic and mathematical.

**Results.** In the region of the delta, the amplitudes of wind and seiche oscillations reach the quite high levels and therefore are very important for the relief formation. Theoretical calculations indicate the likelihood of increase in the Henichesk area to the level of 260 cm and a fall to a height of 220 cm. However the long-term observations indicate the lower amplitudes as the maximum level was recorded in 1962 and reached 236 cm, and the minimum level - 187 cm was recorded in 1969. The oscillations development with extreme characteristics has certain temporal patterns. The number of hazardous events in the Henichesk Delta area has increased significantly over the past ten years. The formation of these fluctuations depends directly on the natural coastal zone geomorphological conditions and the underwater slope, as well as on certain types of anthropogenic activities. The study of these phenomena is very necessary to optimize the nature management in the Azov Sea.

**Keywords:** Azov sea, aggradational features, Arabatskaya Strilka, surges, storm surge, delta, straits.

УДК 631.6.02:551.4.013:528.92

DOI: 10.18524/2303-9914.2019.2(35).183729

**А. В. П'яткова**, канд. геогр. наук, доцент**О. Б. Муркалов**, канд. геогр. наук**Ю. В. Логвина**, магістр

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

кафедра фізичної географії та природокористування,

пров. Шампанський, 2, Одеса, 65058, Україна

physgeo\_onu@ukr.net, avpyatkova2011@gmail.com, logvina.julia19@gmail.com

## **ВПЛИВ МЕТОДУ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ НА РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ ЗМИВУ ҐРУНТУ**

Викладено результати дослідження впливу методів побудови ЦМР на розрахунки потенційного змиву ґрунту на території балкового водозбору. Розрахунки змиву ґрунту виконано з використанням просторової ГІС-реалізованої моделі змиву-аккумуляції, розробленої на кафедрі фізичної географії та природокористування Одеського національного університету імені І. І. Мечникова. Залучено ЦМР, побудовані за допомогою найбільш поширених методів інтерполявання: лінійної інтерполяції, кригінгу, радіальних базисних функцій.

**Ключові слова:** ГІС, моделювання, морфометрія, цифрова модель рельєфу, ерозія ґрунтів.

### **ВСТУП**

Сучасні географічні дослідження характеризуються широким запровадженням ГІС-методів. Дослідження рельєфу і геоморфологічних процесів виконуються з використанням цифрових моделей рельєфу (ЦМР). Питання створення ЦМР є досить актуальним і різнобічно досліджується. ЦМР широко використовуються для вирішення різноманітних задач пов'язаних з геоінформаційним моделюванням природних і природно-антропогенних процесів, що безпосередньо або опосередковано обумовлені рельєфом місцевості. Наприклад, напрямки та швидкість стоку, транспорт та аккумуляція продуктів руйнування ґрунту (гірських порід) і забруднювачів, вологість ґрунту та інші. Особливе місце ЦМР займають у моделюванні та прогнозуванні ерозійної небезпеки території [4, 9, 14, 20, 22].

Напрямки використання ЦМР, а також її коректність та відповідність дійсності розглянуті у багатьох роботах [1, 2, 7, 21, 23, 24, 25, 30 та ін.], в яких аналізуються методи отримання інформації, обробки та інтерполяції просторових даних, перевірки адекватності, особливості застосування отриманих моделей тощо. У багатьох роботах наведений розгорнутий аналіз переваг та недоліків тих чи інших методів інтерполяції у тому числі при створенні ЦМР [3, 8, 10,

13, 21, 23]. Проведене дослідження ґрунтується на методичних підходах викладених в зазначеній науковій літературі, які дозволяють досягти головної мети роботи.

*Метою* дослідження є оцінка впливу методів створення ЦМР на розрахунки потенційного змиву ґрунту в межах балкового водозбору з використанням просторової ГІС-реалізованої моделі змиву-акумуляції ґрунту, розробленої на кафедрі фізичної географії та природокористування Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

*Основні задачі*, що вирішені для досягнення поставленої мети: 1) створити ЦМР території з використанням трьох методів інтерполяції – триангуляції, радіальних базисних функцій, ординарного кригінгу; 2) розрахувати потенційний змив ґрунту для заданої території з використанням отриманих ЦМР; 3) оцінити вплив застосованих ЦМР на результати розрахунків потенційного змиву.

*Об'єктом* дослідження є просторовий розподіл розрахункових значень потенційного змиву ґрунту у межах території балкового водозбору. *Предмет* дослідження – ступінь впливу ЦМР, отриманих різними методами інтерполяції, на розрахунки просторового розподілу змиву ґрунту, а саме їх кількісних і якісних характеристик: висот, кутів нахилу, довжини і форми схилів, а також середньо-квадратичної похибки самих ЦМР.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Досліджувана територія розташована в межах Причорноморської низовини біля сіл Киселівка та Крутий яр Білозерського району Херсонської області. Максимальна висота місцевості дорівнює 47,5 м над рівнем моря, амплітуда висот складає близько 50 м. Рельєф представлений частиною водозбору балки Білозерка (рис. 1). Генеральний напрямок основної балки довжиною близько 10 км спрямований з північного сходу на південний захід. Територія характеризується помірно-континентальним кліматом. Основа ґрунтового покриву – чорноземи південні.

За топографічною картою масштабу 1:25000 була оцифрована площа близько 70 км<sup>2</sup>. Робочим пакетом, що використаний з метою оцифрування горизонталей, обраний ГІС-пакет MapInfo Professional 6.0 [17]. В процесі оцифрування створено базу даних висотних відміток місцевості: горизонталей, відміток висот окремих точок у межах вододільних поверхонь, точок з відмітками висот вздовж ліній місцевих вододілів і тальвегів.

Для подальшої обробки всі отримані дані імпортовані у текстовий документ з метою конвертації його у середовищі пакету наукової графіки Surfer 13.0 компанії Golden Software. В пакеті Surfer представлено 12 методів просторової інтерполяції для побудови ЦМР [16]. Особливості кожного із застосованих методів, переваги та недоліки детально розглянуті у літературі [3, 8, 18, 21, 23].

Обмін даними та їх конвертація виконані із застосуванням можливостей ГІС-пакету SAGA [19, 26].

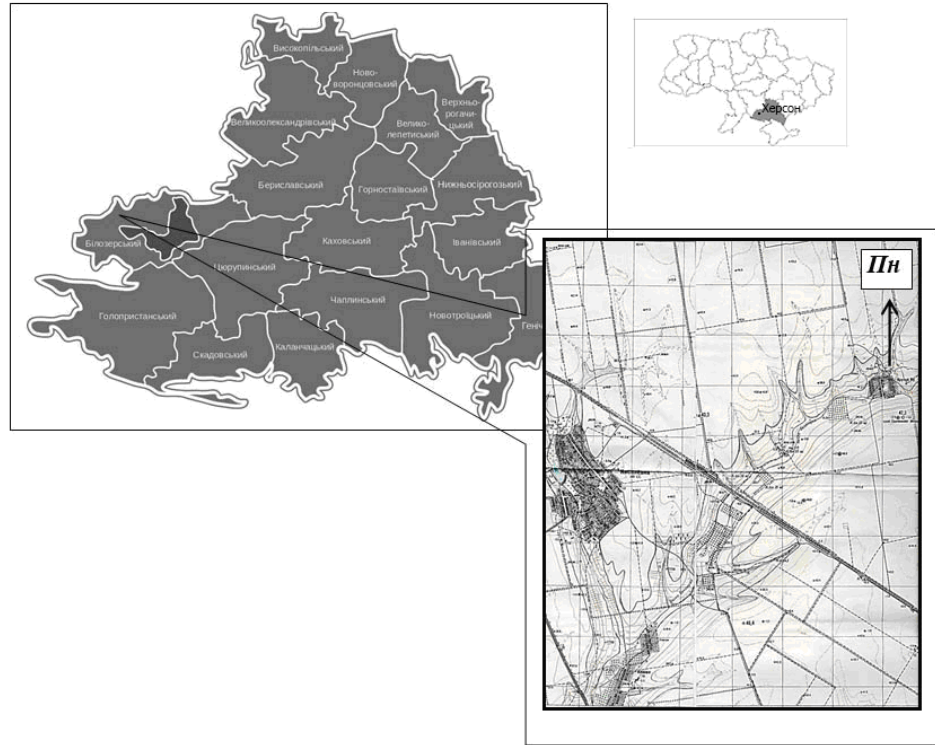


Рис. 1. Місцезнаходження ділянки дослідження в межах Херсонської області (А), фрагмент топографічної карти ділянки дослідження (Б)

У пакеті Surfer 13.0 побудовані три ЦМР із застосуванням ординарного кригінгу – (ЦМРк), лінійної інтерполяції по триангуляції Делоне – (ЦМРт) та радіально-базисних функцій (РБФ) – (ЦМРрб) (рис. 2). Перший застосований метод побудови ЦМР – кригінг (Kriging) відноситься до категорії «точних» локально-стохастичних методів просторової інтерполяції. Метод базується на врахуванні статистичних характеристик просторового розподілу змінної величини. Кригінг-інтерполяція дозволяє обґрунтувати крок інтерполяції, застосовану інтерполяційну функцію, оцінити точність інтерполяції в кожній точці [21].

Другий з застосованих методів інтерполяції – метод радіальних базисних функцій (Radial basis functions). Це мультифункціональний метод точної інтерполяції, в якому застосовується підхід, аналогічний побудові варіограмної моделі в кригінгу на основі п'яти різних базисних функцій: 1) плоский сплайн; 2) сплайн з натягом; 3) повністю регульований сплайн; 4) функція мультіквადрики; 5) функція зворотні мультіквадрики [8, 7, 16].

Метод триангуляції з лінійною інтерполяцією (Triangulation with Linear Interpolation) також належить до категорії «точних», заснований на оптимальній триангуляції Б. М. Делоне [8, 21]. Лінійна інтерполяція на трикутниках,

призводить до наближення поверхні всередині кожної трійки фактичних даних до площини. Використання цього методу при невеликому числі точок виміру призводить до появи явних трикутних граней на поверхні і великих прямолінійних сегментів на карті ізоліній.

В усіх випадках при інтерполяції задана величина комірки растру дорівнює 5х5 м. Така величина виправдовується вимогами ГІС-реалізованої просторової моделі змиву-акумуляції ґрунту [14].

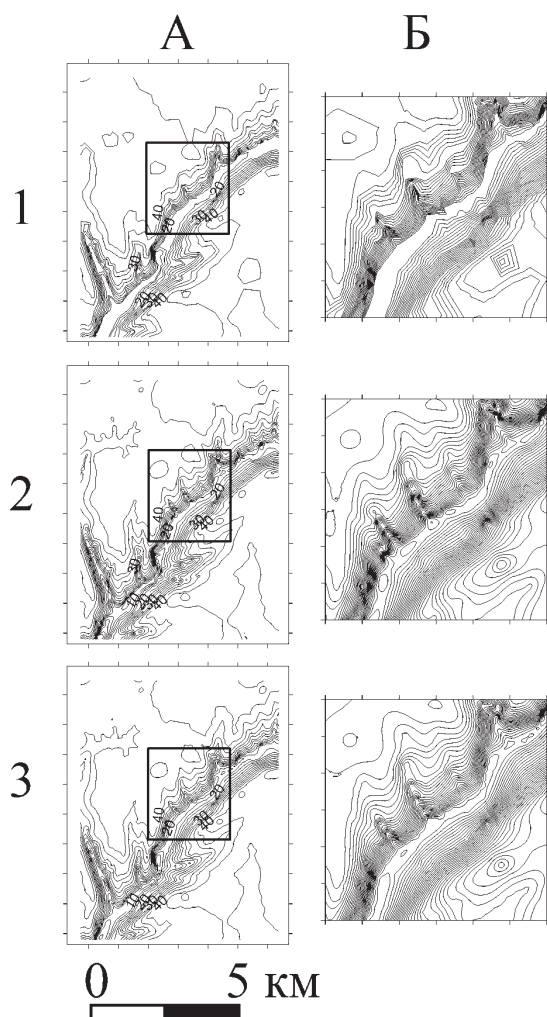


Рис. 2. ЦМР досліджуваної території (А): 1 – ЦМРt; 2 – ЦМРrb; 3 – ЦМРk; збільшений фрагмент ЦМР(вказано квадратом) (Б)

Для розрахунків потенційного змиву ґрунту по черзі використані всі вище наведені ЦМР. У результаті отримані три цифрові карти просторового розподілу потенційного змиву ґрунту.

Потенційний змив ґрунту для території дослідження розрахований з використанням просторової ГС-реалізованої моделі змиву-акумуляції ґрунту [20], розробленої на основі рівнянь найбільш теоретично та інформаційно обґрунтованої для умов Степу та Лісостепу України логіко-математичної моделі змиву ґрунту Г. І. Швєбса [22]. Модель враховує просторову мінливість факторів водної ерозії ґрунту, у тому числі довжину, ухили та поперечну кривизну схилів, характеристики ґрунтового покриву, агрофон, протиерозійні заходи, гідрометеорологічні умови формування змиву ґрунту [15, 20, 22]. Просторова модель змиву-акумуляції реалізована завдяки аналітичним можливостям пакету моделювання навколишнього середовища PCRaster [31].

Важливим досягненням при реалізації моделі є можливість урахування не лише змиву, а й акумуляції продуктів водної ерозії. Оскільки в основу моделі були покладені результати численних досліджень і моделювання особливостей зливого наноутворення і схилового стоку в умовах їх вираженої нестационарності, то основними вхідними даними є перш за все коректна ЦМР, а також просторовий розподіл гідрометеорологічного фактору зливого змиву ґрунту, цифрові карти ґрунтового покриву та агрофону поверхні із урахуванням протиерозійних заходів. На основі ЦМР створюються карти кутів нахилу поверхні, експозицій, ліній току, довжини схилів та деякі інші, необхідні при розрахунках змиву ґрунту. Слід зазначити, що у проведеному дослідженні під потенційним змивом ґрунту (ПЗ) розуміється змив ґрунту за умов відсутності будь-яких агрофону та протиерозійних заходів. Крім того, задля підкреслення ролі ЦМР у розрахунках припущено, що для всієї території характерний один тип ґрунту без урахування ступеню еродованості та відсутній просторовий розподіл гідрометеорологічного фактору.

У відповідності до застосованих у моделюванні морфометричних показників рельєфу виконується їх обчислення та оцінка за стандартною методикою, наведеною у [8, 11, 18, 23].

Оскільки ЦМР побудовані з використанням «точних» методів інтерполяції кількісна оцінка відповідності вихідної бази даних висотних відміток ( $Z_1$ ), і інтерпольованих висот вузлів GRID ( $Z_2$ ), виконується за допомогою обчислення середньо-квадратичної похибки (root-mean-square error, *RMSE*) [11, 16, 27, 29]:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}(Z_2 - Z_1)^2} \quad (1)$$



## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Застосована модель потенційного змиву ґрунту базується на низці змінних, які характеризують морфологію та морфометрію досліджуваної ділянки, серед яких основними є довжина, кути нахилів схилів, поперечна кривизна схилів, отримані за допомогою ЦМР. Оскільки основні фактори водної ерозії при моделюванні вилучені або осереднені по площі, то вплив якості ЦМР на отримані розрахункові значення потенційного змиву аналізувався з порівнянням морфометричних характеристик моделей рельєфу.

Було встановлено, що *RMSE* для застосованих ЦМР склало: для ЦМР<sub>t</sub> – 0,73 м, для ЦМР<sub>rb</sub> – 0,66 м, для ЦМР<sub>k</sub> – 0,65 м. Отже найменші відхилення з похідними даними відмічені для ЦМР<sub>k</sub>. Зазначимо, що *RMSE* для ЦМР<sub>k</sub> і ЦМР<sub>rb</sub> подібні – різниця складає лише 0,01 м (1 %). ЦМР<sub>k</sub> приймається за «еталонну» і подальші розрахунки виконуються у порівнянні з нею.

Для розуміння впливу методу побудови ЦМР на просторові відмінності розрахункового потенційного змиву потрібно також співставити побудовані ЦМР. Співставлення виконується шляхом розрахунку різниці їх висот. Отримана різниця висот ЦМР<sub>k</sub>/ЦМР<sub>t</sub>, ЦМР<sub>k</sub>/ЦМР<sub>rb</sub> наведена у табл. 1.

Таблиця 1

Обчислені статистичні характеристики різниць висот між ЦМР, м

Статистичні показники	ЦМР <sub>k</sub> /t	ЦМР <sub>k</sub> /rb
Мінімум	-5,44	-3,71
Максимум	2,47	10,44
Середнє значення	0,04	-0,01
<i>RMSE</i>	0,39	0,33

Як видно з наведених результатів, відмінності за інтерпольованими висотами між ЦМР не суттєві. За *RSME* до ЦМР<sub>k</sub> близька ЦМР<sub>rb</sub> – 0,33 м. Відмінності спостерігаються лише для екстремальних значень. Негативні відхилення найбільші для ЦМР<sub>t</sub>. Позитивні відхилення максимальні для ЦМР<sub>rb</sub>. Аналіз просторового розподілу відхилень висот по території полігону показав, що для різниці висот ЦМР<sub>k</sub>/ЦМР<sub>rb</sub> негативні відхилення інтерпольованих висот притаманні тальвегам, днищам та збираючим схилам флювіальних і ерозійних форм, а позитивні – вододільним поверхням і розсіюючим схилам, які розділяють ерозійні форми на полігони (рис. 3). Для ЦМР<sub>k</sub>/ЦМР<sub>t</sub> негативні відхилення відмічаються для вододілів і розсіюючих схилів. Це вказує на особливості передачі морфології рельєфу застосованими методами побудови ЦМР.

Наведені статистичні характеристики відхилень висот побудованих ЦМР вказують на їх відповідність вихідним даним, але не розкривають їх геоморфологічну відповідність похідному рельєфу.

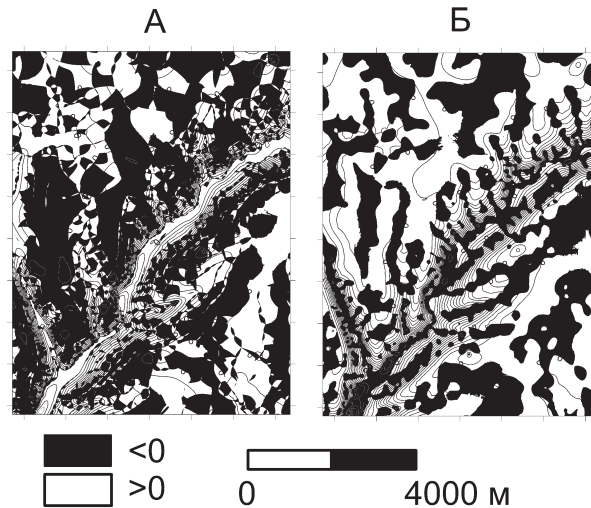


Рис. 3. Різниця висот Цмрк/ЦМРt (А), ЦМРк/ЦМРrb (Б)

З метою оцінки геоморфологічної подоби ЦМР проведено їх морфометричний аналіз з використанням аналітичних можливостей ГІС. Розглянуто просторовий розподіл кутів нахилу і довжини схилів в межах досліджуваної ділянки. При дослідженні кутів нахилу застосована шкала, запропонована в [5]. Розрахунки показали, що для досліджуваної території співвідношення площ поверхонь з різними кутами нахилу відрізняються для кожної з побудованих ЦМР (рис. 4).

Кути нахилу змінюються від  $0^{\circ}$  до  $22,7^{\circ}$ . Тобто в межах досліджуваної ділянки розповсюджені поверхні від плоских до дуже крутих (табл. 2).

Таблиця 2

Розподіл градацій кутів нахилу ( $i^{\circ}$ ) досліджуваної території  
(у % від загальної площі)

$i^{\circ}$	%		
	ЦМРt	ЦМРrb	ЦМРк
<1	72,9	71,7	73,0
1–3	20,5	21,0	20,9
3–5	5,8	6,2	5,6
5–7	0,7	0,9	0,5
7–10	0,1	0,2	0,1
10–15	≈0	≈0	≈0
15–20	≈0	≈0	≈0
20–40	≈0	≈0	≈0

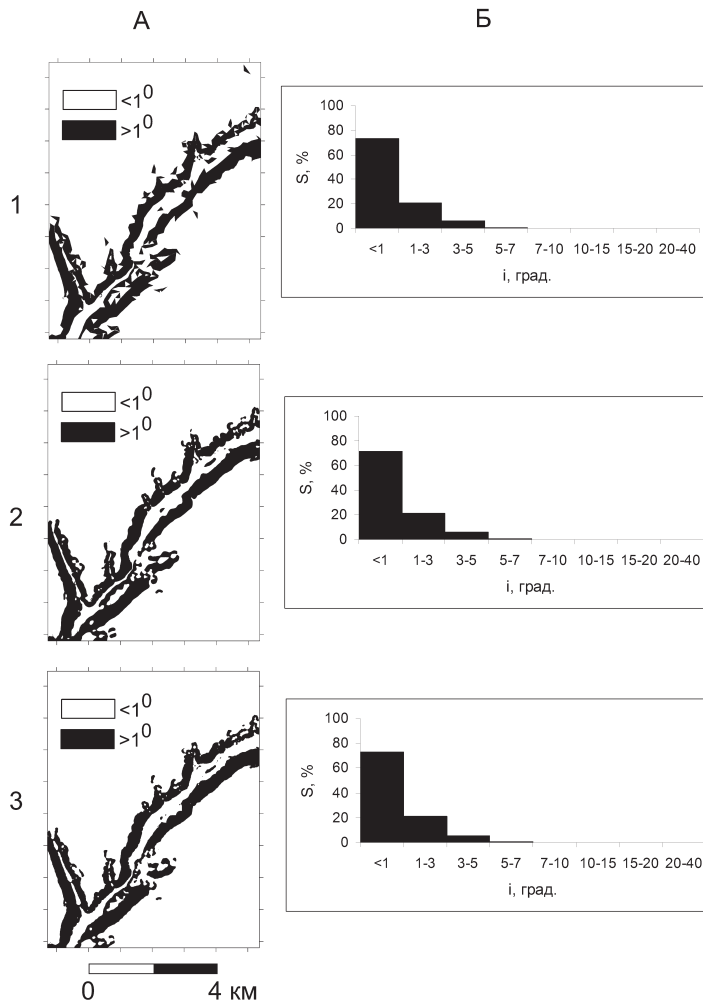


Рис. 4. Кути нахилу ЦМРt (1), ЦМРrb (2), ЦМРк (3) досліджуваної ділянки – А, гістограма розподілу площ території (S, %) за градаціями кутів нахилу (i) – Б

Як видно з рис. 4 та табл. 2 по всіх градаціях кутів нахилу земної поверхні площі співставні. Отримані для ЦМР площі схилів з кутами нахилу  $>10^{\circ}$  займають дуже незначні площі ( $<1\%$ ). Це вказує на те, що незважаючи на відмінності у розподілі площ за градаціями кутів нахилу, в межах досліджуваної ділянки їх відмінності між ЦМР не перевищують  $5\%$ , а отже вплив на результати розрахунків потенційного змиву ґрунтів мало відрізняються для кожної ЦМР.

Для досліджуваних ЦМР також було обчислено довжину схилів. Виявилось, що середня довжина схилів ЦМРt дорівнює 161 м, ЦМРrb – 211 м, а ЦМРк – 216 м. З наведених даних видно, що середня довжина схилів ЦМРt і ЦМРrb відрізняється від ЦМРк на  $25\%$  і  $3\%$  відповідно.

Для аналізу розповсюдження довжин схилів на території досліджень за градаціями прийнята класифікація, запропонована у [6] (рис. 5).

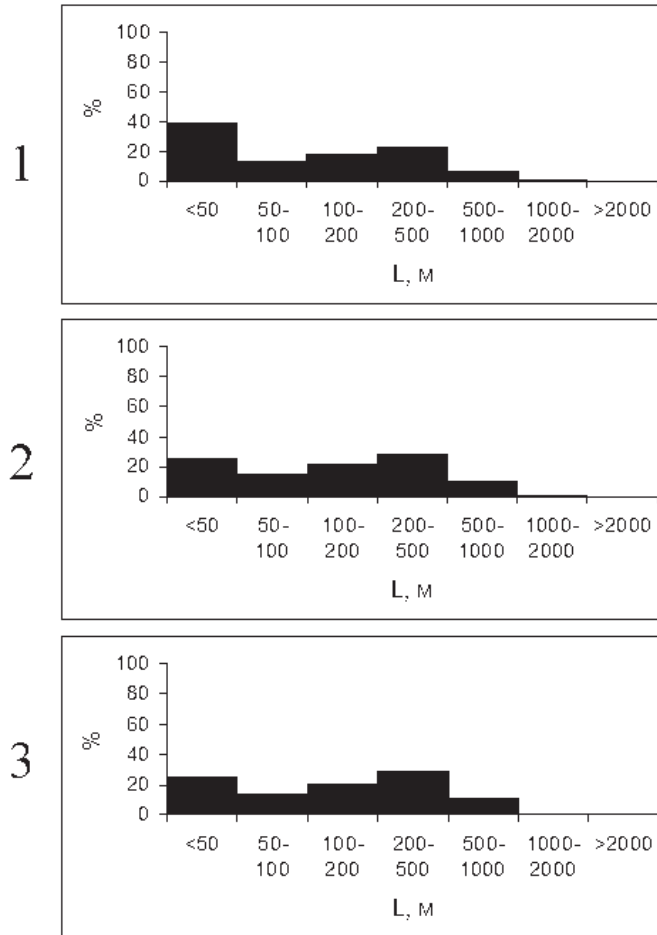


Рис. 5. Повторюваність інтервалів довжин схилів (L) по території досліджень

З'ясувалось, що в межах досліджуваної ділянки розповсюджені схили довжиною не більше 2500 м (табл. 3). Для побудованих ЦМР суттєва різниця відмічається між ЦМРк, ЦМРrb і ЦМРt. Особливо помітна ця різниця для коротких схилів з довжиною <50 м – вона досягає 50 %, що може призвести до суттєвих відмінностей в розрахунках потенційного змиву ґрунту.

Розглянуті вище морфологічні і морфометричні відмінності застосованих ЦМР призводять до диференціації по території полігону значень потенційного змиву ґрунтів. Обчислені за ЦМРк значення потенційного змиву ґрунтів характеризуються високим просторовим різноманіттям (рис. 6).

Таблиця 3

Розповсюдження (%) довжин схилів ( $L$ ) різних градацій по території досліджень

Градації довжини, м	%		
	ЦМРt	ЦМРb	ЦМРк
<50	39,1	25,0	25,2
50–100	13,0	15,0	14,4
100–200	18,2	21,1	20,3
200–500	22,6	28,3	28,8
500–1000	6,6	10,0	10,7
1000–2000	0,6	0,6	0,6
>2000/ $L_{\text{макс}}$ .	$\approx 0/2170$	$\approx 0/2185$	$\approx 0/2113$

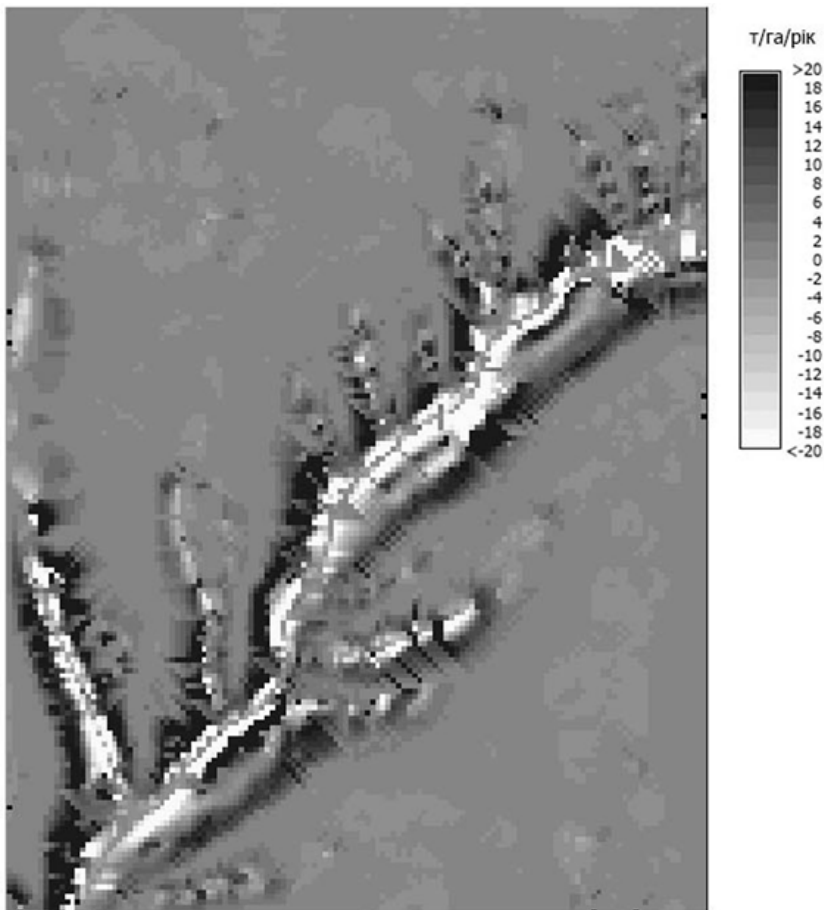


Рис. 6. Екранна копія карти потенційного змиву ґрунту т/га/рік, обчисленого з використанням ЦМРк

Як видно з карто-схеми на схилах відмічаються ділянки чергування високих та низьких значень потенційного змиву у залежності від змін кутів нахилу та форми схилів. У підніжжя схилів, та в днищах ерозійних форм спостерігаються ділянки акумуляції. Порівняння з розрахунковими значеннями потенційного змиву ґрунту отриманих для інших ЦМР показало відмінність знаку і величини. Для потенційного змиву, обчисленого для ЦМР<sub>rb</sub>, притаманна наявність локальних ділянок малих значень змиву. Для ЦМР<sub>t</sub> навпаки відмічається локальне зростання значень змиву в межах окремих ділянок тальвегів ерозійних форм і пласких поверхонь. Тобто останні дві ЦМР менш коректно враховують зв'язок і підпорядкованість елементів рельєфу і їх вплив на значення потенційного змиву.

Обчислення різниці між отриманими при моделюванні величинами ПЗ за різними ЦМР показали суттєву відмінність між ЦМР<sub>k</sub>, ЦМР<sub>rb</sub> і ЦМР<sub>t</sub>. Відмінність значень ПЗ для різних ЦМР знаходиться в межах  $\pm 20$  т/га/рік. Більші значення відповідають великим похибкам і спостерігаються на межах ЦМР, в інших випадках їх відсоток від загальної площі полігону менший 1 %.

Засобами ГІС розраховані основні статистичні показники змиву – середні, максимальні (max) та мінімальні (min) значення, стандартні відхилення ( $\sigma$ ) (табл. 4). Наявна різниця між екстремальними значеннями розрахованого змиву. Середні значення для ЦМР практично не відрізняються. Спостерігаються більші значення потенційного змиву для ЦМР<sub>rb</sub> і акумуляції силових наносів, завищені, в порівнянні з іншими для ЦМР<sub>t</sub>.

Таблиця 4

#### Статистичні показники розрахункового потенційного змиву ґрунту

ЦМР	Середнє значення, т/га/рік	max, т/га/рік	min, т/га/рік	$\sigma$ , т/га/рік
ЦМР <sub>t</sub>	1,41	118,56	-286,78	9,72
ЦМР <sub>rb</sub>	1,79	163,07	-157,66	9,02
ЦМР <sub>k</sub>	1,46	122,44	-152,13	9,57

#### ВИСНОВКИ

Виконане дослідження показало неоднозначний вплив обраних методів інтерполяції при побудові ЦМР на розрахунки потенційного змиву ґрунту із застосуванням просторової ГІС-реалізованої моделі змиву-акумуляції. Цей вплив проявляється через різницю морфометричних показників рельєфу на різних ЦМР. Найбільш суттєві відмінності (до 50%) спостерігаються для ЦМР, отриманої методом триангуляції з лінійною інтерполяцією.

Найбільш адекватною моделлю, яка відповідає похідним даним і передає особливості будови рельєфу території є ЦМР побудована методом кригінгу. Середньо квадратичні похибки обчислених параметрів для неї мінімальні. За-

значена ЦМР дозволяє врахувати при розрахунках потенційного змиву ґрунту також підпорядкованість форм і елементів, пластику рельєфу.

На підставі цього можна зазначити, що для моделювання змиву ґрунту та цілей планування господарської діяльності найбільш адекватною є ЦМР, побудована методом кригінг-інтерполяції.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналіз результатів для створення ортофотопланів та цифрових моделей рельєфу з застосуванням БПЛА TRIMBLE UX-5 [Текст] / А. Вовк, В. Глогов, А. Гуніна [та ін.] // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2015. – Вип. 81. – С. 90-103.
2. Байрак Г. Р. Можливості ГІС для відображення характеристик рельєфу і проявів сучасної екзодинаміки [Текст] // Проблеми безперервної географічної освіти та картографії. Збірник наукових праць. – Харків, 2014. – Вип. 19. – С. 3-6.
3. Де Мерс М. Н. Географические информационные системы [Текст] / М. Н. Де Мерс – Москва: Дата, 1999. – 490 с.
4. Дмитрук Ю. М. Вплив роздільної здатності ЦМР на точність вихідних даних при моделюванні процесів водної ерозії [Текст] / Ю. М. Дмитрук, В. Р. Черлінка // Фізична географія та геоморфологія: міжвідомчий науковий збірник. – К., 2012. – Вип. 2 (66) – С. 95–102.
5. Жучкова В. К. Методы комплексных физико-географических исследований [Текст] / В. К. Жучкова, Э. М. Раковская. – Москва: Издательский центр «Академия», 2004. – 368 с.
6. Заславский М. Н. Эрозия почв и земледелие на склонах / М. Н. Заславский – Кишинев: Карта Молдавенияскэ, 1966. – 494 с.
7. Іщук О. О. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС [Текст]: Навчальний посібник / О. О. Іщук, М. М. Коржнев, О. Є. Кошляков – К.: ВПЦ «Київський університет», 2003. – 200 с.
8. Капралов Е. Г. Геоинформатика [Текст]: учебное пособие для вузов / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов – Москва: Академия, 2005. – 480 с.
9. Количественная оценка перераспределения наносов на пахотных склонах на основе использования полевых методов и математических моделей [Текст] / А. П. Жидкин, В. Н. Голосов, А. А. Светличный [та ін.] // Геоморфология. – 2015. – №2. – С. 41–53.
10. Лазоренко-Гевель Л. Ю. Аналіз методів і моделей цифрового моделювання рельєфу в об'єктно-реляційній базі топографічних даних [Текст] / Л. Ю. Лазоренко-Гевель, Б. І. Денисюк // Управління розвитком складних систем. – 2016. – №26. – С. 178–186.
11. Нарожная А. Г. Морфометрический анализ цифровых моделей рельефа Белгородской области разной степени генерализации [Текст] / А. Г. Нарожная, Ж. А. Буряк // Научные ведомости БелГУ. – Серия Естественные науки. - 2016. - № 25 (246) – Вып. 37 – С. 169–178.
12. Осипов С. В. Шкалы уклонов земной поверхности и способы их разработки [Текст] / С. В. Осипов // Вестник ВГУ. – Серия: География. Геоэкология. – 2016. - № 3. – С. 45–50.
13. Павлова А. И. Анализ методов интерполирования высот точек для создания цифровых моделей рельефа [Текст] / А. И. Павлова // Автометрия. – 2017. – Т. 53, № 2. – С. 86–94.
14. П'яткова А. В. Проблеми кількісної оцінки ерозійних втрат ґрунту [Текст] / А. В. П'яткова // Вісник ОНУ. – Серія географічні та геологічні науки. – Том. 19. – Вип. 4(23). – 2014. – С. 28–37.
15. П'яткова А. В. До питання про верифікацію просторово-розподілених моделей змиву ґрунту [Текст] / А. В. П'яткова, А. В. Кордіс // Вісник ОНУ. – Серія географічні та геологічні науки. – Том. 19. – Вип. 2(21). – 2014. – С. 115–121.
16. Сайт компанії Golden Software [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.goldensoftware.com>.
17. Сайт компанії Pitney Bowes Software Inc [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.pbinsight.com>.

18. *Самойленко В. М.* Географічні інформаційні системи та технології [Текст] / В. М. Самойленко – К.: Ніка-Центр, 2010. – 448 с.
19. *Свідзінська Д. В.* Методи геоecологічних досліджень: геоінформаційний практикум на основі відкритої ГІС SAGA [Текст]: навчальний посібник / Д. В. Свідзінська. – Київ: Логос, 2014. – 402 с.
20. *Светличний А. А.* Оценка пространственного моделирования интенсивности эрозии-аккумуляции на склонах на основе физико-статистической модели [Текст] / А. А. Светличний, А. В. Пяткова // Вісник ОНУ. – Серія географічні та геологічні науки. – Том 22. – Вип. 2 (31) – 2017 – С. 48–60.
21. *Світличний О. О.* Основи геоінформатики [Текст]: навчальний посібник / О. О. Світличний, С. В. Плотницький – Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. – 295 с.
22. *Світличний О. О.* Основи ерозієзнавства [Текст]: навчальний посібник / О. О. Світличний, С. Г. Чорний – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. – 266 с.
23. *Хромых В. В.* Цифровые модели рельефа [Текст]: учебное пособие. / В. В. Хромых, О. В. Хромых. – Томск: Изд-во «ТМЛ-Пресс», 2007. – 178 с.
24. *Часковський О.* Створення цифрових моделей рельєфу на основі даних аерофотознімання [Текст] / О. Часковський, С. Гаврилюк, В. Костишин // Геодезія, архітектура та будівництво. Матеріали II Міжнародної конференції молодих вчених. Львів 14-16 травня, 2009. – С. 150–151.
25. *Черлінка В. Р.* Особливості побудови растрової гідрологічно-коректної цифрової моделі мікро- та мезорельєфу засобами ГІС GRASS [Текст] / В. Р. Черлінка // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2013. – Т. 1. – Вип. 4. – С. 174–182.
26. *Cimmery V.* User Guide for SAGA: Vol. 1 – 393 p., Vol. 2 – 336 p., 2010. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://sourceforge.net/projects/sagagis/files/SAGA%20-%20Documentation/SAGA%20%20User%20Guide/>.
27. *Evans Derek A.* Comparison of Terrain Indices and Landform Classification Procedures in Low-Relief Agricultural Fields [Текст] / Derek A. Evans, Karl W. J. Williard, Jon E. Schoonover // Journal of Geospatial Applications in Natural Resources – 2016. – Vol. 1 – Iss. 1. – Режим доступу: [https://scholarworks.sfasu.edu/j\\_of\\_geospatial\\_applications\\_in\\_natural\\_resources/vol1/iss1/1](https://scholarworks.sfasu.edu/j_of_geospatial_applications_in_natural_resources/vol1/iss1/1).
28. Geospatial Positioning Accuracy Standards, Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy (NSSDA) test methodology [Електронний ресурс]. – FGDC, 1996. – Available at: <https://www.fgdc.gov/standards/projects/accuracy/part3/>.
29. *Florinsky I. V.* Determination of grid size for digital terrain modeling in landscape investigations – exemplified by soil moisture distribution at a micro-scale [Текст] / I. V. Florinsky, G. A. Kuryakova // International Journal of Geographical Information Science. – 2000. – №14. – P. 815–832.
30. *Kiss R.* Determination of Drainage Network in Digital Elevation Models, Utilities and Limitations [Текст] / R. Kiss // Journal of Hungarian Geomathematics. – 2004. – Vol. 2. – P. 16–29.
31. PCRaster: Software for Environmental Modeling, 2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pcraster.geo.uu.nl/downloads/latest-release/>.

## REFERENCES

1. *Vovk, A., Glotov, V., Gunina, A., Malitskyi, A., Tretyak, K., Tsyrklevych, A.* (2015), “Analiz rezultativ dlia stvorennia ortofotoplaniv ta tsyfrovyykh modelei reliefu z zastosuvanniam BPLA TRIMBLE UX-5” [Analysis of results for the creation of orthophotos and digital terrain models using the TRIMBLE UX-5 UAV], *Surveying, cartography and aerial photography*, Vol. 81, pp. 90–103.
2. *Bairak, H. R.* (2014), “Mozhlyvosti TMR dlia vidobrazhennia kharakterystyk reliefu i proiaviv suchasnoi ekzodynamiky” [GIS capabilities to reflect the characteristics of the terrain and the manifestations of modern exodynamics], *Problems of continuous geographical education and cartography. Collection of scientific works*, No 19, pp. 3–6.



3. De Mers, M. N. (1999), *Geograficheskie informatsionnye sistemy* [Geographical information system], Moscow, Data, 450 p.
4. Dmytruk, Yu. M., Cherlinka, V. R. (2012), “Vplyv rozdilnoi zdatnosti TsMR na tochnist vykhidnykh danykh pry modeliuvanni protsesiv vodnoi erozii” [Influence of the DEM resolution on the accuracy of the initial data in the modeling of water erosion processes], *Physical geography and geomorphology* [Fizychna heohrafiia ta heomorfolohiia], Vol. 2(66), pp. 95–102.
5. Zhuchkova, V. K., Rakovskaya, E. M. (2004), *Metody kompleksnykh fiziko-geograficheskikh issledovaniy* [Methods of comprehensive physical and geographical research], Moscow, Publishing house “Academy”, 368 p.
6. Zaslavskiy M. N. (1966), *Eroziya pochv i zemledelie na sklonah* [Soil erosion and slope farming], Chisinau, Kartya Moldavenyaskie, 494 p.
7. Ishchuk, O. O., Korzhnev, M. M., Koshliakov, O. Ye. (2003), *Prostorovyi analiz i modeliuvannia v GIS: Navchalnyi posibnyk* [Spatial Analysis and Modeling in GIS: A Tutorial], Kyiv, PPC “Kyiv University”, 200 p.
8. Kapralov, E. H., Koshkarev, A. V., Tykunov, V. S. (2005), *Geoinformatyka: uchebnoe posobie dlia vuzov* [Geoinformatics: a textbook for universities], Moscow, Publishing house “Academy”, 480 p.
9. Zhydkyn, A. P., Golosov, V. N., Svetlychnyi, A. A., Pyatkova, A. V. (2015), “Kolichestvennaya otsenka pereraspredeleniya nanosov na pakhotnykh sklonakh na osnove ispolzovaniya polevykh metodov i matematicheskikh modeley” [Quantitative assessment of sediment redistribution on arable slopes based on the use of field methods and mathematical models], *Geomorphology*, No 2, pp. 41–53.
10. Lazorenko-Hevel, L. Yu., Denysiuk, B. I. (2016), “Analiz metodiv i modelei tsyfrovoho modeliuvannia reliefu v obiektno-reliatsiynii bazakh topografichnykh danykh” [Analysis of methods and models of digital terrain modeling in object-relational databases of topographic data], *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system* [Management of complex systems development], No 26, pp. 178-186.
11. Narozhnaia, A. H., Buriak, Zh. A. (2016), “Morfometrycheskiy analiz tsifrovyykh modeley reliefa Belhorodskoy oblasti raznoy stepeni generalizatsii” [Morphometric analysis of digital elevation models of the Belgorod region of varying degrees of generalization], *Nauchnye vedomosti BELGU* [Scientific reports BELSU], Series Natural Sciences, No 25 (246), Iss. 37, pp. 169–178.
12. Osipov, S. V. (2016), “Shkaly uklonov zemnoy poverkhnosti i sposoby ikh razrabotki” [Earth slope scales and methods for their development], *Vestnyk VGU* [Bulletin of the Voronezh State University], Series: Geography. Geoecology, No 3, pp. 45–50.
13. Pavlova, A. Y. (2017), “Analiz metodov interpolirovaniya vysot toчек dlia sozdaniya tsifrovyykh modeley reliefa” [Analysis of point height interpolation methods for creating digital elevation models], *Autometry*, Vol. 53, No 2, pp. 86–94.
14. Piatkova, A. V. (2014), “Problemy kilkisnoi otsinky eroziynykh vtrat gruntu” [Problems of the assessment of the erosion soil loses], *Visnyk Odeskogo Natsionalnogo Universytetu* [Odessa National University Herald], Series Geography and Geology, Vol. 19, Iss. 4 (23), pp. 28–37.
15. Piatkova, A. V., Kordis, A. V. (2014), “Do pytannia pro veryfikatsiiu prostoro-rozpodilennykh modeley zmyvu gruntu” [On the verification of spatial-distributed soil flushing models], *Visnyk Odeskogo Natsionalnogo Universytetu* [Odessa National University Herald], Series Geography and Geology, Vol. 19, Iss. 2 (21), pp. 115–121.
16. Golden Software Company Site. – Available at: <https://www.goldensoftware.com>.
17. Pitney Bowes Software Inc. Site – Available at: <http://www.pbinsight.com>.
18. Samoilenko, V. M. (2010), *Heohrafichni informatsiini systemy ta tekhnolohii* [Geographic information systems and technologies], Kyiv, Nika-Centre, 448 p.
19. Svidzinska, D. V. (2014), *Metody heoekolohichnykh doslidzhen: heoinformatsiinyi praktykum na osnovi vidkrytoi GIS SAGA* [Methods of geo-ecological research: geoinformation workshop based on open GIS SAGA], Kyiv, Logos, 402 p.

20. Svetlichnyi, A. A., Pyatkova, A. V. (2017), "Otsenka prostranstvennogo modelirovaniya intensivnosti erozii-akkumulyatsii na sklonakh na osnove fiziko-statisticheskoy modeli" [Estimation of spatial modeling of erosion-accumulation intensity on slopes on the basis of physical-statistical model], *Visnyk Odeskogo Natsionalnogo Universytetu* [Odessa National University Herald], Series Geography and Geology, Vol. 22, Iss. 2 (31), pp. 48–60
21. Svitlychnyi, O. O., Plotnytskyi, S. V. (2006), *Osnovy heoinformatyky: navchalnyi posibnyk* [Geoinformatics basics: a textbook], Sumy, University Book, 295 p.
22. Svitlychnyi, O. O., Chorny, S. H. (2007), *Osnovy eroziivnavstva* [Fundamentals of erosion science], Sumy, University Book, 266 p.
23. Khromykh, V. V., Khromykh, O. V. (2007), *Tsyfrovyye modeli reliefa: uchebnoe posobyie* [Digital elevation models: a textbook], Tomsk, TML-Press, 178 p.
24. Chaskovskyi, O., Havryliuk, S., Kostyshyn, V. (2009), "Stvorennia tsyfrovyykh modelei reliefu na osnovi danykh aerofotoznimannia" [Creating digital elevation models based on aerial photography data], *Geodesy, architecture and construction*, Proceedings of the II International Conference of Young Scientists, Lviv, May 14–16, pp. 150–151.
25. Cherlinka, V. R. (2013), "Osoblyvosti pobudovy rastrovoi hidrolohichno-korektnoi tsyfrovoy modeli mikro- ta mezoreliefu zasobamy HIS GRASS" [Features of construction of raster hydrologically correct digital model of micro- and mesorelief by means of GIS GRASS], *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia* [Bulletin of Agrarian Science of Prychornomia], Vol. 1, Iss. 4, pp. 174–182.
26. Cimmery, V. (2010), User Guide for SAGA: Vol. 1, 393 p., Vol. 2, 336 p. Available at: <http://sourceforge.net/projects/sagagis/files/SAGA%20-%20Documentation/SAGA%202%20User%20Guide/>.
27. Evans, Derek A., Williard, Karl W. J., Schoonover, Jon E. (2016), "Comparison of Terrain Indices and Landform Classification Procedures in Low-Relief Agricultural Fields," *Journal of Geospatial Applications in Natural Resources*, Vol. 1: Iss. 1, Article 1. Available at: [https://scholarworks.sfasu.edu/j\\_of\\_geospatial\\_applications\\_in\\_natural\\_resources/vol1/iss1/1](https://scholarworks.sfasu.edu/j_of_geospatial_applications_in_natural_resources/vol1/iss1/1).
28. Geospatial Positioning Accuracy Standards, Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy (NSSDA) test methodology. FGDC, 1996. Available at: <https://www.fgdc.gov/standards/projects/accuracy/part3/>.
29. Florinsky, I. V., Kuryakova, G. A. (2000), Determination of grid size for digital terrain modeling in landscape investigations – exemplified by soil moisture distribution at a micro-scale, *International Journal of Geographical Information Science*, Vol. 14, pp. 815–832.
30. Kiss, R. (2004), Determination of Drainage Network in Digital Elevation Models, Utilities and Limitations, *Journal of Hungarian Geomathematics*, Vol. 2, 16–29.
31. PCRaster: Software for Environmental Modeling, 2018. Retrieved from: <http://pcraster.geo.uu.nl/downloads/latest-release/>.

Надійшла 31.10.2019

**А. В. Пяткова**, канд. геогр. наук, доцент

**А. Б. Муркалов**, канд. геогр. наук, доцент

**Ю. В. Логвина**, магистр

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
кафедра физической географии и природопользования,  
пер. Шампанский, 2, Одесса, 65058, Украина

physgeo\_onu@ukr.net, avpyatkova2011@gmail.com, logvina.julia19@gmail.com

## **ВЛИЯНИЕ МЕТОДА СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА НА РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ СМЫВА ПОЧВ**

### **Резюме**

Изложены результаты исследования влияния методов построения ЦМР на расчеты потенциального смыва почвы на территории балочного водосбора. Моделирование выполнено с использованием пространственной ГИС-Реализованной модели смыва-аккумуляции, разработанной на кафедре физической географии и природопользования Одесского национального университета имени И. И. Мечникова. Используются ЦМР построенные с помощью наиболее распространенных методов интерполирования: линейная интерполяция, кригинг, радиальные базисные функции.

**Ключевые слова:** ГИС, моделирование, морфометрия, цифровая модель рельефа, эрозия почв.

**A. V. Piatkova**

**O. B. Murkalov**

**Yu. V. Logvyna**

Odessa National I. I. Mecnikov University,  
Department of Physical Geography and Nature Management,  
Champagne Lane, 2, Odessa, 65058, Ukraine

physgeo\_onu@ukr.net, avpyatkova2011@gmail.com, logvina.julia19@gmail.com

## **INFLUENCE OF THE METHOD FOR CREATING A DIGITAL ELEVATION MODEL ON THE RESULTS OF SOIL LOSSES CALCULATION**

### **Abstract.**

**Problem Statement and Purpose.** The problems of digital elevation model (DEM) creation are very actual and being investigated comprehensively. DEM is widely used for solving different problems which are connected with the modelling of nature processes. Relief is the important object of investigations. DEM has got a special role in modelling and assessment of soil water erosion. In interpretation and estimation of modelling results the question of accordance of DEM and processes which are

researched is appeared. This question is solved by field researching, comparative geographic method and GIS-technologies.

The purpose of the research is the assessment of the influence of the DEM which are created by different interpolation methods with the same topographic data on the calculations of potential soil loses. Soil loses are estimated by the GIS-realized mathematical model of rainstorm erosion losses of soil which are developed in physical geography and nature management department of Odessa National I. I. Mechnikov university.

**Data & Methods.** The research territory is situated in Prychernomorska lowland (Kherson region Bilozerskyi district). It is a little valley with 40-50 m height amplitude. The hills have got different profile forms and steepness. The climate is temperate continental. Soil cover is presented by calcic chernozems.

Height dataset is created by MapInfo Professional 6.0 instruments. For this purpose, the topographic map 1:25000 was digitized. The digitizing square is about 70 sq.km. Ordinal kriging, triangulation with linear interpolation and radial basis functions like interpolation methods were used for DEM creation. The interpolation procedure was performed in Golden Software Surfer environment. Because of the implementation of mathematical model of rainstorm erosion losses was made in PCRaster the DEMs were converted in this GIS-package and the assessment of soil loses was performed. Morphometric analysis was made by using standard functions of SAGA GIS-package. Slope steepness and length, root-mean-square error (*RMSE*) and the compliance with the DEM and topographic basis were assessed for analysis.

**Results.** It is determined that all chosen interpolation methods have controversial influence on calculation of potential erosion loses by using GIS-realized mathematical model of rainstorm erosion losses. The main statistics characteristics which are calculated differ from each other in different limits especially it concerns the extreme values. The influence of interpolation methods is manifested in mathematical differences of morphometric relief values on different DEM. The maximum differences between topographic data and interpolated model are observed on DEM which is created by triangulation with linear interpolation. That differences are noted in results of soil loses calculations too.

Positive deflections of interpolated heights are characteristic of thalwegs, bottoms and collecting slopes of fluvial and erosion forms, and negative ones - watershed surfaces and scattering slopes.

Difference between DEM in slope steepness was not noted, but in length it amounts to 35 % for DEM which created by triangulation with linear interpolation. *RMSE* is too different for all DEMs.

It is recommended to use DEM which take into account the deviations of relief morphometric values no more than 5 %. It is better to use such DEM in modeling of soil erosion loses and planning of any agricultural or business activity. So the best interpolation methods are kriging and radial basis functions.

The reflection accuracy of relief plastic plays the main role in case of choose of DEM as the base of modeling. Especially it concerns such characteristics as transverse and longitudinal slopes profiles and their various genetic combinations in space.

**Keywords:** GIS, modelling, morphometry, digital elevation model, soil erosion.

## ҐРУНТОЗНАВСТВО ТА ГЕОГРАФІЯ ҐРУНТІВ

УДК 631.4

DOI: 10.18524/2303-9914.2019.2(35).183732

**З. П. Паньків**, доктор географічних наук, професор

**А. М. Яворська**, аспірант

Львівський національний університет імені Івана Франка,  
кафедра ґрунтознавства і географії ґрунтів,  
вул. П. Дорошенка 41, Львів, 79007, Україна  
andrianaym@gmail.com

### ВАЛОВИЙ ХІМІЧНИЙ СКЛАД ІНІЦІАЛЬНИХ ҐРУНТІВ ВЕРХОВИНСЬКОГО ВОДОДІЛЬНОГО ХРЕБТА УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Встановлено особливості валового хімічного складу ініціальних ґрунтів Верховинського Вододільного хребта Українських Карпат на різних стадіях еволюційного розвитку, досліджено вплив основних ценозоформуєчих видів на зміну їхнього валового хімічного складу та морфологічних особливостей. На основі аналізу валового хімічного складу ініціальних ґрунтів діагностовано головні елементарні ґрунтоутворні процеси (ЕІП), які зумовлюють їхнє формування. Проведено розрахунок елювіально-аккумулятивних коефіцієнтів та проаналізовано особливості винесення чи накопичення оксидів в процесі еволюції ініціальних ґрунтів. Проаналізовано вплив чинників ґрунтоутворення на формування морфологічних особливостей та валового хімічного складу ініціальних ґрунтів.

**Ключові слова:** ініціальні ґрунти, валовий хімічний склад, елементарні ґрунтоутворні процеси, Верховинський Вододільний хребет.

#### ВСТУП

Верховинський Вододільний хребет розташований у внутрішній смузі Українських Карпат, головню на межі Закарпатської та Львівської областей, простягається від витоків р. Уж до верхів'я р. Ріка з максимальною висотою 1405 м (г. Пікуй) [7]. Поширення різних типів ґрунтів в Українських Карпатах обумовлено законом висотної поясності. Саме зміна абсолютних висот зумовлює зміну кліматичних показників, типів рослинного покриву і, відповідно, ґрунтів. Проте в місцях виходу на денну поверхню щільних пісковиків ця закономірність порушується, оскільки формуються інтразональні ініціальні органогенні ґрунти, дослідження яких є ключем для встановлення генези та особливостей еволюційного розвитку ґрунтів Українських Карпат.

Встановлення стадійності та специфіки кожної стадії формування ініціальних ґрунтів дозволить більш чітко зрозуміти механізми формування ґрунтового покриву Українських Карпат впродовж всього часу ґрунтоутворення в регіоні.

У процесі ґрунтоутворення ґрунт зазнає постійних змін та проходить певні еволюційні стадії, що позначається у зміні морфологічних особливостей, фізичних, фізико-хімічних властивостей та зумовлює зміни валового хімічного складу ґрунту. Найбільш достовірним методом дослідження генези ґрунту та спрямованості ґрунтоутворного процесу є аналіз відомостей валового хімічного складу ґрунту та порівняння його з валовим хімічним складом незміненої ґрунтоутворної породи. Окрім цього, результати аналізу є вихідною основою для розрахунку запасів тих чи інших елементів у генетичних горизонтах, та виявлення змін у валовому хімічному складі, що спричинені різними фітоценотичними умовами формування ґрунтів, змінами чинників ґрунтоутворення [1].

*Метою дослідження* є встановлення впливу чинників ґрунтоутворення на особливості валового хімічного складу всього спектру ініціальних ґрунтів, сукупність ЕПП, що зумовлюють формування їхніх морфологічних особливостей та фізико-хімічних властивостей на різних стадіях еволюції.

#### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Для досягнення поставленої мети в межах Вододільного Верховинського хребта було закладено 3 ключові ділянки: гора Пікуй 1405 м N 48° 49' 46" E 23° 00' 03"; гора Опора 1294 м N 48° 51' 59,1" E 23° 01' 59,1"; урочище "Кичера" (каре'р) 823 м, N 49° 09' 09,5" E 23° 02' 00,5", в межах яких проведено вивчення морфологічних особливостей та відібрано зразки для визначення валового хімічного складу ініціальних ґрунтів на різних стадіях формування. В межах зазначених ключових ділянок проведено відбір зразків ініціальних ґрунтів на усіх стадіях розвитку та визначено їхній валовий хімічний склад, а в статті проаналізовані усереднені показники. З метою врахування впливу чинників на формування ініціальних ґрунтів в межах території дослідження дві ключові ділянки (гора Пікуй, гора Опора) були закладені в межах субальпійського поясу, а третя (урочище "Кичера") – лісового. В межах ключових ділянок було проведено визначення основних ценозоформуєчих видів рослин. В відібраних зразках проводилося обеззолення, а в золі методом А. І. Аринушкіної було проведено визначення відсоткового вмісту хімічних елементів. Для інтерпретації результатів валового хімічного складу було використано математичні формули запропоновані Г. Йенні (фактор вилуговування) та О. А. Роде (метод елювіально-аккумулятивного коефіцієнта) [2]. Для встановлення залежності валового хімічного складу ініціальних ґрунтів від ґрунтоутворної породи були використані відомості валового хімічного складу незвітреного пісковика [8].

Питання ініціального ґрунтоутворення, початкових стадій формування ґрунтів висвітлено у наукових працях: В. Р. Вільямса, 1951; Н. Г. Холодно-го, 1942; Б. Б. Полинова, 1945; М. А. Глазовскої, 1950; Н. Г. Сушкина, 1973;

А. А. Роде, 1971; С. С. Неоструєва; В. А. Ковди; С. А. Захарова; І. П. Герасимова; М. В. Фріланда, 1972; В. О. Таргульяна, 1983, 1986; Є. М. Самойлова, 1986; Л. О. Карпачевського, 1987; І. А. Соколова, 1996, 2004; В. Д. Тонконогова, 1999; Є. В. Абакумова, А. Н. Шелеміна, 2000; Л. Ю. Рейнтама, 2001; Н. П. Чижикова, 2002; Friedmanna, 1982; Gaada, 2007; Brozeak, 2003 та ін. [5]. Проте, незважаючи на значну кількість наукових праць і дослідників, які займалися вивченням ініціального ґрунтоутворення та ініціальних ґрунтів, на сьогоднішній час є ряд дискусійних положень щодо генези досліджуваних ґрунтів, їхньої номенклатури і таксономії. В сучасних наукових публікаціях України відсутнє чітке визначення терміну “ініціальні ґрунти” та не має визначених достовірних діагностичних ознак для їхньої ідентифікації. Сукупність об’єктивних і суб’єктивних чинників обумовила відсутність ініціальних ґрунтів у Класифікації ґрунтів України, хоча вони займають значну площу, мають виняткове інформаційне та екологічне значення. В світовій реферативній базі ґрунтових ресурсів (WRB) досліджувані ґрунти діагностуються як Leptosols (від грецького lepthos-камінь) – слаборозвинені кам’янисті ґрунти з менш ніж 20% (за об’ємом) дрібнозему, які мають незначну потужність та підстелені щільною породою, або пухким кам’янисто-гравійним матеріалом. Такі ґрунти інтразональні та найбільш характерні для гірських областей або виходу на поверхню щільних порід [9].

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

ґрунти, що перебувають на початковій стадії свого формування називають ініціальними або ж первинними. Ініціальні ґрунти (лат. *initialis*– початковий, первинний) – це початковий етап формування ґрунту, профіль якого характеризується наявністю лише одного або двох генетичних горизонтів, які залягають безпосередньо на щільній породі [5].

Ініціальні ґрунти поширені у районах, де є круті схили, а відтак, молоді геоморфологічні поверхні, стійкі до вивітрювання породи (пісковики, граніти, тощо), та екстремальні кліматичні умови, що пригнічують біологічну активність.

На основі аналізу літературних джерел, фондових матеріалів та власних польових, лабораторних досліджень нами запропоновані діагностичні морфологічні ознаки (потужність органогенного горизонту, можливість його поділу на генетичні горизонти, наявність перехідного кам’янистого горизонту, щільність прилягання до породи), які є основою для виділення еволюційних стадій ініціальних ґрунтів: ембріональні, ґрунтоподібні тіла, первинні, примітивні (молоді) ґрунти [5].

Ембріональні ґрунти (ґрунти - плівки) – це органо-мінеральні прошарки потужністю до 1 см, темно-бурого, темно-сірого однорідного забарвлення, що щільно прилягають до скельної породи і важко відділяються від неї, не мають ознак поділу на генетичні горизонти, формуються під літофільними угрупованнями і накипними лишайниками (лепрарія (*Lepraria incana* (L. Ach), кладо-

нія жовто-зелена (*Cladonia ochrochlora*), леканора заплутана (*Lecanora intricata* (Ach.) Ach), умбілікрія циліндрична (*Umbilicaria culindrica* (L.) Delise). Вони формують окремі плями, що приурочені до невеликих заглиблень, тріщин в межах скельної породи.

Грунтоподібні тіла – формуються в результаті поселення листових лишайників (*Parmelia saxatilis*) на підготовлений впродовж ембріональної стадії субстрат та поєднання процесів ґрунто – і літогенези. Під покривом листового лишайника формується органогенний прошарок темно-сірого забарвлення, потужністю до 3 см, без видимих ознак поділу на генетичні горизонти, що залягає безпосередньо на щільній скельній породі та легко відділяється від неї.

Первинні ґрунти – формуються в процесі поселення на ґрунтоподібних тілах мохів, видовий склад яких залежить від кліматичних умов і висотного поясу. У гірсько-лісовій зоні домінує леукобрій сизий (*Leucobryum glaucum* (Hedw.) Angsts.), а в субальпійській – політріхум стиснутий (*Polytrichum strictum*). Потужність органогенного горизонту до 10 см, що легко відділяється від породи та має помітні ознаки диференціації на ґрунтові горизонти (Td+T). Значний приріст біомаси мохів за умови короткого вегетаційного періоду сприяє нагромадженню відмерлих органічних решток, росту первинного ґрунту вгору. Значний вплив на потужність органогенного горизонту первинних ґрунтів має кут залягання щільних порід та експозиція схилу (максимальна потужність органогенного горизонту характерна для схилів північної експозиції).

Примітивні ґрунти – формуються за умов поселення на мохах лучного різотрав'я (тимофіївка лучна (*Phleum pretense*)), дернових злаків (біловус стиснений (*Nardus stricta*)), чагарників, що зумовлює збільшення потужності органогенного горизонту до 20 см, в межах якого досить чітко виділяються два генетичні горизонти (Td та T).

Зважаючи на той факт, що мінеральна частина ґрунту є консервативною системою, результати валового хімічного складу та їхнє опрацювання є основою для діагностики ЕГП, які зумовлюють формування морфологічних особливостей і фізико-хімічних властивостей досліджуваних ґрунтів.

Для аналізу відомостей валового хімічного складу ґрунту використовують різні перерахунки та коефіцієнти, котрі є основою діагностики інтенсивності, спрямованості ЕГП і безпосередньо пов'язані з абсолютною та відносною зміною хімічного складу мінеральної частини ґрунтів. Вихідною формою перерахунку відомостей валового хімічного аналізу є перерахунок на сухий ґрунт [1, 2]. Основною метою вивчення мінеральної частини твердої фази ґрунту є встановлення змін їхнього хімічного складу під впливом ґрунтоутворного процесу, тому зіставлення одержаних відомостей, виражених у відсотках від ваги сухого ґрунту, не може скласти об'єктивного уявлення про зміни мінеральної частини ґрунту, оскільки на вміст кожного оксиду впливає значення вмісту гумусу і хімічно зв'язаної води. Тому значення вмісту гумусу і хімічно зв'язаної води не слід використовувати при обрахунку коефіцієнтів. Це можливо при здійсненні



перерахунку відомостей, виражених у відсотках від ваги сухого ґрунту, тобто у відсотках на прожарену наважку [3].

Більшість дослідників рекомендує використовувати перерахунок на прожарений ґрунт для характеристики розподілу оксидів у профілі ґрунту, обчислення їхніх мольних відношень, балансу речовин, коефіцієнтів вилуговування, визначення загального ступеня диференціації профілю тощо. Вчені зазначають, що оскільки  $\text{CO}_2$  і Сорґ входять до складу втрати від прожарювання, то це дозволяє частково абстрагуватись від впливу карбонатів і органічної речовини на елементний або валовий склад ґрунту та встановити його реальну профільну диференціацію [1, 3].

З метою дослідження валового хімічного складу ініціальних ґрунтів Верховинського Вододільного хребта у відібраних зразках проводилося обеззолення, а в золі методом А. І. Аринушкіної проводилося визначення валового хімічного складу у перерахунку на прожарену наважку (табл. 1). Встановлено, що для всього ряду ініціальних ґрунтів характерне накопичення півтораоксидів Кремнезему, сполук Алюмінію та Феруму. В незначних кількостях в ініціальних ґрунтах простежується акумуляція сполук Калію, Магнію та Натрію, що зумовлено процесами біологічного колообігу.

Таблиця 1

## Валовий хімічний склад ініціальних ґрунтів (% на прожарену наважку)

Глибина відбору зразків, см	Втрати при прожарюванні, %	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}$	$\text{TiO}_2$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{SO}_3$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{CaCO}_3$
<i>Ембріональний ґрунт</i>												
0-1	21,11	62,97	7,54	4,12	0,0	0,31	0,58	0,67	0,05	1,37	1,22	0,0
120*	15,02	61,80	6,44	2,69	2,57	0,32	18,9	3,31	1,24	1,42	1,18	30,74
<i>Ґрунтоподібне тіло</i>												
0-3	2,67	66,07	13,35	6,13	0,0	0,9	4,33	2,78	0,1	4,43	1,91	0,0
120*	15,02	61,80	6,44	2,69	2,57	0,32	18,9	3,31	1,24	1,42	1,18	30,74
<i>Первинний ґрунт</i>												
0-8	1,27	79,62	10,33	3,86	0,0	0,79	1,57	1,54	0,07	1,39	1,26	0,0
120*	15,02	61,80	6,44	2,69	2,57	0,32	18,9	3,31	1,24	1,42	1,18	30,74
<i>Примітивний (молодий) ґрунт</i>												
0-7	3,98	73,77	11,22	5,82	0,0	1,01	3,48	1,47	0,18	2,48	1,41	0,0
7-18	7,94	80,28	8,66	4,52	0,15	0,69	2,70	1,26	0,0	2,10	1,07	0,0
120*	15,02	61,80	6,44	2,69	2,57	0,32	18,9	3,31	1,24	1,42	1,18	30,74

120\*- відомості з джерела [8]

Накопичення півтораоксидів Кремнезему відбувається відповідно до еволюції ініціального ґрунту. Так мінімальне відносне накопичення діагностується в ембріональному ґрунті (близько 1%), а максимальне в торфовому горизонті примітивного ґрунту (до 20%), що свідчить про надходження Кремнезему з рослинних решток, які є основним донором формування профілю ініціальних ґрунтів та частковим механічним привнесенням. Максимальне накопичення сполук Алюмінію та Феруму діагностується у профілі ґрунтоподібного тіла, що пояснюється його формуванням під суцільним покривом листових лишайників, які здатні акумулювати ці сполуки з атмосферного повітря та вологи. Вплив біологічного колообігу на формування валового хімічного складу ініціальних ґрунтів підтверджується відомостями елементного складу основних ценозоформуючих видів під якими формуються досліджувані ґрунти (табл. 2).

Таблиця 2

**Валовий хімічний склад (% на прожарену наважку) основних ценозоформуючих видів**

Назва виду рослин	Втрати при прожарюванні, %	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Листовий лишайник ( <i>Parmelia saxatilis</i> )	1,45	74,91	9,04	3,83	0,64	1,98	2,07	3,79	1,93
Мох ( <i>Leucobryum glaucum</i> )	3,82	62,41	14,10	7,12	1,06	5,70	4,81	4,01	2,65

В мохових асоціаціях з домінуванням (*Leucobryum glaucum* (Hedw.) Angstr.), які поселяються на підготовлений листовими лишайниками субстрат, одночасно із збільшенням потужності органогенного горизонту посилюється акумуляція оксидів, особливо сполук Алюмінію та Феруму (14,10 % та 7,12 % відповідно), а натомість зменшується відсотковий вміст півтораоксидів Кремнезему (62,41 %). Слід зазначити, що в процесі біологічного колообігу та сукцесій ценозоформуючих видів збільшується відсотковий вміст сполук Кальцію та Магнію.

Варто зазначити, що оцінка відносного накопичення чи виносу елементів у профілі в порівнянні з породою для ініціальних ґрунтів є частково не коректною, оскільки значний вплив на відсотковий вміст елементів в досліджуваних ґрунтах має біологічний колообіг речовин, що зумовлює незалежну від геологічного колообігу акумуляцію елементів.

Для більш детальної оцінки виносу чи накопичення оксидів, О. А. Роде, запропонував метод елювіально-акумулятивних коефіцієнтів (ЕАК):  $EAr$  – ЕАК

для конкретного оксиду; *EAt*– загальний ЕАК всіх оксидів; *EAm*– ЕАК всіх оксидів, окрім оксиду свідка [2, 6]. Від’ємне значення всіх трьох коефіцієнтів означає втрату оксидів з п-горизонту, додатне – їхнє накопичення.

Таблиця 3

## Елювіально-аккумулятивні коефіцієнти ініціальних ґрунтів

Глибина відбору зразків, см	EAr (%)								Eat	Eam
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O		
<i>Ембріональний ґрунт</i>										
0-1	14,91	50,31	-4,92	-96,99	-80,13	-84,12	-5,31	1,47	-0,02	-0,05
<i>Ґрунтоподібне тіло</i>										
0-3	93,90	113,15	163,07	-78,57	-21,44	-92,46	191,81	51,40	-0,06	-0,17
<i>Первинний ґрунт</i>										
0-8	24,50	-2,47	91,62	-93,55	-63,89	-95,62	-24,02	-17,12	-0,22	-0,59
<i>Примітивний (молодий) ґрунт</i>										
0-7	45,95	81,25	164,41	-84,57	-62,80	-87,84	46,31	0,10	-0,16	-0,42
7-18	3,52	29,35	65,99	-89,00	-70,70	-100,00	13,84	-30,20	-0,23	-0,60

Для всього ряду ініціальних ґрунтів Верховинського Вододільного хребта характерне накопичення оксидів Алюмінію та Феруму, також у незначній кількості накопичуються оксиди Титану, за винятком ембріонального ґрунту. В процесі формування профілю ґрунтоподібного тіла відзначається значне накопичення сполук Калію і Натрію, останні також присутні в примітивному (молодому) ґрунті. Загальною тенденцією, яка притаманна всьому ряду ініціальних ґрунтів є вилуговування оксидів Калію та Магнію. Загальний елювіально-аккумулятивний коефіцієнт (Eat) показує відносні втрати всіх оксидів у порівнянні із породою у всьому ряді ініціальних ґрунтів. Ця закономірність зберігається і підтверджується коефіцієнтом Eam (табл. 3).

Результати валового хімічного складу ініціальних ґрунтів дозволили діагностувати основні ЕГП, які формують морфологічні особливості та фізико-хімічні властивості ініціальних ґрунтів на різних стадіях розвитку. Вихідною умовою для початку біологічного вивітрювання та ембріонального ґрунтоутворення є декарбонізація щільного пісковика, що підтверджується вмістом сполук карбонатів Кальцію та зміною валентності сполук Заліза, які відбуваються одночасно. У формуванні ґрунтоподібного тіла одночасно з процесом декарбонізації діагностується процес ферсальїзації – накопичення рухомих форм заліза. У процесі формування первинних ґрунтів діагностується процес гумусосіалі-

тизації – перетворення мінеральної маси, під дією нейтральних і слабкокислих гумусових речовин, що сприяє частковому виносу основ та формуванню дерново-гумусового (оторфянілого) горизонту [3, 4, 6]. У досліджуваних ґрунтах починаючи з ґрунтоподібних тіл діагностується процес торфоутворення. У класичному розумінні торфоутворення – це проц накопичення відмерлих органічних решток за умов постійного перезволоження та відсутності кисню. В ініціальних ґрунтах процес торфоутворення є відмінним за генезою та зумовлений впливом лімітуючого кліматичного чинника (короткий вегетаційний період), який сповільнює процеси мінералізації відмерлих органічних решток та є причиною акумуляції нерозкладених, слабборозкладених органічних решток.

### ВИСНОВКИ

В межах Вододільного Верховинського хребта Українських Карпат формуються інтразональні ініціальні органогенні ґрунти, які приурочені до виходу на денну поверхню щільних пісковиків Кросненської світи. Аналіз літературних джерел, фондових матеріалів, результати власних польових досліджень на основі врахування морфологічних особливостей і сукцесійних змін рослинності дозволив сформувати еволюційний ряд ініціальних ґрунтів в межах території дослідження: ембріональні ґрунти – ґрунтоподібні тіла – первинні ґрунти – примітивні (молоді) ґрунти.

У валовому хімічному складі ініціальних ґрунтів на різних стадіях розвитку характерною особливістю є накопичення півтораоксидів Кремнезему, сполук Алюмінію та Феруму, яке зумовлене привнесення зазначених елементів з рослинного опаду та атмосферних осадків. Це підтверджується відомостями елементного складу листових лишайників та мохів, де відзначається акумуляція сполук Алюмінію та Феруму, а також Кальцію та Магнію за рахунок біологічного колообігу. Розраховані елювіально-акумулятивні коефіцієнти засвідчили загальний виніс оксидів на всіх стадіях еволюції ініціальних ґрунтів. Відомості валового хімічного складу ініціальних ґрунтів дозволили діагностувати основні ЕГП, які формують морфологічні особливості ініціальних ґрунтів на різних стадіях розвитку. Декарбонізація ґрунтоутворної породи є передумовою для початку ембріонального ґрунтоутворення та формування ембріонального ґрунту; ферсїалітизація – процес накопичення рухомих форм заліза, обумовлений декарбонізацією, який притаманний найбільшою мірою для ґрунтоподібного тіла; гумусосїалітизація – перетворення мінеральної маси, під дією нейтральних і слабкокислих гумусових речовин, що сприяє частковому виносу основ та формуванню дерново-гумусового (оторфянілого) горизонту; торфоутворення, яке характерне для всіх стадій (за винятком ембріональної) та зумовлене, головнo, кліматичними умовами території дослідження.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. *Кирильчук А. А.* Хімія ґрунтів. Основи теорії і практикум: навч. посібник [Текст] / А. А. Кирильчук, О. С. Бонішко. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 354 с.
2. *Кіт М. Г.* Морфологія ґрунтів. Основи теорії і практикум : навч. посібник [Текст] / М. Г. Кіт. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. — 232 с.
3. *Ковда В. А.* Основы учения о почвах. Общая теория почвообразовательного процесса [Текст] / В. А. Ковда. – Москва: Наука, 1973. – Кн. вторая. – 468 с.
4. *Розанов Б. Г.* Генетическая морфология почв [Текст] / Б. Г. Розанов. – Москва: Изд-во Моск. ун та, 1975. – 293 с.
5. *Паньків З. П.* Сучасний стан вивчення ініціальних ґрунтів та ініціального ґрунтотворення (аналітичний огляд) [Текст] / З. П. Паньків, А. М. Яворська. // Вісник ЛНУ сер. Географічна. – 2017. – № 51. – С. 267–277.
6. *Роде А. А.* Генезис почв и современные процессы почвообразования [Текст] / А. А. Роде. – Москва: Наука, 1984. – 300 с.
7. *Сливка Р. О.* Геоморфологія Вододільно-Верховинських Карпат [Текст] / Р. О. Сливка. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2001. – 152 с.
8. *Вернандер Н. Б.* Природа Украинской ССР. Почвы [Текст] / Н. Б. Вернандер, Н. И. Гоголев, Д. И. Ковалишин // Киев: Наукова думка, 1986. – 216 с.
9. The World Reference Base [Electronic resource]. – Режим доступу: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-classification/world-reference-base>.

**REFERENCES**

1. Kyrylchuk, A. A. (2011), *Ximiya gruntiv. Osnovy teorii i praktykum: navch. posibnyk* [Soil chemistry. Basics of theory and practicum], Lviv: Vydavnychyj centr LNU imeni Ivana Franka, 354 p.
2. Kit, M. G. (2008), *Morfologiya gruntiv. Osnovy teopiyi i praktykum : navch. posibnyk* [Soil morphology. Basics of theory and practicum], Lviv: Vydavnychyj centr LNU imeni Ivana Franka, 232 p.
3. Kovda, V. A. (1973), *Osnovy ucheniya o pochvakh. Obshchaya teoriya pochvoobrazovatel'nogo protsesssa* [Basics of soil study. General theory of soil formation process], Moskva: Nauka, Kn. Vtoraya, 468 p.
4. Rozanov, B. G. (1975), *Geneticheskaya morfologiya pochv* [Genetic soil morphology], Moskva: Izd-vo Mosk. un ta, 293 p.
5. Pankiv, Z. P. (2017), Suchasnyj stan vyvchennya inicialnyx gruntiv ta inicialnogo gruntotvorennia (analitichnyj oglyad) [Modern state of study of initial soils and initial grouding (analytical revive)], *Visnyk LNU ser. Geografichna*, no. 51, pp. 267–277.
6. Rode, A. A. (1984), *Genezis pochv i sovremennye protsessy pochvoobrazovaniya* [Soil genesis and modern soil formation processes], Moskva: Nauka, 300 p.
7. Slyvka, R. O. (2001), *Geomorfologiya Vododino-Verxovynskyx Karpat* [The geomorphology of the watershed verkhovyna Carpatians], Lviv : Vydavnychyj centr LNU imeni Ivana Franka, 152 p.
8. Vernander, N. B. (1986) *Priroda Ukrainской SSR. Pochvy* [The nature of the Ukrainian SSR. Soils], Kiev: Naukova dumka, 216 p.
9. The World Reference Base, Available at: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-classification/world-reference-base>. [Accessed 14 September 2019].

Надійшла 08.11.2019

**З. П. Паньків**, доктор географічних наук, професор

**А. М. Яворська**, аспірант

Львівський національний університет імені Івана Франко,  
кафедра ґрунтознавства та географії ґрунтів,  
ул. П. Дорошенко, 41, Львів, 79007, Україна  
andrianaym@gmail.com

### **ВАЛОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИНИЦИАЛЬНЫХ ПОЧВ ВЕРХОВИНСКОГО ВОДОРАЗДЕЛЬНОГО ХРЕБТА УКРАИНСКИХ КАРПАТ**

#### **Резюме**

Установлены особенности валового химического состава инициальных почв Верховинского Водораздельного хребта Украинских Карпат на разных стадиях эволюционного развития, исследовано влияние основных ценозообразующих видов на смену их валового химического состава и морфологических особенностей. На основе анализа валового химического состава инициальных почв диагностированы главные элементарные почвообразовательные процессы (ЕПП), которые обуславливают их формирование. Проведен расчет элювиально-аккумулятивных коэффициентов и проанализированы особенности выноса или накопления оксидов в процессе эволюции инициальных почв. Проанализировано влияние факторов почвообразования на формирование морфологических особенностей и валового химического состава инициальных почв.

**Ключевые слова:** инициальные почвы, валовой химический состав, элементарные почвообразовательные процессы, Верховинский Водораздельный хребет.

**Z. P. Pankiv**

**A. M. Yavorska**

Department of Edaphology and Soil Geography,  
Ivan Franko National University of Lviv,  
P. Doroshenko St. 41, Lviv, 790007, Ukraine  
andrianaym@gmail.com

### **THE GROSS CHEMICAL COMPOSITION OF INITIAL SOILS OF VERKHOVYNA'S WATERSHED RIDGE OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS**

#### **Abstract**

**Problem Statement and Purpose.** The intrazonal initial organogenic soils are formed with in the Verkhovyna's watershed ridge of the Ukrainian Carpathians. They are dated to the access to the daily surface of dense sandstones of the Krosno zone. The aim of research is to establish the features of the gross chemical composition of the

initial soils of the Verkhovyna's watershed ridge of the Ukrainian Carpathians at different stages of evolutionary development have been defined in this work. The impact of the major cenosis-forming species on the change of their gross chemical composition and morphological features has been investigated.

**Data & Methods.** The analysis of references, source materials, the results of personal field studies based on morphological characteristics and consideration of succession of vegetation changes allowed to form an evolutionary series of initial soils within the area of research: embryonic soils–soil-like bodies–initial (primary) soils - primitive (young) soils. Within the study area, the morphological features of the initial soils were studied and samples were taken for laboratory-analytical studies.

**Results.** The characteristic feature of the gross chemical composition of initial soils at different stages of development is the accumulation of one and a half oxides of silica, Aluminum and Iron compounds, which is caused by the introduction of these elements from plant precipitation and atmospheric sediments. This is confirmed by their formation of the elemental composition of leaf lichens and mosses, where the accumulation of compounds of Aluminum and Iron, as well as Calcium and Magnesium due to biological cycling is noted. The calculated eluvial-accumulative coefficients attested the total removal of oxides at all stages of evolution of the initial soils. Their formation of the gross chemical composition of the initial soils made it possible to diagnose the main EGP, which form the morphological features of the initial soils at different stages of development. Decarbonisation of soil-forming rocks is a prerequisite for the beginning of embryonic soil formation and formation of embryonic soil; fersialization – the process of accumulation of movable forms of iron is based on decarbonisation, which is inherent in the soil-like body; humus - socialization – transformation of mineral mass under the action of neutral and slightly acidic humus substances, which contributes to the partial removal of bases and the formation of sod-humus ( peaty ) horizon; peat formation, which is characteristic of all stages (except the embryonic one) and is determined mainly by the climatic conditions of the studying area.

**Keywords:** initial soils, gross chemical composition, Verkhovyna's watershed ridge, elementary soil-forming processes.

## ЕКОНОМІЧНА ТА СОЦІАЛЬНА ГЕОГРАФІЯ І ТУРИЗМ

УДК 911.3

DOI: 10.18524/2303-9914.2019.2(35).183733

**Я. В. Джаман**, к. геогр. н., асистент

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,  
кафедра географії України та регіоналістики,  
вул. М. Коцюбинського, 2, Чернівці, 58002, Україна  
jadzhaman@gmail.com

### СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ В МІСТІ ЧЕРНІВЦЯХ

У статті розкриті передумови формування туристичного потенціалу в місті Чернівці: наявність пам'яток матеріальної і духовної культурної спадщини різних історичних періодів і етнічних культур, різноманіття культурних звичаїв і традицій, історичні постаті тощо. Розглянуто динаміку туристичних потоків до міста Чернівці за останній період (2010–2017 роки). Досліджено географію внутрішніх (вітчизняних) та іноземних туристів. Визначені мотиви приїзду іноземних туристів. Проаналізовані основні економічні показники діяльності туристичної галузі в м. Чернівцях. Розкриті головна мета та комплекс заходів розвитку туристичної індустрії на перспективу.

**Ключові слова:** туризм, туристи, внутрішні туристи, іноземні туристи, туристична індустрія, Чернівці, ЮНЕСКО.

#### ВСТУП

Туристична сфера, як важлива складова економіки України загалом і Чернівецької області зокрема (в тому числі міста Чернівці), розвивається і набуває все більшого значення та швидко інтегрується в європейську і світову туристичну індустрію. Її стан впливає на розвиток більшості секторів економіки, а особливо на будівництво, транспорт і шляхи сполучення, готельне господарство, торгівлю і громадське харчування, комунікативну сферу тощо, які виступають найбільш перспективними напрямками структурної модернізації господарського комплексу. Місто Чернівці є яскравим прикладом поліетнічного простору, має багату історичну та культурну (матеріальну і духовну) спадщину, де перепліталися традиції багатьох народів. Тому розвиток туризму є надзвичайно важливим кроком у формуванні потужного іміджу міста Чернівців, оскільки він дасть змогу залучати більшу кількість туристів (у тому числі іноземних) і, відповідно, розвиватися місту. Дане дослідження виконане в рамках: а) нау-



ково-дослідної держбюджетної теми географічного факультету Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича “Суспільно-географічні основи геопросторової організації транскордонного туризму в Україні” (номер державної реєстрації 0115U006665), б) реалізації “Програми розвитку туризму в місті Чернівцях на 2017–2020 роки”, прийнятої Чернівецькою міською радою 12.01.2017 р. (рішення № 531).

Дослідженню проблем розвитку туризму і методики оцінки рекреаційно-туристичних ресурсів присвячені праці О. Бейдика [1], Ж. Бучко [3], Я. Джамана [5; 19], В. Івануніка, В. Явкіна [6], В. Кифяка [7], С. Кузика [8], О. Любіцевої [10], І. Школи [18] та інші. Вони послужили методичною основою даного дослідження. Про туристичні об’єкти в Чернівцях видано книги [11; 12; 15; 16 та інші], серію путівників [2; 4; 9; 14 та інші], статті тощо.

Включення в 2011 році архітектурного ансамблю колишньої Резиденції митрополитів Буковини і Далмації (сучасної споруди Чернівецького національного університету) до списку об’єктів Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО сприяє активізації туристичних потоків до Чернівців. Тому *метою* даної статті є оцінка сучасного розвитку туризму в Чернівцях. *Завдання* дослідження – визначити динаміку кількості туристів за останній період, встановити географію туристичних потоків та мотиви приїзду туристів, проаналізувати основні економічні показники діяльності туристичної галузі в місті Чернівцях.

## МЕТАРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

*Інформаційну базу* дослідження складають статистичні матеріали по території дослідження, які викладені в “Програмах економічного і соціального розвитку міста Чернівців” на 2010–2018 роки, “Програмах розвитку туризму в м. Чернівцях” на 2013–2016 і 2017–2020 роки [13], прийнятих Чернівецькою міською радою; звіти і фондові матеріали Відділу туризму Чернівецької міської ради [17]; матеріали туристичних путівників по місту Чернівці [2, 4, 9, 14]. *Методологічною основою* виступають фундаментальні положення теорії суспільної географії, рекреаційної географії і туризмології. В процесі дослідження були використані такі *методи географічних досліджень*, як системно-структурного і діахронічного аналізу, описовий, порівняльно-географічний, статистичний, математичний.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Значний туристичний потенціал Чернівців зумовлений, насамперед, наявністю великої кількості пам’яток різних історичних періодів і етнічних культур, багатою палітрою культурних звичаїв і традицій. Відповідно до нормативно-правових актів, що регулюють питання визначення і використання території історичних ареалів, а саме “Коригування історико-архітектурного опорного плану і проекту зон охорони пам’яток та визначення меж і режимів використання історичних ареалів м. Чернівців” і наказом Міністерства культури і ту-

ризму України (від 16. 06. 2007 р.) визначено 3 історичні ареали в межах міста Чернівців: 1) Центральний історичний ареал (площею 550,05 га), 2) історичний ареал “Гореча” (площею 17,39 га), 3) історичний ареал “Садгора” (площею 14,66 га). В межах центрального історичного ареалу визначено комплексну охоронну зону пам’яток архітектури та містобудування (площею 292,33 га). Окрім цього, визначено 16 охоронних зон окремо розташованих пам’яток, 13 зон регулювання забудови, 6 зон охорони ландшафтних комплексів і 15 зон охорони археологічного культурного шару.

На державному обліку в межах території міста знаходиться 756 пам’яток культурної спадщини, у т. ч.: 537 пам’яток архітектури, з них 20 пам’яток архітектури національного значення; 179 пам’яток історії, з них 3 – національного значення; 8 пам’яток археології, з них 1 – національного значення; 22 пам’ятки монументального мистецтва; 9 пам’яток садово-паркового і ландшафтного мистецтва; 1 комплекс історико-культурного заповідника “Кладовища по вул. Зелений”.

Чернівці виділяються серед інших міст України своєю архітектурою, а центральна частина міста (226 га) має статус заповідної території [2]. Тут багато пам’яток містобудування: ансамблі площ Центральної, Театральної, Філармонії; вулиць О. Кобилянської, Головної, І. Франка; окремі споруди. В центральній історичній частині Чернівців на державному обліку знаходиться 706 пам’яток культурної спадщини, 20 з них – загальнонаціонального значення [11]. Представлені різноманітні архітектурні стилі: модерн, готичний, романський, візантійський, бароко, псевдобароко, класицизм, неокласика, флорентійський, мавританський, бренковінеск, неоромінеск, конструктивізм, сецесія, еkleктика та інші. Більшість споруд зведені за індивідуальними проектами відомих архітекторів, серед яких Й. Главка, Г. Гельмер, Х. Гесснер, І. Глаубіц, Ф. Готтесманн, Й. Грегор, В. Грекул, Ф. Зец, А. Іванов, В. Іонеску, Х. Крянге, Т. Левандовський, Й. Ляйцнер, А. Микулич, А. Вілеман фон Монтефорте, М. Моргенштерн, К. Ненеску, Л. Сіліон, Ф. Сковрон, Ф. Фелькнер, А. Фіала, Г. Фріч, Й. Шрайбер, В. Штюбхен-Кірхнер та інші [12]. Грошей на оздоблення будівель не шкодували, тому місто отримало дивовижні споруди з візерунчастою ліпниною, вишуканими закритими і відкритими балконами та іншими архітектурними прикрасами, як у Відні, Будапешті, Бухаресті, Граці, Львові.

Архітектурною перлиною Чернівців є ансамбль колишньої Резиденції митрополитів Буковини і Далмації, який побудований у 1864-1882 рр. за проектом і під керівництвом знаменитого чеського архітектора Й. Главки, роботи інтер’єрів виконані віденськими художниками К. Йобстом, Й. Кляйном, чеським К. Свободою, буковинськими Е. Бучевським і Є. Максимовичем. Стил ь будівель еkleктичний з домінуючими мотивами візантійської та романської архітектури. У 2011 р. цей архітектурний ансамбль включений до списку об’єктів Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО.

Історико-архітектурна спадщина старої частини міста – це цілісний, добре

збережений ансамбль XIX – початку XX століть, відомий своїми стильними сецесійними спорудами, які створені представниками австрійської школи модерну О. Вагнера. Збереглося і декілька пам'яток архітектури XVII–XVIII століть (дерев'яні церкви) [2]. Найдавніші з них – дерев'яна Миколаївська церква (1607 р.), дерев'яна Вознесенська церква (кінця XVII ст.), дерев'яна Успенська церква (1783 р.), дерев'яна Спиридонівська церква (1715 р.), Собор Різдва Пресвятої Богородиці (1767 р.). У XIX і на початку XX ст. в Чернівцях збудовано ряд відомих споруд. Найбільш яскравими зразками чернівецьких архітектурних стилів є будівлі обласного музично-драматичного театру ім. О. Кобилянської (1905 р.), обласного художнього музею (колишня Буковинська ошадкаса, 1901 р.), обласної державної адміністрації (колишній Палац юстиції, 1906 р.), міського Палацу культури (єврейський національний дім, 1908 р.), житлового будинку на вул. О. Кобилянської, 53 (німецький національний дім, 1910 р.), залізничного вокзалу (1908 р.), міської ратуші (1847 р.), корпусу Чернівецького університету (колишній будинок крайового уряду Буковини, 1873 р.), приміщення поштамту, Вірменська церква (1875 р.) та багато інших.

На багатьох спорудах центральної частини міста, які мають архітектурну та історичну цінність і туристичну атрактивність, встановлені інформаційні дошки для туристів (TOURIST INFORMATION), на яких українською й англійською мовами вказано: первинне функціональне призначення будівлі, час спорудження об'єкта, прізвище архітектора, а також на 10 мовах напис слова «Чернівці» (українською, російською, німецькою, ідиш, румунською, польською, англійською, чеською, словацькою, угорською). Наприклад, «Колишній БУДИНОК КРАЙОВОГО УРЯДУ БУКОВИНИ збудований у 1871–1873 рр., арх. І. Глаубіц, Й. Главка» (Former BUILDING OF REGIONAL GOVERNMENT OF BUKOVYNA constructed in 1871–1873 architects – I. Glaubitz, J. Glavka).

Чернівці славетні і непересічними особистостями, талановитими людьми. Серед них – О. Кобилянська, Ю. Федькович, І. Франко, Леся Українка, М. Емінеску, О. Маковей, Сіді Таль та інші. В останні роки повернуті незаслужено забуті імена першого буковинського православного митрополита Є. Гакмана, найвизначнішого греко-католицького митрополита А. Шептицького, бургомістрів Чернівців австрійської доби Я. Петровича й А. Кохановського, літописця Чернівців професора Р.-Ф. Кайндля, українського інтелектуала європейського рівня професора С. Смаль-Стоцького, німецькомовного поета світової слави П. Целана, творця нової української пісні В. Івасюка та ін.

Наявність об'єкту світової спадщини ЮНЕСКО сприяє збільшенню туристичних потоків та виділяє Чернівці в якості центру туристичної індустрії. За 2017 рік місто відвідали 414,6 тис. туристів, що на 182,8 тис. (або 78,9%) більше порівняно з 2010 роком і на 112,1 тис. осіб (або на 37,1%) більше у порівнянні з 2015 роком. Кількість туристів, охоплених внутрішнім туризмом становила 266,2 тис. осіб, що на 1,3% (3,5 тис. осіб) більше ніж у 2015 році та на 32,6% (65,5 тис. осіб) більше ніж у 2010 році. Аналіз туристичних потоків

з українських міст засвідчує, що лідерами виступають Ужгород, Львів, Луцьк, Київ, Вінниця, Житомир, Миколаїв, Одеса. Також Чернівці відвідали 148,4 тис. іноземних туристів, що на 108,6 тис. осіб (або у 3,7 рази) більше показника 2015 року і на 117,3 тис. осіб (або у 4,8 рази) більше ніж у 2010 році (рис. 1 і табл. 1). Отже, в Чернівцях за останні роки різко зростає міжнародний туризм.

Популяризація туристично-рекреаційного потенціалу міста Чернівці, підвищення конкурентоспроможності туристичних продуктів, розвиток та вдосконалення туристично-рекреаційної інфраструктури міста, а також політична ситуація значно змінили географію міжнародних туристичних потоків до Чернівців. Більшість іноземних туристів, що відвідали місто Чернівці у 2013 р., були з Росії та Білорусі (18,8 тис. осіб) та групи німецькомовних країн – Німеччини, Австрії, Швейцарії (12,0 тис. осіб), їх частка у загальній структурі складала 54,0% та 34,5% відповідно. Третю групу туристів становили представники прикордонних країн – Молдови, Румунії та Польщі (2,9 тис. осіб – 8,3% загальної кількості іноземних туристів), з інших країн – 1,1 тис. осіб (3,2%). Географія іноземних туристів до Чернівців за 2017 рік значно розширилась: Німеччина (30%), Румунія (15%), Англія (10%), Франція (9%), Австрія (7%), Польща (7%), Ізраїль (6%), Канада (5%), Словаччина (5%), Голландія (4%), інші країни – 2% (рис. 2).

За мотиваціями приїзду найбільша частка іноземних туристів відвідала Чернівці з метою відпочинку та дозвілля – 73,5%, для вирішення службових та бізнесових питань – 19,7%, у спортивно-оздоровчому напрямку – 6,8% [17].

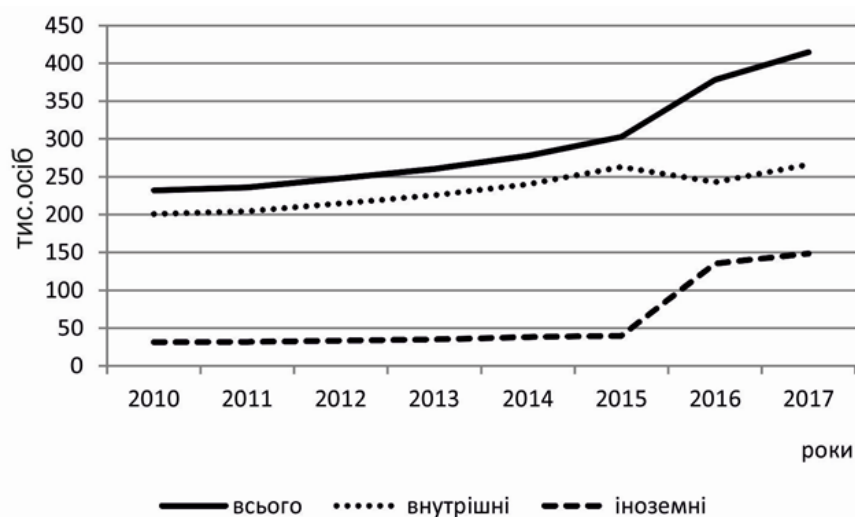


Рис. 1. Кількість туристів, що відвідали м. Чернівці (за [17])

Таблиця 1

## Основні показники діяльності туристичної галузі в м. Чернівцях за 2010–2017 роки (за [17])

№ з/п	Показники	Одиниці виміру	2010р.	2011р.	2012р.	2013р.	2014р.	2015р.	2016р.	2017р.	2017р. у % до 2010р.	2017р. у % до 2015р.
1	Обсяг товарів та послуг, що споживаються туристами	млн. грн	394,1	448,4	467,9	485,6	607,4	647,4	870,4	955,0	242,3	147,5
2	Кількість туристів, що відвідали місто у тому числі:	тис. осіб	231,8	236,0	247,8	260,2	277,7	302,5	377,9	414,6	178,9	137,1
2.1	туристів, охоплених внутрішнім туризмом	тис. осіб	200,7	204,4	214,6	225,4	239,8	262,7	242,6	266,2	132,6	101,3
2.2	іноземних туристів	тис. осіб	31,1	31,6	33,2	34,8	37,9	39,8	135,3	148,4	477,2	372,9

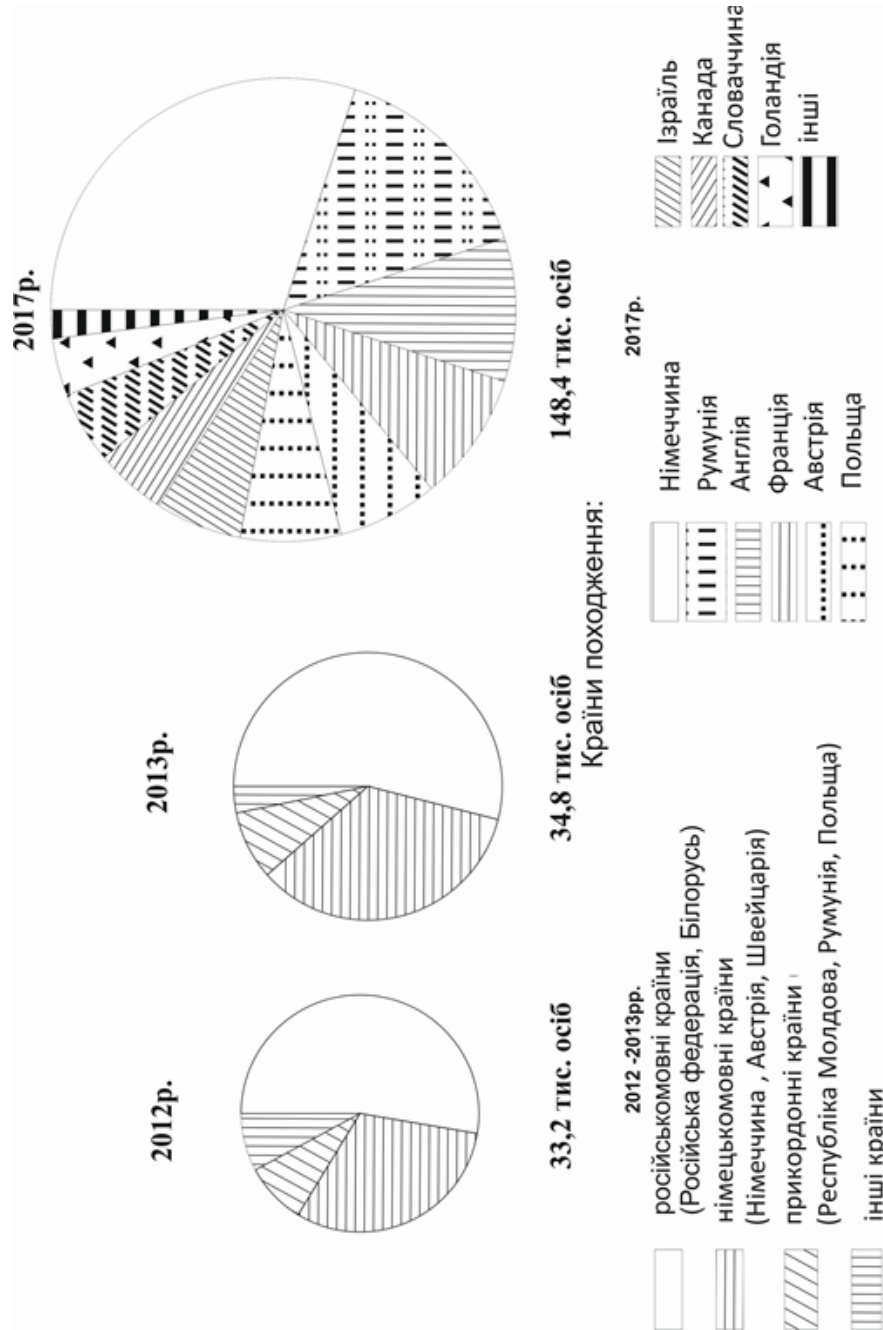


Рис. 2. Географія іноземних туристів міста Чернівців за країнами походження (за [17])

Особливо зріс потік туристів до об'єкту світової спадщини ЮНЕСКО. За період 2011–2017 років кількість відвідувань туристами архітектурного ансамблю колишньої Резиденції митрополитів Буковини і Далмації зростає в 3,8 рази. Так, у 2011 році кількість екскурсантів становила 25,3 тис. осіб, у 2014 році – 54,5 тис., у 2017 році – 96,0 тис. осіб (рис. 3). Графік тренду зростання кількості туристів до об'єкту світової спадщини ЮНЕСКО за 2011–2017 роки описується функцією

$$y = 21,259 e^{0,227x}, \quad (1)$$

де  $x$  – абсолютні фіксовані значення показника (за роками);  $y$  – трендові значення показника в динаміці.

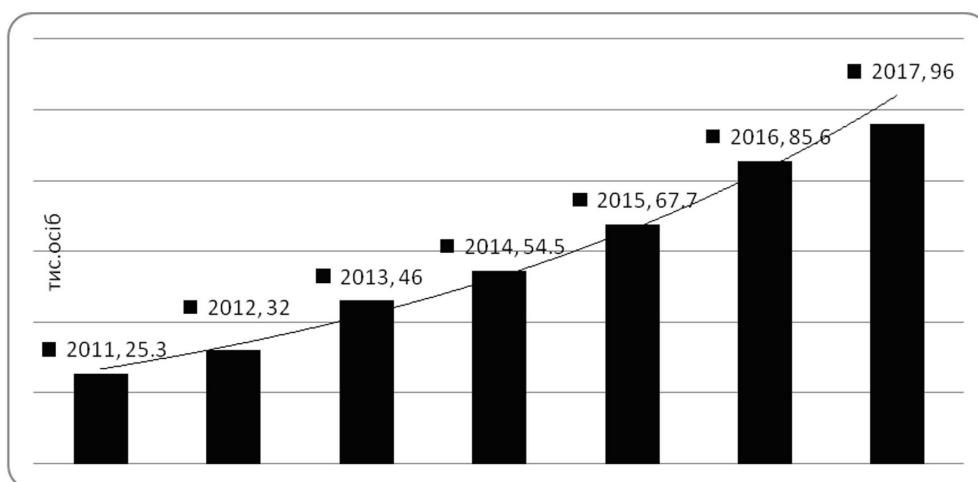


Рис. 3. Кількість туристів, що відвідали об'єкт світової спадщини ЮНЕСКО в Чернівцях (рік, тис. осіб)

За даними культурно-історичного центру Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, особливо зріс потік іноземних туристів за 2015–2017 роки – у 3,1 рази: з 2,0 тис. до 6,2 тис. осіб. Серед іноземних туристів найбільшу питому вагу складають туристи з Румунії (28,5%), Польщі (14,2%), Німеччини (12,9%), Австрії (7,3%), Молдови (6,6%), Ізраїлю (4,7%), Канади (3,3%), США (3,2%), Франції (2,5%), Чехії, Білорусі, Китаю, Японії, Італії й Угорщини. Загалом за 2015–2017 роки колишню Резиденцію митрополитів Буковини і Далмації відвідали 12,1 тис. іноземних туристів із 61 країни. Переважну кількість відвідувачів становлять вітчизняні туристи: у 2015 році – 97,0%, у 2016 р. – 95,4%, у 2017 році – 93,5%. Але питома вага іноземних туристів зростає. Значний потік іноземних туристів до об'єкту світової спадщини ЮНЕСКО зумовлений ще й тим, що Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича став потужним центром міжнародного ділового туризму.

му. Впродовж останніх десяти років Чернівецький національний університет розвиває тісні зв'язки з навчальними, науковими та культурними закладами 35 країн, кількість партнерів збільшилася до 176. Найтісніші зв'язки з Польщею (43 заклади-партнери), Німеччиною (22), Румунією (21), Молдовою (10), Китаєм (9), Білоруссю (7), Словаччиною (6), Австрією і США (по 5), Чехією і Францією (по 4), Канадою, Болгарією, Литвою (по 3).

За даними культурно-історичного центру Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, особливо зріс потік іноземних туристів за 2015–2017 роки – у 3,1 рази: з 2,0 тис. до 6,2 тис. осіб. Серед іноземних туристів найбільшу питому вагу складають туристи з Румунії (28,5%), Польщі (14,2%), Німеччини (12,9%), Австрії (7,3%), Молдови (6,6%), Ізраїлю (4,7%), Канади (3,3%), США (3,2%), Франції (2,5%), Чехії, Білорусі, Китаю, Японії, Італії й Угорщини. Загалом за 2015–2017 роки колишню Резиденцію митрополитів Буковини і Далмації відвідали 12,1 тис. іноземних туристів із 61 країни. Переважну кількість відвідувачів становлять вітчизняні туристи: у 2015 році – 97,0%, у 2016 р. – 95,4%, у 2017 році – 93,5%. Але питома вага іноземних туристів зростає. Значний потік іноземних туристів до об'єкту світової спадщини ЮНЕСКО зумовлений ще й тим, що Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича став потужним центром міжнародного ділового туризму. Впродовж останніх десяти років Чернівецький національний університет розвиває тісні зв'язки з навчальними, науковими та культурними закладами 35 країн, кількість партнерів збільшилася до 176. Найтісніші зв'язки з Польщею (43 заклади-партнери), Німеччиною (22), Румунією (21), Молдовою (10), Китаєм (9), Білоруссю (7), Словаччиною (6), Австрією і США (по 5), Чехією і Францією (по 4), Канадою, Болгарією, Литвою (по 3).

Туристична індустрія стає важливою галуззю господарського комплексу міста. Під час перебування в Чернівцях у 2017 році туристами придбано товарів та спожито послуг на суму 955,0 млн. грн., що на 560,9 млн. грн. (або у 2,4 рази) більше порівняно з 2010 роком і на 307,6 млн. грн. (або на 47,5%) більше в порівнянні з 2015 роком. Обсяги товарів та послуг, що споживаються туристами Чернівців, за досліджуваній сучасний період (2010–2017 рр.) мають постійну тенденцію зростання (табл. 1, рис. 4) і графік тренду їх динаміки визначається формулою

$$y = 327,78 e^{0,1275x}. \quad (2)$$

Загалом за 2010–2017 роки обсяг товарів та послуг, спожитий туристами в Чернівцях, складає 4876,2 млн. грн. (табл. 1).

Туристичні послуги в Чернівцях надають 123 суб'єкти господарювання, у тому числі 33 туроператори – ліцензіати і 90 турагентів. Порівняно з 2012 р. кількість суб'єктів туристичної сфери діяльності збільшилася на 10,8% [17].



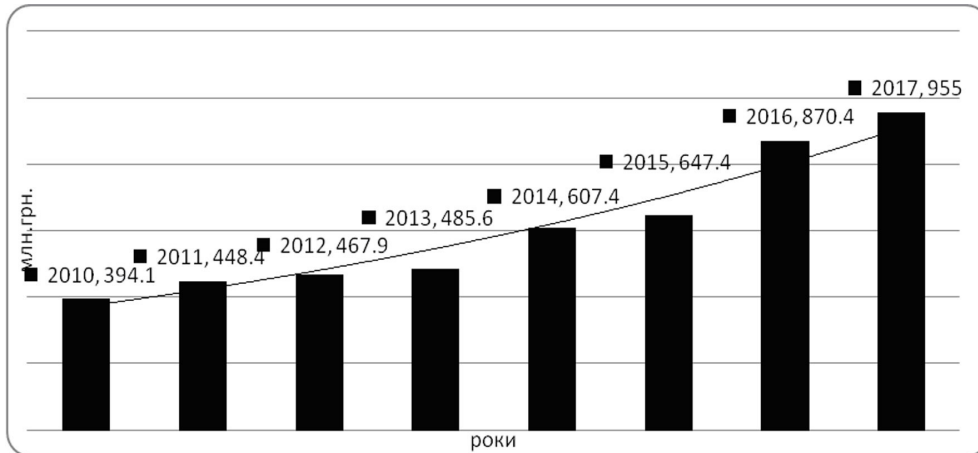


Рис. 4. Обсяг товарів та послуг, що споживаються туристами Чернівців за 2010 – 2017 рр. (рік, млн. грн)

Для забезпечення побутових потреб туристів у Чернівцях розвивається соціальна інфраструктура. Готельне господарство міста є розвинутим і в цілому задовольняє попит туристів. В місті функціонує 37 закладів готельного господарства, що здійснюють туристичний збір до міського бюджету, з загальним номерним фондом 1135 номерів, розрахованих на 2154 місця (табл. 2). Заклади розміщування пропонують номери від “економ-класу” (хостели) до “люкс-апартаментів” та широкий спектр відпочинкових, розважальних та побутових послуг. Інфраструктура підприємств готельного господарства становить 51 об’єкт сфери сервісу, ресторанного господарства та інших об’єктів [13].

Суб’єктами готельного господарства Чернівців забезпечено туристичний збір до міського бюджету в 2017 році в сумі 258,2 тис. грн., що в 2,7 рази більше ніж за 2011 рік (рис. 5). Тренд зростання туристичних зборів готелями до бюджету міста Чернівці за 2011–2017 роки має функціональну залежність

$$y = 79,42 e^{0,1424x}. \quad (3)$$

Розвиткові туризму, як одній із пріоритетних галузей господарського комплексу Чернівців, сприяє комплекс організаційних заходів і приділяється значна увага зі сторони місцевих органів влади. В структурі Чернівецької міської ради функціонує відділ туризму та туристично-інформаційний центр. Рішенням Чернівецької міської ради (№ 793 від 28.03.2013 року) затверджено “Програму розвитку туризму в місті Чернівцях на 2013–2016 роки” і хід її виконання щорічно контролювався міською радою (27.03.2014 р., 26.03.2015 р., 22.12.2016 р.). Нова “Програма розвитку туризму в місті Чернівцях на 2017–2020 роки” затверджена рішенням Чернівецької міської ради 12.01.2017 року.

Таблиця 2

## Основні показники діяльності суб'єктів готельного бізнесу в м. Чернівці (за [17])

№ з/п	Показники	Одиниці виміру	2011 р.	2013 р.	2015 р.	2017 р.
1.	Кількість закладів готельного господарства	штук	28	31	35	37
2.	Номерний фонд	кімнати	942	1021	1042	1135
3.	Кількість місць	ліжко-місця	1770	1915	2019	2154
4.	Надходження туристичного збору до міського бюджету	тис. грн.	96,8	124,3	130	258,2

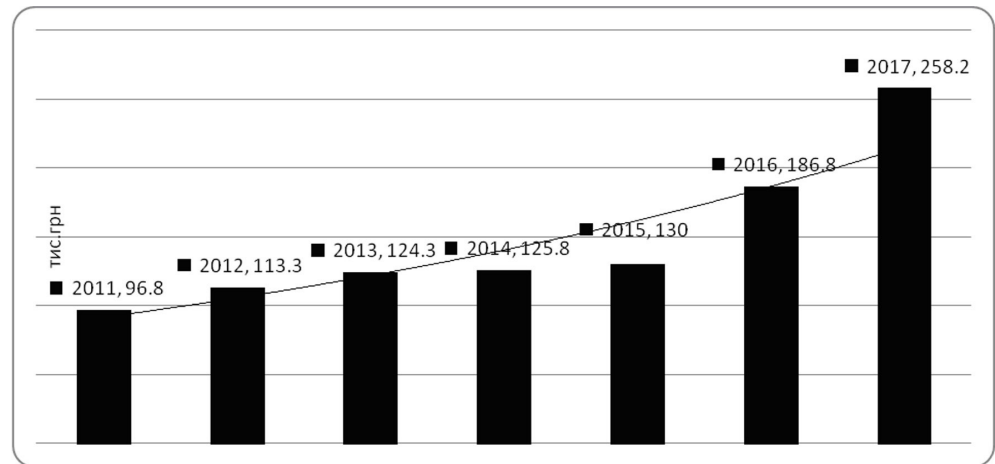


Рис. 5. Туристичний збір суб'єктами готельного господарства до міського бюджету (рік, тис. грн.)

Головною метою програм розвитку туризму виступають: 1) формування та впровадження комплексу заходів, спрямованих на зміцнення позицій міста Чернівців, як туристичного центру, на національному та міжнародному туристичних ринках; 2) ефективне використання рекреаційних ресурсів і об'єктів історико-культурної спадщини; 3) удосконалення туристичної інфраструктури міста, створення нових якісних туристичних продуктів і розширення мережі туристично-екскурсійних маршрутів; 4) створення сприятливих умов для залучення інвестицій та сприяння економічного розвитку Чернівців; 5) створення нових робочих місць і зростання рівня життя населення; 6) збільшення туристичних потоків до Чернівців (в'їзного та внутрішнього туризму), підвищення якості й зростання обсягів товарів та послуг, що споживаються туристами, забезпечення надходжень до міського бюджету й бюджетів усіх рівнів; 7) розробка і популяризація системної рекламно-інформаційної діяльності, покращення кадрового забезпечення туристичної галузі [13].

“Програмою розвитку туризму в місті Чернівцях на 2017–2020 роки” передбачається реалізація комплексу заходів щодо розвитку туристичної галузі, які включають три тематичні блоки:

- I. Популяризація туристично-рекреаційного потенціалу Чернівців,
- II. Підвищення конкурентоспроможності туристичних продуктів міста,
- III. Розвиток та вдосконалення туристично-рекреаційної інфраструктури.

## ВИСНОВКИ

1. Місто Чернівці виділяються в якості центру туристичної індустрії і потужність туристичних потоків до міста зростає. Особливо зріс потік туристів до об'єкту світової спадщини ЮНЕСКО – за 2011–2017 роки кількість відвідувань туристами колишньої Резиденції митрополитів Буковини і Далмації зростає майже в 4 рази.

2. Переважну кількість туристів міста становлять вітчизняні – 64,2%, але інтенсивно зростають потоки іноземних туристів (за 2010–2017 роки – в 4,8 рази). Більшість іноземних туристів є представниками Німеччини, Румунії, Англії, Франції, Австрії, Польщі, Ізраїлю, Канади, Словаччини та інших країн.

3. За мотивами приїзду найбільша частка іноземних туристів відвідала Чернівці з метою відпочинку та дозвілля (майже 3/4) і для вирішення службових та бізнесових питань (1/5).

4. Туристична індустрія є важливою галуззю господарського комплексу Чернівців, що розвивається. За 2017 рік туристами придбано товарів та спожито послуг на суму майже 1 млрд. грн. Розвитку туризму сприяє реалізація розробленої “Програми розвитку туризму в місті Чернівцях” на 2013–2016 і 2017–2020 роки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бейдик О. О. Рекреаційно-туристичні ресурси України: Методологія та методика аналізу, термінологія, районування [Текст] / О. О. Бейдик. – К.: ВПЦ “Київський університет”, 2001. – 395 с.
2. Буковина туристична: Путівник [Текст] / Упорядники: П. Брижак, В. Приказка, С. Щербатих. – К.: Світ успіху, 2005. – 216 с.
3. Бучко Ж. І. Транскордонний туризм у контексті євроінтеграції України [Текст] / Ж. І. Бучко // Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць. – Чернівці: ЧНУ, 2015. – Вип. 744–745: Географія. – С. 109–111.
4. Гід Чернівців [Текст] / Редактор: Коретник В. В. – Чернівці, 2014. – 36 с.
5. Джаман Я. В. Розвиток етнотуризму в поліетнічному місті (на прикладі м. Чернівці) [Текст]: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. географ. наук: спец. 11.00.02 “Економічна та соціальна географія” / Я. В. Джаман. – К., 2018. – 20 с.
6. Іванунік В. О. Атрактивність рекреаційно-туристичних територій [Текст] / В. О. Іванунік, В. Г. Явкін. – Чернівці: ЧНУ, 2012. – 248 с.
7. Кифяк В. Ф. Організація туристичної діяльності в Україні [Текст] / В. Ф. Кифяк. – Чернівці: Зелена Буковина, 2003. – 312 с.
8. Кузик С. Теоретичні проблеми туризму: суспільно-географічний підхід [Текст] / С. Кузик. – Львів: ВЦ ЛНУ, 2010. – 254 с.

9. *Лашкевич М. С.* Запрошуємо на екскурсії Чернівцями. Путівник [Текст] / М. С. Лашкевич, І. Д. Бойко. – Чернівці: Прут, 2008. – 176 с.
10. *Любіцева О. О.* Ринок туристичних послуг (геопросторові аспекти) [Текст] / О. О. Любіцева. – К. : Альтерпрес, 2003. – 436 с.
11. *Мельник І.* CZERNOWITZ: історичні вулиці, будинки та видатні особистості [Текст] / І. Мельник, Л. Щербанюк, О. Любківський. – Чернівці: Друк Арт, 2015. – 416 с.
12. *Никирса М.* Чернівці. Документальні нариси з історії вулиць і площ / М. Никирса. – Чернівці: Золоті литаври, 2008. – 452 с.
13. Програма розвитку туризму в місті Чернівцях на 2017-2020 роки / Затверджена рішенням Чернівецької міської ради VII скликання 12. 01. 2017 р., №531. [Електронний ресурс]. Офіційний сайт Чернівецької міської ради. Режим доступу: ses2013034-793-pr.doc.
14. *Пустиннікова І.* Чернівці для небайдужих. Путівник [Текст] / І. Пустиннікова. – Чернівці: МКП “Склавія-94”, 2006. – 72 с.
15. *Старик В. П.* Чернівці мультикультурні [Текст] / В. П. Старик. – Чернівці: Золоті литаври, 2012. – 18 с.
16. *Танащик Д.* Чернівці [Текст] / Д. Танащик. – Чернівці: Золоті литаври, 2006. – 128 с.
17. Фондові матеріали Чернівецької міської ради. [Електронний ресурс]. Офіційний сайт Чернівецької міської ради. - Режим доступу: <http://chernivtsy.eu/portal/12832-2>.
18. *Школа І. М.* Розвиток туристичного бізнесу регіону: навч. посібник [Текст] / І. М. Школа. – Чернівці: Книги ХХІ, 2007. – 450 с.
19. *Dzhaman Ja. V.* Chernivtsi as a tourism development center [Текст] / Ja. V. Dzhaman // Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2015. – Вип. 762–763: Географія. – С. 145–148.

## REFERENCES

1. Beidyk, O. O. (2005), *Rekreasiino-turystychni resursy Ukrainy: Metodolohiia ta metodyka analizu, terminolohiia, raionuvannia* [Recreation Tourism Resources of Ukraine: Methodology and Methods of Analysis, Terminology, Zoning], Kyiv: VPTs “Kyivskiy universytet”, 395 p.
2. *Bukovyna turystychna: Putivnyk* (2005)? [Tourist’s Bukovyna: A Guide Book], uporiadnyku: P. Bryzhak, V. Prykazka, S. Shcherbatykh. – Kyiv: Svit uspiyku, 216 p.
3. Buchko, Zh. I. (2015), *Transkordonnyi turizm u konteksti yevrointehratsii Ukrainy* [Trans-Border Tourism in the Context of Ukrainian Euro-Integration], Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu: zbirnyk naukovykh prats. – Chernivtsi: ChNU, Vyp. 744-745: Neohrafiia, P. 109– 111.
4. *Hid Chernivtsiv* (2014), [A Guide to Chernivtsi], redaktor: Koretnyk V. V. – Chernivtsi, 36 p.
5. Dzhaman, Ya. V. (2018), *Rozvytok etnoturyzmu v polietnichnomu misti (na prykladi m. Chernivtsi): avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. heohraf. nauk: spets. 11.00.02 “Ekonomichna ta sotsialna heohrafiia”* [Development of Ethnic Tourism in Poly-Ethnic City (the Example of Chernivtsi)], Kyiv, 20 p.
6. Ivanunik, V. O., Iavkin, V. H. (2012), *Atraktivnist rekreasiino-turystychnykh terytorii* [Attractiveness of Recreation Tourism Territories], Chernivtsi: ChNU, 248 s.
7. Kyfiak, V. F. (2003), *Orhanizatsiia turystychnoi diialnosti v Ukraini* [Organization of Tourism Activity in Ukraine], Chernivtsi: Zelena Bukovyna, 312 p.
8. Kuzyk, S. (2010), *Teoretychni problemy turizmu: suspilno-heohrafichni pidkhid* [Theoretical Problems of Tourism: A Social-Geographic Approach], Lviv: VTs LNU, 254 p.
9. Lashkevych, M. S., Boiko, I. D. (2008), *Zaprosuiemo na ekskursii Chernivtsiamy. Putivnyk* [Chernivtsi Walking Tours Guide], Chernivtsi: Prut, 176 p.
10. Liubitseva, O. O. (2003), *Rynok turystychnykh posluh (heoprostorovi aspekty)* [The Market of Tourism Services (Geospatial Aspects)], Kyiv: Alterpres, 436 p.
11. Melnyk, I., Shcherbaniuk, L., Liubkivskiy, O. (2015), *CZERNOWITZ: istorychni vulytsi, budynky ta vydatni osobystosti* [CZERNOWITZ: Historic Streets, Buildings, and Outstanding Persons], Chernivtsi: Druk Art, 416 p.
12. Nykyrsa, M. (2008), *Chernivtsi. Dokumentalni narysy z istorii vulyts i ploshch* [Chernivtsi. Documentary Essays on Streets and Squares], Chernivtsi: Zoloti lytavry, 452 p.

13. *Prohrama rozvytku turyzmu v misti Chernivtsiakh na 2017-2020 roky / Zatverdzhena rishenniam Chernivetskoï miskoi rady VII sklykannia 12. 01. 2017 r., №531 [2017-2020 Program for Development of Tourism in Chernivtsi], [Elektronnyi resurs]. Ofitsiinyi sait Chernivetskoï miskoi rady. Rezhym dostupu: ses2013034-793-pr.doc.*
14. Pustynnikova, I. (2006), *Chernivtsi dlia neбайдужykh. Putivnyk [Chernivtsi for Passionate]*, Chernivtsi: MKP “Sklyavii-94”, 72 p.
15. Staryk, V. P. (2006), *Chernivtsi multykulturni [Multicultural Chernivtsi]*, Chernivtsi: Zoloti lytavry, 18 p.
16. Tanashchuk, D. (2006), *Chernivtsi [Chernivtsi]*, Chernivtsi: Zoloti lytavry, 128 s.
17. *Fondovi materialy Chernivetskoï miskoi rady [Archives Materials of the Chernivtsi City Council]. [Elektronnyi resurs]. Ofitsiinyi sait Chernivetskoï miskoi rady. Rezhym dostupu: http://chernivtsy.eu/portal/12832-2.*
18. Shkola, I. M. (2007), *Rozvytok turystychnoho biznesu rehionu: navch. posibnyk [Development of Regional Tourism Business]*, Chernivtsi: Knyhy XXI, 450 s.
19. Dzhaman, Ja. V. (2015), *Chernivtsi as a tourism development center*, Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu: zbirnyk naukovykh prats. – Chernivtsi: Chernivetskyi nats. un-t, Vyp. 762–763: Neohrafiia, S. 145–148.

Надійшла 07.07.2019

**Я. В. Джаман**, к. геогр. н., ассистент

Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича,  
кафедра географии Украины и регионалистики,  
ул. М. Коцюбинского, 2, Черновцы, 58002, Украина  
jadzhaman@gmail.com

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В ГОРОДЕ ЧЕРНОВЦЫ

### Резюме

В статье раскрыты условия формирования туристического потенциала в городе Черновцы: наличие памятков материального и духовного культурного наследия различных исторических периодов и этнических культур, разнообразие культурных обычаев и традиций, исторические личности и др. Рассмотрено динамику туристических потоков в город Черновцы за последний период (2010–2017 года). Исследовано географию внутренних (отечественных) и иностранных туристов. Определены мотивы приезда иностранных туристов. Проанализированы основные экономические показатели функционирования туристической отрасли в г. Черновцах. Раскрыты главная цель и комплекс мероприятий развития туристической индустрии в перспективе.

**Ключевые слова:** туризм, туристы, внутренние туристы, иностранные туристы, туристическая индустрия, Черновцы, ЮНЕСКО.

**Ya. V. Dzhaman**

Chernivtsi National Yurii Fedkovych University,  
Department of Geography of Ukraine and Regional Studies,  
2 Kotsiubynskyy Street, Chernivtsi; 58002 Ukraine  
jadzhaman@gmail.com

**PRESENT-DAY TRENDS IN TOURISM DEVELOPMENT IN  
CHERNIVTSI****Abstract**

**Problem Statement and Purpose.** Tourism sector as an important component of Ukrainian economics on the whole and that of the Chernivtsi Oblast in particular gains more and more significance and quickly integrates into European and world industry of tourism. The City of Chernivtsi represents a vivid example of poly-ethnic space possessing rich historic and cultural (material and spiritual) heritage with interwoven traditions of many nations. Thus, further development of tourism is an important step towards formation of powerful image of the city, especially when the architectural ensemble of the former Residency of Bukovynian and Dalmatian Metropolitans was registered by the UNESCO as the object of World Heritage having thus activated tourist flows and transformed Chernivtsi into a center of regional tourism. This was why the present work aimed at the assessment of the present-day development of tourism in Chernivtsi.

**Data & Methods.** Informational base of this research is composed of the territory's under study statistical materials available in *2010–2018 Programs for Economic and Social Growth of Chernivtsi*; *2013–2016 and 2017–2020 Programs for Development of Tourism in Chernivtsi*; *Archives of the Department of Tourism, Chernivtsi City Council*; and *City Guides*. The process of study made us apply systems-structural, literary, descriptive, comparative, statistical, graphic and mathematical methods of scientific research.

**Results.** Chernivtsi is a prime example of a multi-ethnic area, which has plenteous historical and cultural (material and spiritual) heritage, where traditions of many folks are intertwined. Therefore, the tourism development is an extremely important step in forming of a strong image of Chernivtsi; because it will attract more tourists (including foreign ones) and it will promote the development of the city. The article presents the background for the formation of tourist potential in Chernivtsi.

Chernivtsi advances in the capacity of the center of regional tourism industry and the power of tourist flows to the city continuously grows. Said flows significantly increased (almost 4 times) in 2011–2017 when the former Residency of Bukovynian and Dalmatian Metropolitans was registered by the UNESCO as the object of World Heritage in 2011.

Though domestic tourists prevail (64,2%), the number of foreign tourists intensely grows having increased 4,8 times in the period between 2010 and 2017. The majority of foreign tourists represent Germany, Romania, England, France, Austria, Poland, Israel, Canada, United States, etc.

Rest and leisure was the predominant motive to visit Chernivtsi in  $\frac{3}{4}$  of foreign tour-

ists, while official and business trips comprised 1/5 of the totality.

Tourism industry is an essential sector of economic complex of the city: its visitors have bought goods and services in the amount of almost UAH 1 milliard in 2017. Development of tourism is promoted by the *2013–2016* and *2017–2020 Programs for Development of Tourism in Chernivtsi*.

The main purpose of *Programs for Development of Tourism* is forming and implementing a set of measures aimed at strengthening the position of Chernivtsi, as a tourist center, on national and international tourist markets; creation of conducive conditions for attracting investments and promoting the economic development of Chernivtsi; effective using of recreational resources and objects of historical and cultural heritage; improvement of the city tourism infrastructure, creation of new quality tourism products and expansion of the chain of tourist excursion routes.

**Keywords:** tourism, tourists, domestic tourists, foreign tourists, tourism industry, Chernivts, UNESCO.

УДК 911.3

DOI: 10.18524/2303-9914.2019.2(35).183734

**О. Г. Топчієв**, докт. геогр. наук, професор<sup>1</sup>**В. А. Сич**, канд. геогр. наук, доцент<sup>1</sup>**В. В. Яворська**, докт. геогр. наук, професор<sup>1</sup>**О.О. Долинська**, аспірант<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
кафедра економічної та соціальної географії і туризму,  
вул. Дворянська 2, м. Одеса, 65082, Україна  
yavorskaya@onu.edu.ua

<sup>2</sup>Київський національний університет,  
кафедра економічної та соціальної географії,  
вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, 01601, Україна

## **ЕКОЛОГІЧНИЙ ІМПЕРАТИВ У КОНЦЕПЦІЯХ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ЙОГО ГЕОГРАФІЧНІ СКЛАДОВІ**

Розглянуто проблему поширення екологічного імперативу на всі види життєдіяльності суспільства та адаптації екологічних регламентів і норм до нових цивілізаційних умов. Мета даної роботи – представити головні напрямки використання концепції екологічного імперативу у географічних дослідженнях. Позначено питання відсутності у структурі господарства країн та регіонів єдиного господарського сектору, який би об'єднував природоохоронний та рекреаційний види діяльності. В залежності від рівня організації життєдіяльності, екологічний імператив ставить різні завдання – від забезпечення здорового довкілля населення до збереження біосфери. Зазначено, що кінець ХХ – початок ХХІ століття характеризується прискореним переходом до екоконцепцій, серед яких становлення і розвиток регіональної соціально-економічної політики; роль і місце у ній природоохоронних і соціально-економічних чинників. Запропоновано формування нової структурної одиниці: сектора соціоприродних видів економічної діяльності, який об'єднав би природоохоронні та рекреаційні галузі господарства та відповідні види господарської діяльності. Розглянуто проблеми формування міжгалузевого комплексу соціоприродних видів діяльності на прикладі Одеського регіону.

**Ключові слова:** екологічний імператив, рекреаційно-туристична діяльність, геоекологічні дослідження, соціоприродні види діяльності.

### **ВСТУП**

Екологічний імператив (ЕІ), що включає звід правил і обмежень, дотримуючись яких людство може забезпечити собі майбутнє, став останнім часом "усепроникаючим" і "всеохоплюючим". І справа не тільки в тому, що суспільство



все чіткіше усвідомлює реальну загрозу зниження якості свого середовища життєдіяльності, "свого будинку". Екологічний підхід отримав загальнонауковий статус ще й тому, що практично він зачіпає всі компоненти природи, всі сфери життєдіяльності, зачіпає і нарізно – при їх відокремленому розгляді, і разом – в поєднаннях, комбінаціях, ансамблях. Будь-яка наука сьогодні без видимих зусиль встановлює свою предметну область екологічних досліджень, свою частину "екологічного пирога". І чим стрімкіше розвивається наука, засоби і методи людської діяльності, тим сильніше і наполегливіше виникає потреба в виникненні таких обмежень і заборон. Варто згадати, що факти збереження людського роду та загальний розвиток суспільства зобов'язані появі перших заборон і норм, які в кінцевому підсумку сформували вихідні принципи людської моралі. Від їх строгості і універсальності безпосередньо залежали сила і досконалість суспільства. Зараз виникає такий переломний момент, коли ці принципи повинні бути адаптовані до нових цивілізаційних умов, а контроль над їх дотриманням має бути максимально розширений.

Протягом століття екологічний підхід, започаткований як один з різновидів біологічної науки, став потужним міждисциплінарним науковим напрямом, до якого інтегрувалась значна низка традиційних наук. Для географії найбільш помітними наслідками міжпредметної інтеграції стала соціальна екологія та геоекологія. Екологічній проблематиці присвячено достатньо праць багатьох українських і зарубіжних учених. Істотний внесок у її аналіз зробили відомі закордонні дослідники Т. Беррі, М. Бегон, Дж. Харпер, С. Сантра, М. Бенедикт, О. Барієр, І. Холден, Т. Манн, Ф. Штейнер [18–26] та ін. Серед українських науковців, хто серед перших звернув увагу на той факт, що ніякі плани сталого розвитку не можуть бути здійснені без урахування екологічного стану держави, були Ю. Р. Шеляг-Сосонко та Я. П. Дідух [16], на необхідність запровадження в Україні екологічно орієнтованого (ландшафтного) планування (ЛП) та стратегічної екологічної оцінки (СЕО) на усіх рівнях територіального планування наголошувалось в роботі Л. Г. Руденка, С. А. Лісовського та Є. О. Маруняка [4, 9], проблемі формування екологічного імперативу шляхом екологізації суспільної свідомості та моралі, а також важливості поширення достовірної екологічної інформації серед населення, присвячені праці Скалецького Ю. М., місце і роль екологічного імперативу в системі забезпечення безпеки держави досліджувались в роботах Л. Малюти, Л. Мільник, О. Погайдак [5], Ю. Туниці [15] та ін. Незважаючи на значний обсяг напрацювань у цій сфері, окремі аспекти визначення та ролі екологічного імперативу для розвитку суспільства залишаються актуальними і потребують подальшого вивчення.

Розвиток природоохоронної та рекреаційної діяльності ще не позначений відповідними трансформаціями структури господарства країни і регіонів. Україна імплементує європейський досвід формування екологічних мереж, планування територій, ландшафтного планування, і теоретико-методологічна розробка цих новітніх напрямків у вітчизняній географії вочевидь запізню-

ється. Ще однією тенденцією виступає потужна екологізація географічних досліджень від необхідного використання окремих екологічних показників і характеристик до формування наскрізного методологічного принципу, який ми називаємо "екологічним імперативом". **Мета роботи** – обґрунтувати головні напрямки використання концепції ЕІ у географічних дослідженнях.

### **МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

В якості методологічної основи використано розробки, які викладені в наукових працях [3, 5, 6, 10, 12, 18, 19]. В роботі застосовано, картографічний, порівняльно-географічний, статистичний методи. При проведенні дослідження автори керувалися загальнонауковими методами в географічних дослідженнях, фундаментальними філософськими методами, зокрема принципом всебічного розгляду предмета, принципом єдності логічного та історичного. Автори використовували дослідження в області синергетики, коеволюції і ноосфери, які розкривають принципово новий тип зв'язку природи і людини в їх взаємодії і передбачають застосування людством усвідомленої раціональної стратегії взаємодії з навколишнім середовищем.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

Введення в науковий обіг терміна «екологічний імператив» відбулося порівняно недавно, в кінці 80-х років ХХ століття, і зобов'язане інтенсивній трансформації і сутнісному наповненню поняття «екологія». Категорія «екологічний імператив» була введена в науку Н. Н. Мойсєєвим [6]. Коріння терміну лежить у витоках імперативу Канта, але спрямовані не на категорію «людина – людина», а на категорію «людина – природа». В результаті, в науковому середовищі відразу ж розгорнулася дискусія щодо ціннісно-нормативних засад екологічного імперативу та областей його застосування.

Таке феноменальне зацікавлення екологічним імперативом та взагалі екологією вимагає деяких пояснень. Термін екологія введений в науку німецьким натуралістом Е. Геккелем в 1866–1868 роках. Приблизно в цей же час географ А. Гумбольдт обґрунтував принцип зворотного зв'язку у взаємодії людини і природи: природа, змінена людиною, в свою чергу впливає на нього і змушує адаптуватися до зміненому середовищі. У 1877 році німецький гідробіолог обґрунтував уявлення про біоценози, в 1942 році В. Н. Сукачов ввів поняття "біогеоценоз". У 1935 році англійський ботанік Артур Тенслі ввів поняття "екосистема", яким він позначив сукупність організмів і абіотичного середовища їх проживання.

У 60–70 роках минулого століття німецький географ К. Троль розробляє уявлення про екологію ландшафту і вводить поняття "ландшафтна екологія". Ним же в 1970 році введено термін "геоекологія" як розвиток уявлень про екологію ландшафту. Поняття "геоекологія" поширилось в останні десятиліття минулого століття завдяки роботам Г. О. Бачинського [2], О. Г. Топчієва [12],

В. О. Бокова, А. В. Єна та В. Г. Єна [3]. У вітчизняній науці стало частіше застосовується поняття "руралістика" як "інтегрована міждисциплінарна наукова галузь" [7].

У 70–80-х роках формується соціальна екологія як новий науковий напрям про взаємозв'язки між соціумами та середовищем їх існування, між суспільством і природою, хоча деякі елементи соціально-екологічної теорії були закладені ще в 1920-х рр. американськими соціологами Р. Парком, Е. Берджессом та Р. Макензі в новому науковому напрямі "Соціальна або людська екологія" (англ. – Social or human ecology). Ще раніше виникла соціологія – наука про закономірності функціонування і розвитку соціальних систем, термін же в науковий обіг ввів Огюст Конт у 1839 році.

Український вчений Г. О. Бачинський (1992) розробив поняття "соціоекологічна система" (СЕС), що має дві підсистеми саморегуляції – природну і соціальну. Головна характеристика СЕС – екологічна ємність території [2].

Кінець ХХ – початок ХХІ століття характеризується прискореним переходом до екоконцепцій, серед яких зазначимо наступні:

- концепції взаємодії суспільства з природою;
- концепції сталого (збалансованого) соціально-економічного розвитку (серед головних орієнтирів – невиснажливе природокористування і абсолютний пріоритет (імператив) соціальної екології);
- концепції раціональної територіальної організації суспільства (ТОС);
- концепції глобальних катастроф і участь у них екологічних чинників;
- концепції ландшафтного планування та планування територій країни і регіонів;
- становлення і розвиток еколого-економічної політики;
- регіональна соціально-економічна політика; роль і місце у ній природоохоронних і соціально-економічних чинників;
- становлення і розвиток стратегій екологічної безпеки суспільства, серед яких:

- концепції ГДК – гранично допустимих концентрацій забруднень;
- критерії сумарних техногенних (антропогенно-техногенних) навантажень: гранично допустимі викиди і скиди та ін.;
- критерії ПЗФ – мінімально-необхідних природоохоронних територій;
- концепції екологічних мереж – локальних, регіональних, національних, континентальних;
- планування територій (Генеральна схема планування території України);
- концепції географічного середовища (довкілля).

Екологічний підхід став загальнонауковим методологічним принципом. Екологічні критерії організації життєдіяльності суспільства стали пріоритетними порівняно з традиційними економічними та соціально-економічними. Екологічний термін "навколишнє середовище" помітно потіснив класичне "географічне середовище". Як буде показано далі, екологічні підходи і критерії

стали наскрізними для географічної науки і реально набувають статусу "екологічного імперативу" – морального переконання, закону.

Таким чином, екологічний імператив є наскрізним принципом життєдіяльності людства. На різних рівнях організації життєдіяльності ЕІ ставить різні запити (питання, проблеми) і формує відповідні цільові настанови і завдання:

= на рівні побутової життєдіяльності – формування здорового довкілля, забезпечення екологічної якості (стандартів) населення;

= на рівні побутової рекреації – створення мережі природних ділянок і об'єктів щоденної та щотижневої рекреації; екологічний захист такої мережі; формування екологічної свідомості населення;

= на рівні територіальних соціумів і громад (поселення, низові системи розселення, низові адміністративно-територіальні одиниці, соціально-економічні та етнонаціональні мікрорегіони та ін.) – розвиток видів рекреаційно-туристичної діяльності – комерційних і некомерційних; формування секторів господарства, що об'єднують рекреаційно-туристичну та природоохоронну діяльність та пов'язані з ними види виробничої і соціальної інфраструктури; розробляти механізми і форми менеджменту такими секторами;

= на регіональному рівні – формування регіональних міжгалузевих комплексів рекреаційно-туристичної діяльності (МКРТД); формування регіональної системи природно-заповідного фонду (ПЗФ); створення природного каркасу екологічної безпеки регіону – регіональної екологічної мережі; кадастрова інвентаризація та паспортизація мережі організованої та неорганізованої (самодіяльної) рекреації; формування багаторівневої мережі туристичних об'єктів і маршрутів; планування території з максимальним врахуванням вимог ЕІ;

= на рівні національної економіки (рівень країни) – формування нового сектора господарства, що об'єднує природоохоронну та рекреаційно-туристичну діяльність з обслуговуючими та допоміжними виробництвами і видами діяльності; розроблення нормативно-правової бази функціонування такого сектору у складі національної економіки; створення і використання національної мережі ПЗФ; формування національної екологічної мережі – природного каркасу екологічної безпеки країни; планування території країни та її регіонів; максимальне врахування у всіх стратегіях і концепціях соціально-економічного розвитку основних положень ЕІ;

= на глобальному рівні головною проблемою концепції ЕІ виступає збереження біосфери і режимів її функціонування. Географічна наука розглядає її цілісну соціоприродну земну оболонку (геосферу). Головне завдання біологічної науки – збереження біологічного різноманіття, а географічної – ландшафтного різноманіття. Такі цільові настанови сучасної екології загальноновизнані. Разом з тим у вітчизняній географії цілісна земна оболонка, що інтегрує природу, населення та штучний матеріальний світ, ще не термінована. Традиційне поняття "географічна оболонка" зберігає свою природничу орієнтацію і розглядає земну оболонку без населення з його виробничою і духовною діяльністю.

Відносно нове поняття "ландшафтна оболонка" ще перебуває у стадії розроблення. Поширене вживання цих понять як синонімів не дає методологічного розв'язання.

На глобальному і національному рівнях актуальною є проблема структурування соціоприродних видів діяльності [10]. Сектор соціоприродних видів життєдіяльності складається з природоохоронної та рекреаційної діяльності; природоохоронної та рекреаційної інфраструктури, допоміжних та обслуговуючих виробництв. Головні різновиди соціоприродної діяльності – охорона природи і рекреація, лишаються не вписаними у структуру господарства країн і регіонів і мають статус "додаткових" галузей чи видів діяльності. Частково таку ситуацію можна пояснити молодістю даних видів діяльності: і охорона природи і рекреація галузями господарства стали порівняно пізно. Згадаймо вітчизняну практику управління, у якій природоохоронна та рекреаційна діяльність одержали управлінський статус лише наприкінці минулого століття. З другого боку, зазначені види діяльності за своїми функціями мають міжгалузевий характер і взаємодіють з десятками суміжних галузей. І ще одна особливість: і природоохоронна діяльність і рекреація мають наскрізний характер і наявні на всіх рівнях життєдіяльності населення – від індивідуального (особистого) до глобального (міжнародного).

Зазначимо, що природоохоронна діяльність, і рекреаційна діяльність щодо менеджменту частково структуровані "зверху", на загальнодержавному рівні, і ще не мають органів управління на нижніх рівнях організації життєдіяльності населення. Формування такого менеджменту на мікрорегіональному та локальному рівнях зробить сектор соціоприродних видів діяльності більш завершеним і ефективним. Рекреаційна діяльність відносно добре структурована на рівні економічних різновидів і позбавлена управлінської систематики на своїх нижніх рівнях. Масова неорганізована рекреація, різні форми побутової рекреації лишаються не структурованими і позбавленими реального менеджменту.

Природоохоронна діяльність у системі державного управління структурована для природно-заповідного фонду. У всіх пострадянських країнах проблеми природоохоронного менеджменту сприйняли лише наприкінці ХХ століття, до того розуміли їх занадто вузько - лише як охорону природного середовища. На даний час предметна область природоохоронної діяльності помітно розширилась і вже охоплює проблеми охорони і природного середовища і довкілля суспільства, у якому суперечливо і нерозривно взаємодіють природа, штучний матеріальний світ, створений людиною (друга природа), і населення з його виробничою і духовною діяльністю.

І ще одна особливість чинної системи природоохоронної діяльності в Україні: вона не поширюється на середовище життєдіяльності населення. У вітчизняному містобудуванні розробляють санітарно-захисні нормативи і регламенти житлової та громадської забудови, але системи управління охороною такого середовища практично немає.

Нам не вдалося встановити місце і функції природоохоронної та рекреаційної діяльності у класифікаціях галузей господарства чи видів економічної діяльності [11]. В усіх випадках вони перекривають чи не десятки різних галузей і кілька секцій і розділів КВЕД. Приходить час формувати у структурі господарства країн і регіонів новий сектор, що об'єднає природоохоронні та рекреаційні види діяльності, а також об'єкти і мережі природоохоронної та рекреаційно-туристичної інфраструктури, комплекс допоміжних та обслуговуючих виробництв. Робоча назва такого структурного підрозділу: сектор соціо-оприродних видів діяльності (рис. 1).



Рис. 1. П'ятисекторна структура господарства країн і регіонів

Секторна структура господарства країн і регіонів матиме такий вигляд: первинний сектор – галузі (види діяльності), що дають первинні продукти; вторинний сектор – галузі (види діяльності) з переробки первинних продуктів; сектор послуг; сектор інформатики та інформаційних технологій; сектор соціо-оприродних видів діяльності – природоохоронних та рекреаційних.

Підкреслимо, йдеться не про механічне об'єднання менеджменту природоохоронних, рекреаційних та "середовищних" видів діяльності. На даний час

вони функціонують у вкрай спрощеному вигляді: управління охороною природи охоплює лише природно-заповідний фонд, чинний туристично-курортний менеджмент обмежується лише туризмом та організованою рекреацією. Обидві складові треба поширити на весь обсяг проблем охорони природи та екологічного захисту довкілля, а також на всі рівні і форми рекреаційної діяльності, включаючи масовий неорганізований відпочинок та побутову рекреацію. Формування нового сектору економіки потребує зкоординованих зусиль різних наук, а імпульсом для таких розробок, на нашу думку, слугує концепція ЕІ. І на регіональному рівні актуальною проблемою лишається класифікація та систематика видів природоохоронної та рекреаційної діяльності. Певною мірою її розв'язання пов'язане з формуванням нового сектору економіки, що інтегрує соціоприродні види діяльності у регіоні. Але геоінформаційні масштаби географічних досліджень помітно укрупнюються і деталізуються. Стають необхідними відповідні методологічні новації. У регіональній економіці набуває поширення розгляд функціональної структури господарства регіонів на засадах концепції міжгалузевих комплексів (МГК). Зокрема виділяють МГК природоохоронні і рекреаційні. У регіонах із слабким розвитком таких видів діяльності можна розглядати МГК соціоприродних видів діяльності в цілому.

Розглянемо проблеми формування таких МГК на прикладі Одеського регіону. В області функціонує Департамент екології та природних ресурсів, що має кушову мережу міжрайонних відділків, яке веде моніторинг екологічної ситуацією і безпосередньо керує діяльністю головних об'єктів ПЗФ. Поза сферою управління лишається формування регіональної екологічної мережі, концептуальна розробка якої вже виконано [17]. Ще не створена система моніторингу якості природного середовища і довкілля на мікрорегіональному і локальному рівні життєдіяльності регіону, наявні лише її певні фрагменти. Не сформована санітарно-захисна зона Одеси і всієї Одеської агломерації. Курортне місто-мільйонер функціонує без "легенів" – без необхідної лісопаркової зони.

Подібна ситуація і з рекреаційно-туристичною діяльністю в регіоні. Функціонують відділи курортного господарства та туризму в обласній адміністрації та мерії Одеси, які здійснюють моніторинг курортної та туристичної діяльності і мають вкрай обмежені повноваження. Величезний потік неорганізованих рекреантів спеціалізованої статистики та управлінських структур не має. Поза статистичним обліком і будь-яким менеджментом дачно-городна рекреація і самодіяльний ринок вторинного житла. Не інвентаризовані регіональні мережі об'єктів і ділянок неорганізованої та побутової рекреації. Не встановлені межі приміських зон для міст регіону, не розроблене їх ешелонування та секторування. Не визначені межі і склад приморських смуг (берегових зон).

Для послідовного розв'язання зазначених проблем розроблена концепція регіонального міжгалузевого комплексу рекреаційно-туристичної діяльності. МГК представляє рекреацію і туризм регіону поєднано (рис. 2) з використанням його значного рекреаційно-туристичного потенціалу, наявної інфраструк-

тури і кваліфікованих кадрів. У єдиній управлінській схемі поєднані всі різновиди туристичної та рекреаційної діяльності, включно до неорганізованого масового відпочинку і побутової рекреації. Рекреаційно-туристичний МГК регіону дає змогу розглядати всі форми і різновиди туризму і відпочинку – організовані й самодіяльні, комерційні й позаекономічні, всіх форм власності та управління.

Наведені приклади показують потенціал концепції ЕІ на рівні регіону у контексті актуальних проблем розвитку природоохоронної та рекреаційної діяльності.

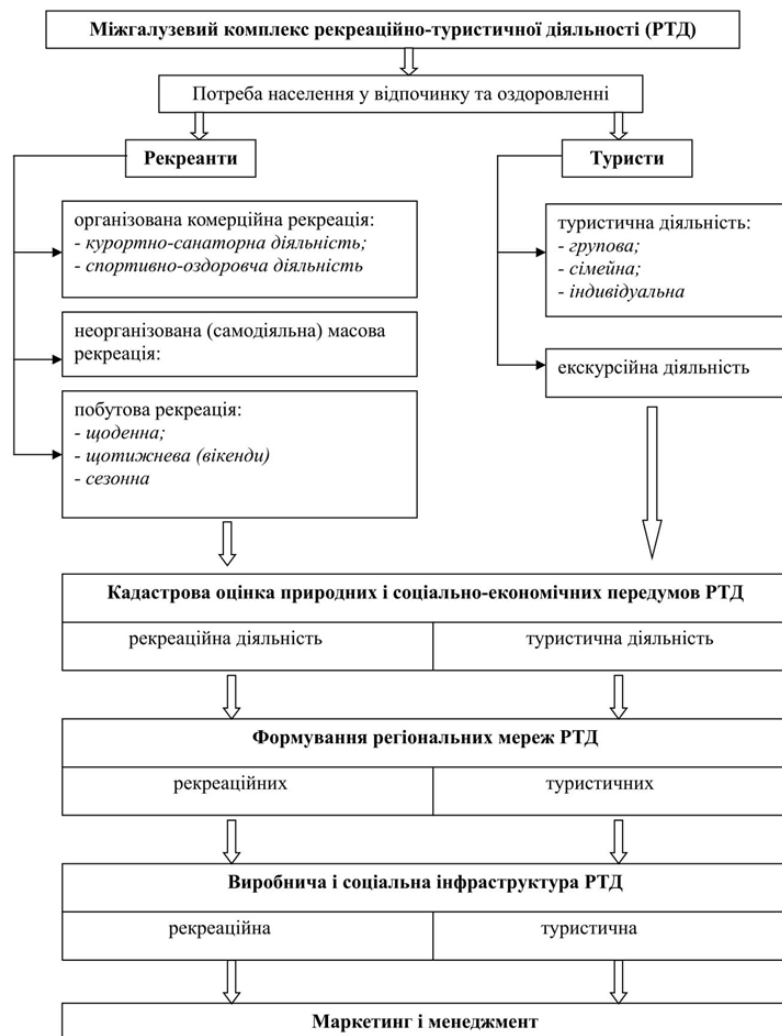


Рис. 2. Регіональний міжгалузевий комплекс рекреаційно-туристичної діяльності



Яскравий приклад потужної екологізації концепцій соціально-економічного розвитку дає планування територій. Це новий науковий напрям географічної науки, започаткований країнами ЄС у середині 1990 р. Протягом попереднього століття набули поширення планування територій міст (генплани) та інтенсивно освоєних планувальних районів (районні планування). Європейці поширили принципи планування територій на окремі країни і групи країн і перевели їх у середні та дрібні (оглядові) картографічні масштаби. Наголосимо, що Україна швидко імплементувала цей напрям і розробила "Генеральну схему планування території України", затверджену Законом України (2002 р.)

Планування територій – це формування стратегії розвитку території для забезпечення повноцінного життєвого середовища. Воно покликане забезпечити сталий і збалансований соціально-економічний розвиток території з раціональним використанням наявних ресурсів і урівноваженням різносистемних проблем її розвитку – економічних, соціальних, природоохоронних. Планування територій являє собою процес регулювання використання територій як всезагального, унікального і безальтернативного природного ресурсу.

Вже позначений загальний напрям планувальних розробок у географії, який названо геоплануванням і до складу якого входять складання генеральних планів міст (генпланів), проектних схем для планувальних районів (районні планування) і оглядових схем планування територій країн і регіонів [27].

Принципи ЕІ пронизують усі компоненти і складові планування територій. Планування природного середовища має на меті його збереження та екологічне оздоровлення, раціональне використання для розселення населення та розміщення господарської діяльності. У сучасній географії його здійснюють за двома напрямками – ландшафтним плануванням [9, 13] та формування природних каркасів екологічної безпеки територій (екологічних мереж).

Планування розселення населення (екістичне планування) орієнтоване на розміщення поселень у найбільш сприятливих умовах щодо проживання, роботи і відпочинку. Планування розміщення господарської діяльності має на меті їх мінімальний екологічний вплив на природу і населення, а також раціональне використання наявних ресурсів і переваг території. Поєднаний аналіз розселення населення та розміщення господарства представляє каркас антропогенно-техногенних навантажень на територію. Цільовою настановою планування територій є співставний аналіз каркасів природної безпеки (екомережа) та антропогенно-техногенних навантажень, виявлення критичних невідповідностей між ними та обґрунтування відповідних планувальних заходів щодо їх подолання.

І ще одна важлива методологічна теза. Планування територій чи не вперше реально позначає проблему територій як своєрідного, унікального і незамінного географічного ресурсу. Ще донедавна територію розглядали лише як земельний ресурс, і у поширених класифікаціях природних ресурсів територіальні ресурси практично не позначені. Це свідчення інтегративного впливу

концепції ЕІ на поступальний розвиток предметної області сучасної географії.

Помітне посилення екологічних принципів у географічних дослідженнях пов'язане з концепцією екологічних мереж. Формування різнорівневих екомереж – міжнародної (Всеєвропейської), національної (Україна), регіональних, позначено законами України (2000 р. та 2004 р.). Екомережа являє собою територіальну систему природоохоронних територій (ядра, екологічні коридори, буферні та сполучні території), що має на меті збереження ландшафтного та біологічного різноманіття природного середовища. Екомережі охоплюють весь природно-заповідний фонд і додатково включають інші категорії земель, що можуть становити до 20–30% території (сучасний норматив ПЗФ у країні трохи перевищує 6%).

Показова багаторівневність екологічних мереж – від міжнародних і національних до регіональних і локальних. Складною проблемою виступає змістовне і натурне (картографічне) стикування екомереж різних рівнів, а також сусідніх країн і регіонів. Концепція екологічних мереж має потужний інтегруючий потенціал для географічної науки та її галузевих напрямків, який ще використовується вкрай недостатньо.

На даний час розроблена і затверджена ескізна схема національної екологічної мережі України, обґрунтовані програми та ескізні схеми формування регіональних екомереж (області та АРК), здійснені перші розробки екомереж на рівні історико-географічних регіонів країни. Разом з тим концепція екологічних мереж ще не увійшла до навчальних програм і учбових планів підготовки географів університетського рівня. Це масштабна за територіальним охоптом і конструктивна концепція ще не стикована законодавчо, методологічно і методично з природоохоронною та рекреаційно-туристичною діяльністю. І це одне з актуальних завдань вітчизняної географії.

## **ВИСНОВКИ**

В підсумок відмітимо, що за короткий час екологічні підходи у географічних дослідженнях експоненційно зростали від окремих характеристик і показників, до основних чинників і критеріїв розвитку і далі – до базисних методологічних принципів і нормативів. У сучасній предметній області сформувався екологічний імператив (моральний закон), який справляє визначальний вплив на розробку будь-яких концепцій і програм соціально-економічного розвитку країн і регіонів.

На рівні світового господарства і національних економік вже позначена проблема формування нового сектору економіки, який об'єднав би природоохоронні та рекреаційні галузі господарства та відповідні види господарської діяльності. Ця проблема зумовлена стрімким зростанням таких галузей і видів діяльності, з одного боку, і повним їх не включенням у чинні класифікації та систематики галузей і видів економічної діяльності. Пропонується назва нової структурної одиниці: сектор соціоприродних видів економічної діяльності.

На регіональному рівні для прискореного розвитку соціоприродних видів діяльності необхідно формувати міжгалузеві комплекси – природоохоронних та рекреаційно-туристичних галузей. Цільові настанови таких формувань – розширення сфер їх повноважень з включення нових видів діяльності і базових рівнів природоохоронної та рекреаційної діяльності.

Концепція екологічного імперативу орієнтується на імплементацію Україною європейського досвіду формування екологічних мереж, ландшафтного планування та планування територій, які вже мають необхідну нормативно-правову базу і потребують прискореного методологічного та методичного розроблення.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Арутюнов В. Х. Від вчення В.І. Вернадського про ноосферу до ідеї "екологічного імперативу" [Текст] / В. Х. Арутюнов, Т. В. Глебова // Постметодика: Науковий журнал Полтавського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти імені М.В. Остроградського, 2001. – № 5 (37). – С. 12–16.
2. Бачинский Г.А. Социэкология: теоретические и прикладные аспекты [Текст] / Г. А. Бачинский. – К.: Наукова думка, 1991. – 152 с.
3. Боков В. О. Геоэкология. Научно-методическая книга по экологии [Текст] / В. О. Боков, А. В. Єна, В. Г. Єна Симферополь: Таврия, 1996. – 384 с.
4. Ландшафтне планування в Україні [Текст] / Л. Г. Руденко, Є. О. Маруняк, О. Г. Голубцов та ін.; під ред. Л.Г.Руденка. – К.: Реферат, 2014. – 144 с.
5. Малюта Л. Екологічний імператив забезпечення економічної безпеки в контексті сталого розвитку суспільства [Текст] / Л. Малюта, Л. Мельник, О. Погайдак // Галицький економічний вісник, 2014. – Том 44. – № 1. – С. 21–29.
6. Моисеев Н. Н. Экология человечества глазами математика [Текст] / Н. Н. Моисеев. – М.: Молодая гвардия, 1988. – 254 с.
7. Павлов О. І. Сутність теоретичних засад руралістики: понятійно-категоріальний апарат [Текст] / О. І. Павлов // Економіка АПК, 2016. – № 5. – С. 30–37.
8. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року // Закон України від 21 грудня 2010 року № 2818-VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>
9. Руденко Л. Г. Екологічний імператив у пріоритетах інтегрованого планувального процесу в Україні [Текст] / Л. Г. Руденко, С. А. Лісовський, Є. О. Маруняк // Український географічний журнал, 2016. – № 4. – С. 9–16.
10. Сич В. А. Соціоприродні види діяльності у господарських комплексах країн і регіонів [Текст] / В. А. Сич, О. Г. Топчієв, Д. С. Мальська, В. В. Яворська // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції "Регіональні проблеми України: географічний аналіз та пошук шляхів вирішення" (Херсон, 3-4 жовтня, 2019 р.). - Херсон: "Гельветика", 2019. – С. 219–222.
11. Топчієв О. Г. Географічні складові предметної області рекреаційно-туристичної діяльності [Текст] / О. Г. Топчієв, В. В. Яворська, О. І. Ніколаєва // Вісник Одеського національного університету. Серія Географічні та геологічні науки. Одеса, 2016. – Том 21. Вип. 2(29). – С. 171–185.
12. Топчієв О. Г. Геоэкология: географические основы природопользования [Текст] – Одесса: Астропринт, 1996 – 391 с.
13. Топчієв О. Г. Планування територій : навч. посібник [Текст] / О. Г. Топчієв, Д. С. Мальчикова. – Херсон: Грінь Д. С., 2014. – 268 с.
14. Топчієв О. Г. Рекреаційно-туристична діяльність як складова регіональних господарських

- комплексів: концептуально-понятійний огляд [Текст] / О. Г. Топчієв, В. В. Яворська, О. І. Ніколаєва // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Географічні науки, 2016. – Вип. 5. – С. 128-134.
15. Туниця Ю. Ю. Екологічний імператив сталого розвитку регіонів України: в пошуках чинників консолідації суспільства [Текст] / Ю. Ю. Туниця // Науковий вісник НЛТУ України, 2011. – Вип. 21. – С.146–156.
  16. Шеляг-Сосонко Ю. Р Екологічний імператив сталого розвитку України [Текст] / Ю. Р. Шеляг-Сосонко, Я. П. Дідух // Наукові записки НаУКМА, 2002. – Том 20. – С. 460–464.
  17. Яворська В. В. Особливості формування екомережі регіону Українського Причорномор'я [Текст] / В. В. Яворська, В. А. Сич, К. В. Коломієць // Вісник Одеського національного університету. Серія Географічні та геологічні науки. – Одеса, 2015. – Том 20. Вип. 4. – С. 129–143.
  18. *Barriere O. Coviability of Social and Ecological Systems: Reconnecting Mankind to the Biosphere in an Era of Global Change. Vol. 1 : The Foundations of a New Paradigm* [Текст] / O. Barriere O. et al. – Springer International Publishing, 2019. – 728 p.
  19. *Barriere O. Coviability of Social and Ecological Systems: Reconnecting Mankind to the Biosphere in an Era of Global Change. Vol. 2: Coviability Questioned by a Diversity of Situations* [Текст] / O. Barriere O. et al. – Springer International Publishing, 2019. – 340 p.
  20. *Begon M. Ecology: from individuals to ecosystems* [Текст] / M. Begon, C. Townsend, J. Harper. – Wiley-Blackwell, 2006. – 738 c.
  21. *Benedict M. A. Green infrastructure: linking landscapes and communities* [Текст] / M. A. Benedict, E. T. McMahon. - Washington: Island Press, 2006. - 185 p.
  22. *Berry T. The Great Work: Our Way into the Future* [Текст] / T. Berry. – New York: Broadway Books, 2000. – 241 p.
  23. *Frederick S. The ecological imperative for environmental design and planning* [Текст] / S. Frederick, M. Simmons, M. Gallagher // *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2013. – Vol. 11, Issue 7. – P. 355–361.
  24. *Holden E. The Imperatives of Sustainable Development* [Текст] / E. Holden, K. Linnerud, D. Banister // *Sustainable Development*, 2016. – Vol. 25, Issue 3. – P. 213-226.
  25. *Munn T. Encyclopedia of global environmental change* [Текст] / T. Munn – Hoboken, NJ: Wiley, 2002. – 642 p.
  26. *Santra S. C. Ecology: basic and applied* [Текст] / S. C. Santra. – M.D. Publications Pvt. Ltd, 1994. – 250 c.
  27. Territorial Agenda of the European Union 2020. [Electronic resource]. – Access mode : [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/policy/what/territorial-cohesion/territorial\\_agenda\\_2020.pdf](https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/policy/what/territorial-cohesion/territorial_agenda_2020.pdf).

## REFERENCES

1. Arutjunov, V. H., Gljebova T. V. (2001), Vid vchennja V.I. Vernads'kogo pro noosferu do idei "ekologichnogo imperatyvu" [From the teachings of V.I. Vernadsky about the noosphere to the idea of "environmental imperative"], *Postmetodyka: Naukovyj zhurnal Poltav's'kogo oblasnogo instytutu pisljadyplomnoi' pedagogichnoi' osvity imeni M.V. Ostrograd's'kogo*, № 5 (37), pp. 12–16.
2. Bachinskij, G. A. (1991), *Sociojehologija: teoreticheskie i prikladnye aspekty* [Socioecology: theoretical and applied aspects], K.: Naukova dumka, 152 p.
3. Bokov, V. O., Ena, A. V., Ena, V. G. (1996), *Geojehologija. Nauchno-metodicheskaja kniga po ekologiji* [Geoecology. Scientific and methodological book on ecology], Simferopol': Tavrija, 1996, 384 p.
4. Rudenko, L. G., Marunjak, Je. O., Golubcov, O. G. ta in. (2014), *Landshaftne planuvannja v Ukrai'ni* [Landscape planning in Ukraine], Kyi'v, 144 p.
5. Maljuta, L., Mel'nyk, L., Pogajdak, O. (2014), *Ekologichnyj imperatyv zabezpechennja*

- ekonomichnoi' bezpeky v konteksti stalogo rozvytku suspil'stva [Ecological imperative care of the economical bezpeky in the context of the old development of suspension], *Galician Economic Bulletin*, Vol. 44(1), pp. 21–29.
6. Moiseev, N. N. (1988), *Ekologija chelovechestva glazami matematika [Ecology of humanity through the eyes of mathematician]*, M.: Molodaja gvardija, 1988. – 254 s.
  7. Pavlov, O. I. (2016), Sutnist' teoretychnyh zasad ruralistyky: ponjatijno-kategorial'nyj aparat [The essence of theoretical foundations of Rural science: the conceptual categorical apparatus], *Economy of AIC*, № 5, pp. 30–37.
  8. *Pro Osnovni zasady (strategiju) derzhavnoi' ekologichnoi' polityky Ukrainy na period do 2020 roku. Zakon Ukrainy vid 21 grudnja 2010 roku № 2818-VI [About the Fundamental Principles (Strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine until 2020. The Law of Ukraine. No. 2818-VI, December 21, 2010]*. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>. [Accessed 01 November 2019].
  9. Rudenko, L. G., Lisovs'kyj, S. A., Marunjak, Je. O. (2016), Ekologichnyj imperatyv u prioritetah integrovanogo planuvannogo procesu v Ukraini [Ecological imperative in the priorities of the integrated planning process in Ukraine], *Ukrainian Geographical Journal*, № 4, pp. 9–16.
  10. Sych, V. A., Topchijev, O. G., Mal's'ka, D. S., Javors'ka V. V. (2019), *Sociopryrodni vydy dijial'nosti u gospodars'kyh kompleksah kraj'n i regioniv [Socio-natural activities in economic complexes of countries and regions]*, Proceedings of the VIII International Scientific-Practical Conference "Regional Problems of Ukraine: Geographical Analysis and Search for Solutions" (Kherson, October 3–4, 2019), Kherson: "Gel'vetyka", pp. 219–222.
  11. Topchijev, O. G., Javors'ka, V. V., Nikolajeva, O. I. (2016), Geografichni skladovi predmetnoi' oblasti rekreacijno-turystychnoi' dijial'nosti [Geographical components of the subject area of recreational and tourist activity], *Odesa National University Herald. Geography and Geology*, vol. 21(2), pp. 171–185.
  12. Topchijev, O. G. (1996), *Geojekologija: geograficheskie osnovy prirodopol'zovanija [Geoecology: geographical basics of nature management]*, Odessa: Astroprint, 391 p.
  13. Topchijev O. G., Mal'chukova D. S. (2014), *Planuvannja terytorij: navch. posibnyk [Territory planning: manual]*, Herson: Grin' D. S., 268 p.
  14. Topchijev, O. G., Javors'ka, V. V., Nikolajeva, O. I. (2016), Rekreacijno-turystychna dijial'nist' jak skladova regional'nyh gospodars'kyh kompleksiv: konceptual'no-ponjatijnyj ogljad [Recreation and tourism activity as part of regional economic systems: conceptual review], *Scientific Herald of Kherson State University. Geographic Sciences*, vol. 5, pp. 128–134.
  15. Tunycja, Ju. Ju. (2011), Ekologichnyj imperatyv stalogo rozvytku regioniv Ukrainy: v poshukah chynnykiv konsolidacii' suspil'stva [Ecological imperative for sustainable development of Ukrainian regions: in search of factors of social consolidation], *Scientific Herald of NLTU Ukrainy*, vol. 21, pp. 146–156.
  16. Sheljag-Sosonko, Ju. P., Diduh, Ja. P. (2002), Ekologichnyj imperatyv stalogo rozvytku Ukrainy [Ecological imperative of sustainable development of Ukraine], *Scientific notes of NaUKMA*. Tom 20, pp. 460–464.
  17. Javors'ka, V. V., Sych, V. A., Kolomijec', K. V. (2015), Osoblyvosti formuvannja ekomerezhi regionu Ukrain's'kogo Prychornomor'ja [Features of the formation of the eco-network of the region of the Ukrainian Black Sea region]. *Odesa National University Herald. Geography and Geology*, vol. 20(4), pp. 129–143.
  18. Barriere, O. (2019), Coviability of Social and Ecological Systems: Reconnecting Mankind to the Biosphere in an Era of Global Change. Vol. 1 : The Foundations of a New Paradigm / O. Barriere O. et al. – Springer International Publishing, 728 p.
  19. Barriere, O. (2019), Coviability of Social and Ecological Systems: Reconnecting Mankind to the Biosphere in an Era of Global Change. Vol. 2: Coviability Questioned by a Diversity of Situations / O. Barriere O. et al. – Springer International Publishing, 340 p.
  20. Begon, M., Townsend, C., Harper, J (2006), *Ecology: from individuals to ecosystems*. Wiley-Blackwell, 738 p.

21. Benedict, M. A., McMahon, E. T. (2006), Green infrastructure: linking landscapes and communities. Washington: Island Press, 185 p.
22. Berry, T. (2000), The Great Work: Our Way into the Future. New York: Broadway Books, 241 p.
23. Frederick, S., Simmons, M., Gallagher, M. (2013), The ecological imperative for environmental design and planning. Vol. 11, Issue 7, pp. 355–361.
24. Holden, E., Linnerud, E., Linnerud, K., Banister, D. (2016), The Imperatives of Sustainable Development. Sustainable Development. Vol. 25, Issue 3, pp. 213–226.
25. Munn, T. (2002), Encyclopedia of global environmental change. Hoboken, NJ: Wiley, 642 p.
26. Santra, S. C. (1994), Ecology: basic and applied. M. D. Publications Pvt. Ltd, 250 p.
27. Territorial Agenda of the European Union 2020. [Electronic resource]. – Available at: [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/policy/what/territorial-cohesion/territorial\\_agenda\\_2020.pdf](https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/policy/what/territorial-cohesion/territorial_agenda_2020.pdf) [Accessed 01 November 2019].

Надійшла 13.11.2019

**А. Г. Топчиев**, докт. геогр. наук, професор<sup>1</sup>

**В. А. Сыч**, канд. геогр. наук, доцент<sup>1</sup>

**В. В. Яворская**, докт. геогр. наук, професор<sup>1</sup>

**А.А. Долинская**, аспирант<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

кафедра економічної і соціальної географії і туризму,

ул. Дворянская 2, г. Одеса, 65082, Україна;

yavorskaya@onu.edu.ua

<sup>2</sup>Київський національний університет,

кафедра економічної і соціальної географії,

ул. Владимирская, 64/13, г. Киев, 01601, Україна

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИМПЕРАТИВ В КОНЦЕПЦИЯХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ЕГО ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ**

### **Резюме**

Рассмотрена проблема распространения экологического императива на все виды жизнедеятельности общества и адаптации экологических регламентов и норм к новым цивилизационным условиям. Цель данной работы – представить основные направления использования концепции экологического императива в географических исследованиях. Обозначен вопрос отсутствия в структуре хозяйства стран и регионов единого хозяйственного сектора, который бы объединял природоохранный и рекреационный виды деятельности. В зависимости от уровня организации жизнедеятельности, экологический императив ставит разные задачи – от обеспечения здоровой окружающей среды населения до сохранения биосферы. Отмечено, что конец XX – начало XXI века характеризуется ускоренным переходом к эконоцепциям, среди которых становление и развитие региональной социально-экономической политики; роль и место в ней природоохранных и социально-экономических факторов. Предложено формирование

новой структурной единицы: сектора социоприродных видов экономической деятельности, который объединил бы природоохранные и рекреационные отрасли хозяйства и соответствующие виды хозяйственной деятельности. Рассмотрены проблемы формирования межотраслевого комплекса социоприродных видов деятельности на примере Одесского региона.

**Ключевые слова:** экологический императив, рекреационно-туристическая деятельность, геоэкологические исследования, социоприродные виды деятельности.

**O. G. Topchiev<sup>1</sup>**

**V. A. Sych<sup>1</sup>**

**V. V. Yavorska<sup>1</sup>**

**O.O. Dolynska<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Odessa I. I. Mechnikov National University,  
Department of Economic and Social Geography and Tourism,  
Dvorianskaya St., 2, Odessa, 65082, Ukraine, yavorskaya@onu.edu.ua,  
yavorskaya@onu.edu.ua

<sup>2</sup>Taras Shevchenko National University of Kyiv,  
Department of Economic and Social Geography,  
64/13, Volodymyrska Street, City of Kyiv, Ukraine, 01601

## **ECOLOGICAL IMPERATIVE IN THE CONCEPTS OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT AND ITS GEOGRAPHICAL COMPONENTS**

### **Abstract**

**Problem Statement and Purpose.** The article deals with the problem of extending the ecological imperative to all kinds of life of society and adapting environmental regulations and norms to new civilizational conditions. Over the centuries, the environmental approach, initiated as one of the varieties of biological science, has become a powerful interdisciplinary scientific field that has been integrated by a number of traditional sciences. For geography, social ecology and geoecology became the most visible consequences of cross-curricular integration. The purpose of this paper is to present the main directions of using the concept of environmental imperative in geographical studies.

**Data & Methods.** As a methodological basis used the developments outlined in scientific papers published by N. N. Moiseev, L. G. Rudenko, O. G. Topchijev, Ju. P. Sheljag-Sosonko, O. Barriere. In the work, cartographic, comparative-geographical, statistical methods are applied. In conducting the study, the authors were guided by general scientific methods in geographical studies, fundamental philosophical methods, in particular the principle of comprehensive consideration of the subject, the principle of unity of logical and historical. The authors used studies in the field of

synergetics, co-evolution and noosphere, which reveal a fundamentally new type of connection between nature and man in their interaction and suggest the application of a conscious human rational strategy of interaction with the environment.

**Results.** Depending on the level of organization of life, the environmental imperative sets different tasks – from ensuring a healthy environment to preserving the biosphere. It is noted that the end of XX – beginning of XXI century is characterized by accelerated transition to ecoconcepts, among which formation and development of regional socio-economic policy; the role and place in it of environmental and socio-economic factors. The question of the absence of a single economic sector in the structure of the economy of countries and regions that would combine environmental and recreational activities. The formation of a new structural unit is proposed: the sector of socio-natural types of economic activity, which would combine the nature conservation and recreational sectors of the economy and the corresponding types of economic activity. At the regional level, in order to accelerate the development of socio-natural activities, it is necessary to form intersectoral complexes – nature conservation and recreational-tourism industries. The problems of formation of intersectoral complex of socio-natural activities on the example of Odessa region are considered.

**Keywords:** ecological imperative, recreational and tourist activity, geo-ecological studies, socio-natural activities.



# ГЕОЛОГІЧНІ НАУКИ





## ІНЖЕНЕРНА ГЕОЛОГІЯ ТА ГІДРОГЕОЛОГІЯ

УДК 624.131.543

DOI: 10.18524/2303-9914.2019.2(35).183728

**Є. А. Черкез**, доктор геол.-мін. наук, професор

**Д. В. Мелконян**, канд. фіз.-мат. наук, доцент

**В. І. Скальський**, аспірант

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

кафедра інженерної геології і гідрогеології,

вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

eacherkez@gmail.com, dmelkon@gmail.com, 42sraf@gmail.com

### ВПЛИВ ПРОСТОРОВОЇ МІНЛИВОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГРУНТІВ НА СТІЙКІСТЬ СХИЛУ

Проведено аналіз результатів лабораторних та польових досліджень ґрунтів зсувного схилу на узбережжі Чорного моря. Вивчено просторову мінливість фізико-механічних властивостей глинистих ґрунтів зсувного схилу. Виявлено зв'язок між фізичними та міцнісними характеристиками глинистих ґрунтів. Встановлено, що показники міцнісних властивостей глинистих ґрунтів значно залежать від ступеня їх зруйнованості і вологості. Оцінено вплив мінливості властивостей ґрунтів на стійкість схилу з врахуванням дії фільтраційних та сейсмічних сил. Розрахунки показують, що в більшості випадків зменшення коефіцієнтів стійкості схилу обумовлено зменшенням міцнісних властивостей ґрунтів внаслідок негативних змін гідрогеологічних умов.

**Ключові слова:** фізико-механічні властивості ґрунтів, зсувний схил, стійкість схилу, фільтраційні та сейсмічні сили.

#### ВСТУП

Зсувні процеси є вельми поширеними в межах Північного Причорномор'я. В зв'язку з посиленням антропогенного впливу на геологічне середовище півдня України відбувається активізація у береговій смузі моря зсувних і деформаційних процесів, що призводять до втрати дорогої прибережної території і ставлять під загрозу безпечну експлуатацію існуючих будівель, портових гідротехнічних, протизсувних і захисних споруд. Їхня інтенсивність зростає разом з господарчим освоєнням прибережних територій і схилів, поширенням на них будівництва. В останні десятиріччя найбільша інтенсивність зростання антропогенного впливу спостерігається на ділянках існуючої позаміської, селищної, рекреаційної і котеджної забудови як території плато, так і власно зсувних схилів. В більшості випадків наявність мережі водопостачання і відсутність

організованих систем водовідведення на таких ділянках узбережжя призводить до швидких і навіть екстремальних змін гідрогеологічних умов. Як наслідок, відбувається зростання рівня ґрунтових вод, посилення живлення і збільшення витрат нижче розташованих водоносних горизонтів, які розвантажуються в береговій зоні. В зв'язку з суттєвими негативними змінами гідрогеологічних умов відбувається активізація зсувів та їх просторове поширення в районах селищ Фонтанка, Крижанівка, Санжейка, м. Чорноморськ і на інших ділянках забудови узбережжя моря.

За літолого-геодинамічними ознаками в межах північно-західного узбережжя Чорного моря виділяється 4 типи зсувів, два з яких – зсуви-потоки і блокові зміщення лесових порід по глинах неогенового віку і ще два – блокові зсувні з поверхнею зміщення, яка розташована істотно нижче за сучасний рівень моря. Інтенсивність зсувних зміщень в лесових породах прогресивно зростає разом з підйомом рівня ґрунтових вод і техногенним обводненням прибрежної частини плато, яка найшвидше реагує на зміни природної обстановки [6]. Як правило, на ділянках, де спостерігаються негативні зміни гідрогеологічних умов, відзначається найбільша ширина зсувного схилу і відбувається "розтікання" ґрунтів зсувної "тераси" через надмірне зволоження, що призводить до постійного висунення в море зсувних накопичень і, як результат, – до активного розмиву морем берегового уступу, а також збільшення крутизни схилу в районі бровки обриву і появи нових тріщини зсувних заколів. Характерним прикладом активізації існуючих і формування нових зсувів з періодичністю 3–5 років в зв'язку з негативними змінами гідрогеологічних умов є м. Чорноморськ, де будівництво утримуючих споруд без усунення обводнення прибрежної частини плато і порід зсувного схилу не дало бажаних результатів.

Вивченню зсувних процесів присвячено велику кількість досліджень [4, 10, 11, 12, 14, 18, 19 та ін.], в яких встановлюються умови, фактори і регіональні закономірності їх формування і розвитку, аналізуються умови застосування методів оцінки стійкості зсувних схилів і заходи інженерного захисту. В значній більшості наукових публікацій при оцінці стійкості схилів увага приділяється вивченню впливу змін балансу мас порід схилів, навантажень від будівель, змін гідрогеологічних і сейсмічних умов при узагальнених і розрахункових показниках фізико-механічних властивостей порід, отриманих за результатами вишукувань. Разом з тим, частіше за все відомості про особливості просторового розподілу фізико-механічних властивостей порід основного деформованого горизонту як показників наявності локальних послаблених зон обмежені або відсутні. Наявна практика використання в розрахунках стійкості схилів узагальнених і розрахункових показників властивостей порід фактично нівелює їх просторові зміни і обмежує можливості об'єктивного обґрунтування і побудови розрахункових схем. З огляду на високий ступінь активності і поширення зсувів при антропогенних змінах гідрогеологічних умов вивчення впливу змін фізико-механічних властивостей порід та встановлення закономірностей

просторового розподілу ділянок послаблення міцнісних властивостей порід на стійкість схилів є актуальним.

В геоморфологічному відношенні досліджувана територія приурочена до зсувного берегового схилу Чорного моря (рис. 1), до Санжійського абразійно-зсувного району, для якого характерними є глибокі складні зсуви видавлювання з базисом зсування нижче рівня моря. На досліджуваній території активізація зсувного процесу з відокремленням блоків прибрежної частини плато довжиною 150–200 м спостерігалася в середині 80-х і наприкінці 90-х років

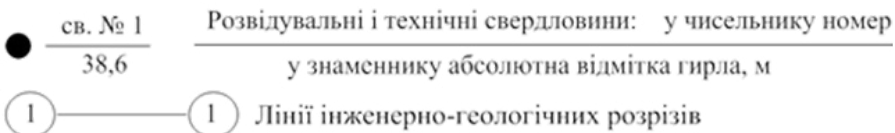


Рис. 1. Оглядова схема ділянки досліджень [9]

минулого століття. У травні 2012 р. на ділянці схилу протяжністю близько 400 м була виконана зсувна зйомка [9], в процесі якої відзначалися деформації на поверхні схилу і у прибровочній частині плато. В нинішній час на поверхні схилу і спорудах спостерігаються численні деформації – тріщини заколу, стінки зриву, осідання і випори поверхні, а також деформації і зміщення споруд, асфальтових покриттів та ін. Відбувається відступання бровки берегового уступу і лінії урізу, осипи і зсуви в прибровочній частині плато. Багато нових деформацій, що відбуваються, успадковують давні зони зсувних зміщень – западини, бровки плато, тераси, кліфи. Загальна площа масивів, відокремлених від плато внаслідок прояву абразійно-зсувних і обвальних процесів в 2014–2016 роках складала 19232 м<sup>2</sup>, в 2013–2014 роках – 28176 м<sup>2</sup>, в 2012 році – 507 м<sup>2</sup> і в 2010 році – 21405,5 м<sup>2</sup> [7, 8].

У зв'язку з вищевказаним вивчення просторової мінливості фізико-механічних властивостей ґрунтів і прогноз стійкості зсувних схилів є важливим завданням, необхідним для попередження розвитку зсувних процесів на досліджуваній території.

Метою дослідження є встановлення особливостей просторової мінливості фізико-механічних властивостей глинистих ґрунтів зсувного схилу та її вплив на стійкість схилу з врахуванням дії сейсмічних і фільтраційних сил.

## МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основою для дослідження послужили дані інженерно-геологічних вишукувань ТОВ СГБП "Одесмськбуд" [9], які включають в себе лабораторні та польові дослідження ґрунтів зсувного схилу (рис. 2). За геоморфологічними ознаками в межах досліджуваної території виділені плато і зсувний схил, в геологічній будові якого беруть участь сучасні делювіально-зсувні відклади.

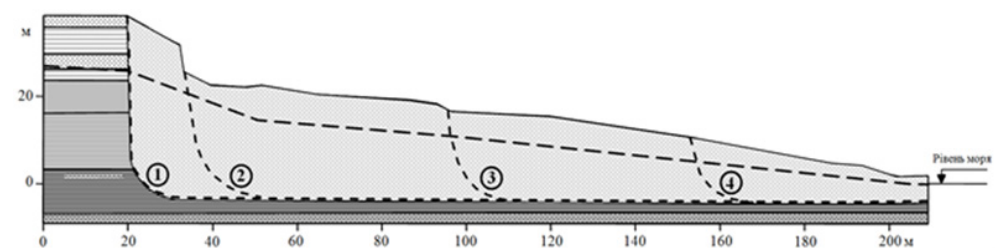


Рис. 2. Схематизований інженерно-геологічний розріз



1 – зсувні накопичення, 2 – суглинок лесовий важкий, 3 – суглинок лесовий легкий (лес), 4 – суглинок важкий напівтвердий, 5 – глина червоно-бура, 6 – вапняки, 7 – глина меотична з прошарками водонасичених сунісів і пісків, 8 – рівень ґрунтових вод, 9 – поверхні зсувних зміщень і їхні номери

Грунтовий масив, що складає плато, характеризується розвитком лесових суглинків твердої консистенції, які мають просадні властивості при замочуванні. На ділянці плато розкрито 3 водоносні горизонти. Перший від поверхні техногенний водоносний горизонт приурочений до лесових ґрунтів, другий – до шару понтичних вапняків і третій – до прошарків пісків і супесів в меотичних глинах. Загальна потужність зсувних накопичень коливається в межах 10–27 м. Тут відклади мають блоковий характер залягання і є нерівномірно обводненими. На ділянці зсувного схилу ґрунтові води залягають на глибині 2,8–7,5 м, абсолютна відмітка рівня ґрунтових вод становить 15,1–25,6 м.

Міцнісні характеристики ґрунтів ( $C$ ,  $\phi$ ) визначалися для природного і водонасиченого стану; методом "плашка по плашці" для природного стану і по змоченій поверхні. Дані оброблялися аналітично і графічно з використанням статистичних характеристик. Оцінку стійкості схилу виконували за допомогою методу Г. М. Шахунянца [20].

Розподіл величин показників фізико – механічних властивостей ґрунтів на схематизованому інженерно – геологічному розрізі здійснювали за допомогою програми Golden Software Surfer, використовуючи лінійний інтерполятор крігінг (kriging). Для побудови тривимірної схеми розподілу вологості в породах схилу були побудовані карти-зрізи розподілу вологості для різних абсолютних відміток. У межах тривимірної схеми кожна з карт-зрізів розміщувалася на висоті, яка відповідає заданим абсолютним відміткам.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ АНАЛІЗ

**Просторова мінливість фізико-механічних властивостей ґрунтів.** Вологість на досліджуваній території варіює в широких межах – від 12 до 50 % (рис. 3). В цілому, у напрямку до земної поверхні природна вологість зменшується. На глибині 12 м і більше (в межах третьої тераси) в глинах важких, пилуватих, твердої та напівтвердої консистенції спостерігається локальне збільшення. В цих же глинах має місце локальне зменшення щільності ґрунтів (рис. 4). Щільність змінюється в межах 1,72–2,14 г/см<sup>3</sup>. Значні зміни щільності спостерігаються до глибини 12 м, далі по глибині щільність змінюється слабо. В районі поверхні ковзання спостерігаються локальні ділянки її знижених значень.



Рис. 3. Розподіл вологості  $W$  (%) ґрунтів в межах схилу

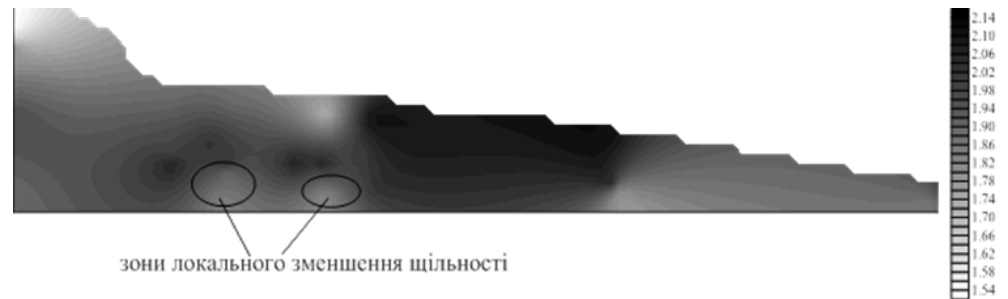


Рис. 4. Розподіл щільності ( $\rho$ ,  $g/cm^3$ ) ґрунтів в межах схилу

Зіставлення рис. 3 і 4 показує, що, в цілому, при збільшенні вологості щільність зменшується, що властиве для пілувато-глинистих ґрунтів. Такий взаємозв'язок особливо яскраво виражений для локальних ділянок на глибинах розташування поверхні зсуву (рис. 2).

На дослідженому схилі величини числа пластичності ґрунтів ( $I_p$ ) змінюються в широких межах від 7,2 % до 59 %, що вказує на високий вміст глинистих мінералів. Ближче до поверхні землі величини ( $I_p$ ) зменшуються. Максимальні значення числа пластичності (55–60 %) є характерними для пілувато-глинистих ґрунтів.

Показник текучості ( $I_L$ ) глинистих ґрунтів змінюється від -0,21 до 1,1, що представляє широкий діапазон їх консистенції: від твердої, напівтвердої до текучої. При загальній закономірності зменшення показника текучості з глибиною ( $I_L$ ) спостерігається його збільшення на окремих ділянках вздовж поверхні зсуву, просторове розташування яких відповідає межах окремих блоків.

Основною особливістю розподілу величин міцнісних властивостей (питоме зчеплення  $C$  і кут внутрішнього тертя  $\varphi$ ) глинистих ґрунтів основного деформованого горизонту досліджуваного зсувного схилу є нерівномірність змін цих показників вздовж поверхні зсуву. В цілому ґрунти на зсувному схилі характеризуються відносно зниженими значеннями питомого зчеплення від 0,01 МПа до 0,06 МПа. Проте аналіз даних показує, що є ділянки локального зменшення зчеплення ( $C$ ) ґрунтів в районі поверхні ковзання (рис. 5). На цих же ділянках зафіксовано локальне збільшення вологості ґрунтів (рис. 3). Ґрунти у шарі основного деформованого горизонту характеризуються зниженим значенням питомого зчеплення. У цій частині розрізу зчеплення ( $C$ ), як правило, не перевищує значення 0,02–0,03 МПа.

Інша характеристика міцнісних властивостей глинистих ґрунтів (кут внутрішнього тертя  $\varphi$ , рис. 6) в досліджуваному схилі міняється в широких межах від  $16^\circ$  до  $26^\circ$ , що є характерним для пілувато-глинистих ґрунтів ( $7\text{--}30^\circ$ ). Зіставлення даних мінливості кута внутрішнього тертя ( $\varphi$ , рис. 6) і вологості ( $W$ , рис. 3) показує, що кут внутрішнього тертя в шарах зони поверхні ковзання, приблизно на глибині локального збільшення вологості, із зростанням вологості зменшується.



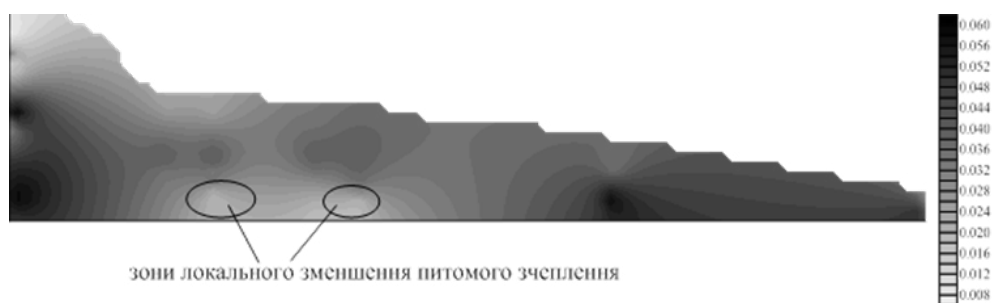


Рис. 5. Розподіл питомого зчеплення ( $C$ , МПа) ґрунтів в межах схилу

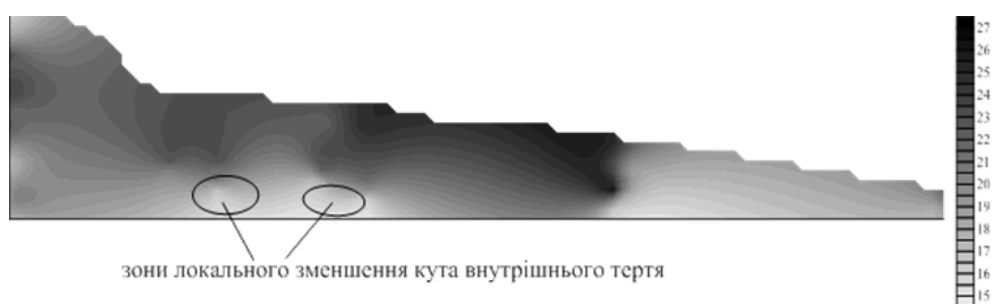


Рис. 6. Розподіл кута внутрішнього тертя ( $\varphi$ , град.) ґрунтів в межах схилу

Слід зазначити, що в переважній більшості випадків локальне збільшення вологості глинистих порід супроводжується зменшенням значень питомого зчеплення і кута внутрішнього тертя, що, власне, і спостерігається в наших дослідженнях.

Дослідження різних авторів [2, 3, 5, 15, 17] також показують, що збільшення вологості глинистих ґрунтів може призвести до зменшення показників їх опору зсуву унаслідок послідовного переходу їх стану від пластичного до текучо-пластичного і далі – до текучого.

Таким чином, отримані результати свідчать про те, що меншим показникам опору порід зсуву в зоні ковзання відповідають більші значення вологості. Оскільки ступінь руйнування структурних зв'язків глинистих ґрунтів в зоні ковзання, в порівнянні з ґрунтами у зсувному тілі, мають бути приблизно однаковими, можна зробити висновок, що основним чинником, що впливає на зменшення показників опору порід зсуву в зоні ковзання, в порівнянні з цими ж параметрами у зсувному тілі, є підвищена вологість порід.

Для наочності просторового розподілу вологості глинистих ґрунтів в межах досліджуваного зсувного схилу ми побудували ізолінії вологості по різних шарах ґрунтів (по ширині схилу, на різних абсолютних відмітках, рис. 7), у межах середньої частини схилу з абсолютними відмітками поверхні 18–21 м (рис. 2). З рис. 7 видно, що підвищені значення вологості ґрунтів в межах території ділянки досліджень і за глибиною розподілені нерівномірно, але, за винятком

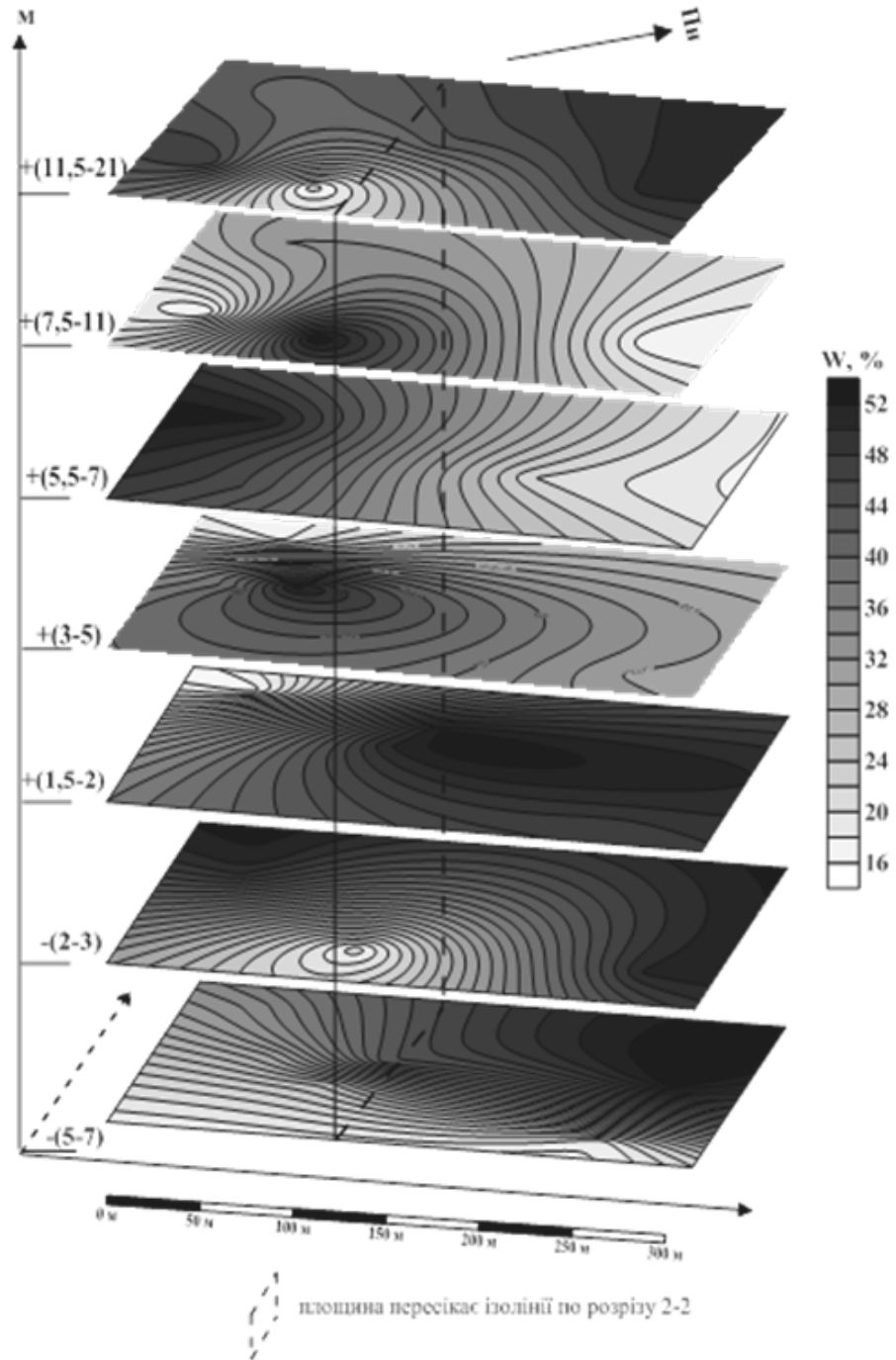


Рис. 7. Просторова мінливість вологості ґрунтів в межах ділянки досліджень на абсолютних відмітках від -6 м до +21 м

поверхневого шару (відмітки від 11,5 м до 21 м), найбільш зволоженою є нижня частина зсувних накопичень потужністю близько 10 м. В цілому, загальна картина розподілу вологості зсувних накопичень в межах всієї ділянки вказує, по-перше, на наявність на різних глибинах локальних ділянок розвантаження з боку корінного масиву порід ґрунтових і підземних вод (понтичний водоносний горизонт) і, по-друге, на просторову неоднорідність фільтраційних властивостей ґрунтів зсувних накопичень і наявність зон їх підвищеної проникності, які обумовлені тріщинувато-блоковою структурою схилу. Цій закономірності відповідає просторовий розподіл розташування на відмітках поверхні зсуву ділянок підвищеної вологості і зниження щільності і міцнісних властивостей ґрунтів.

Дослідження [2, 3, 5, 15, 17] також показують, що в зоні ковзання зсуву спостерігаються підвищені значення вологості глинистих порід. Дане явище пояснюється механічним руйнуванням порід, збільшенням поверхневої енергії і гідратацією глинистих мінералів, що підвищує їх вологість. Аналізуючи вказані вище результати, можна зробити висновок про взаємне посилення процесів ослаблення порід в зоні ковзання, тобто тут спостерігається синергетичний ефект [2, 5].

**Оцінка стійкості зсувного схилу.** При проведенні інженерно-геологічних досліджень на територіях, які примикають до діючих зсувів або до нестійких схилів, виникає необхідність розрахунку коефіцієнта стійкості. Оцінка стійкості схилу виконана нами за допомогою методу Г. М. Шахунянца [6, 13, 16]. Розрахунки стійкості нами виконувалися для ґрунтів в стані природної вологості та з урахуванням їх повного водонасичення, при якому зменшувалась величина питомого зчеплення ґрунту, що відбувається при збільшенні його вологості. Крім того, при розрахунку враховували вплив на стійкість схилу фільтраційних і сейсмічних сил. Оцінка стійкості схилу виконувалась у відповідності до розрахункової схеми, представленої на рис. 2.

Відповідно до діючих нормативних документів [1], територія ділянки досліджень належить до зони з нормативною сейсмічністю 7 балів. Разом з тим, можливим є збільшення інтенсивності землетрусів за рахунок впливу місцевих умов (рельєф, склад порід і геологічна будова, ґрунтові води та ін.). У районі досліджень головним фактором збільшення величини сейсмічності є наявність ґрунтових вод. У зв'язку з цим кожний з варіантів розрахункових схем передбачав врахування сейсмічних сил при можливій розрахунковій сейсмічності 8 балів.

За результатами вишукувань встановлено, що поверхня зсуву розташована на гіпсометричних рівнях  $-5,0 \div -6,3$  м (рис. 2) і приурочена до меотичних глин, які містять прошарки водонасичених супісків. З результатів розрахунків стійкості випливає, що стійкість окремих ділянок схилу (зсувних блоків) відрізняється в залежності від розподілу вологості, щільності і міцності ґрунтів основного деформованого горизонту (рис. 3–6). Так, мінімальні коефіцієнти стійкості отримані для зсувної поверхні 1 ( $K_u = 1,20$ ) і поверхні 4 ( $K_u = 1,15$ ), а

найбільші – для поверхонь 2 ( $K_u=1,45$ ) і 3 ( $K_u=1,51$ ).

Розрахункове моделювання ймовірного збільшення вологості і відповідного зниження міцності ґрунтів внаслідок негативних змін гідрогеологічних умов (зростання рівня ґрунтових і збільшення обсягів розвантаження підземних вод в зсувні накопичення) призводить до зниження коефіцієнтів стійкості для відповідних розрахункових поверхонь зміщення (поверхня 1,  $K_u=1,08$ ; поверхня 2,  $K_u=1,24$ ; поверхня 3,  $K_u=1,31$ ; поверхня 4,  $K_u=1,04$ ), що більшою мірою відповідає сучасному інженерно-геодинамічному стану зсувного схилу [7, 8]. Врахування сейсмічних сил зменшує величини коефіцієнтів стійкості по всіх поверхнях зміщення на 10–12 %. Порівняльний аналіз отриманих коефіцієнтів стійкості в залежності від змін міцнісних властивостей ґрунтів основного деформованого горизонту вказує на те, що зниження стійкості схилу, ступень активності і поширення зсувів відбувається головним чином внаслідок негативних змін гідрогеологічних умов.

### ВИСНОВКИ

На досліджуваному зсувному схилі розподіл фізико-механічних властивостей глинистих ґрунтів (вологість і показники опору ґрунтів зсуву), має неоднорідний характер. У межах поверхні ковзання є зони локального підвищення вологості. Показники міцнісних властивостей глинистих ґрунтів ( $C$  і  $\varphi$ ) значно залежать від ступеня зруйнованості і вологості. Із збільшенням вологості ці показники значно зменшуються, що обумовлює появу зон ослаблення у зсувному масиві.

Формування зон ослаблення, їх поширення і просторовий розподіл розташування в межах основного деформованого горизонту пов'язані із тріщинувато-блоковою структурою схилу, просторовою неоднорідністю фільтраційних властивостей ґрунтів зсувних накопичень і умовами розвантаження ґрунтових і підземних вод в породи зсувного схилу при негативних змінах гідрогеологічних умов.

При протіканні зсувного процесу в зоні поверхні ковзання відбувається руйнування структурних зв'язків в глинистих ґрунтах, що призводить до збільшення поверхневої енергії, до гідратації глинистих мінералів і збільшення вологості ґрунтів, тобто в зоні ковзання спостерігається ефект взаємного посилення процесів ослаблення порід.

Розрахунки показують, що в більшості випадків зменшення коефіцієнтів стійкості схилу обумовлено як загальним зменшенням міцнісних властивостей ґрунтів, так і формуванням локальних зон послаблення та їх поширенням в часі внаслідок негативних змін гідрогеологічних умов. Для об'єктивного обґрунтування і побудови розрахункових схем та підвищення достовірності розрахунків стійкості схилу необхідно враховувати просторову мінливість фізико-механічних властивостей ґрунтів і наявність локальних послаблених зон в межах основного деформованого горизонту.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Будівництво в сейсмічних районах України. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України [Текст]: ДБН В.1.1-12:2014. – Київ, 2014. – 110 с.
2. *Бурлуцкий С. Б.* Физико-геологические модели оползневых склонов по данным электро- и сейсмотомографии [Текст]: автореф. дис... канд. геол.-мин. наук: 25.00.10 / Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых" / Санкт-Петербургский государственный университет. – СПб, 2015. – 24 с.
3. *Глазунов В.В.* Оценка устойчивости оползневых склонов по трассе проектируемого газопровода "Южный поток" по данным томографических технологий инженерной геофизики [Текст] / В. В. Глазунов, С. Б. Бурлуцкий // Инженерные изыскания. – 2014. – № 3. – С. 28–34.
4. *Зелинский И. П.* Физико-механические свойства мезотических глин как грунтов основного деформируемого горизонта оползней Одесского побережья [Текст] / И. П. Зелинский, Л. Н. Шатохина // Инженерная геология. – 1990. – №3. – С. 45–48.
5. *Иванов И. П.* Инженерная геодинамика [Текст] / И. П. Иванов, Ю. Б. Тржцинский. – СПб: Наука, 2000. – 416 с.
6. Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення [Текст]: ДБН В. 1.1-46:2017. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. – 43 с.
7. Інформаційний звіт "Про поширення і активізації екзогенних геологічних процесів на території Одеської, Миколаївської та Херсонської областей (за 2015 рік)". ПРИЧОРНОМОР ДРГП [Текст]. – Одеса, 2016. – 112 с.
8. Інформаційний звіт "Про поширення і активізації екзогенних геологічних процесів на території Одеської, Миколаївської та Херсонської областей (за 2016 рік)". ПРИЧОРНОМОР ДРГП [Текст]. – Одеса, 2017. – 110 с.
9. *Кашина Л. И.* Инженерно-геологические изыскания для оздоровительного комплекса, расположенного на б/о "Авиаремонтник". Овидиопольский р-н, Специализированное горно-строительное предприятие "Одесгорстрой" [Текст] / Л. И. Кашина. – Одесса, 2012. – 85 с.
10. *Козлова Т. В.* Инженерно-геодинамические условия оползневого склона территории Приморского бульвара в Одессе [Текст] / Т. В. Козлова, Е. А. Черкез, В. И. Шмуратко // Вісник ОНУ імені І. І. Мечникова. Географ. і геол. науки. – 2013. – Том 18. – Вип. 1 (17). – С. 58–70.
11. *Мелконян Д. В.* Прогноз устойчивости оползневого склона в районе с. Лески (Одесская область) [Текст] / Д. В. Мелконян, О. В. Рудой // Вісник ОНУ імені І. І. Мечникова. Географ. і геол. науки. – 2013. – Том 18. – Вип. 1 (17). – С. 181–187.
12. *Мокрицкая Т. П.* К вопросу об условиях, факторах и критериях геодинамического риска в границах урбанизированных территорий [Текст] / Т. П. Мокрицкая // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Геологія. Географія. Екологія. – 2017. – Вип. 47. – С. 38–41.
13. Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів [Текст]: ДСТУ-Н Б В.1.1-37:2016. – Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2017. – 89 с.
14. Оползни северо-западного побережья Черного моря, их изучение и прогноз [Текст] / И. П. Зелинский, Б. А. Корженевский, Е. А. Черкез; [и др]; отв. ред.: И. П. Зелинский. – Киев: Наукова думка, 1993. – 227 с.
15. *Симонян В. В.* Изучение оползневых процессов геодезическими методами [Текст] / В. В. Симонян. – Москва: МГСУ, 2015. – 176 с.
16. Справочник по механике и динамике грунтов [Текст] / В.Б. Швец, Л.К. Гинзбург и др. – Київ: Будівельник, 1987. – 232 с.
17. *Чан Ю. Б.* Влияние температуры и влажности на прочностные характеристики глинистых грунтов при статических и вибрационных нагрузках [Текст] / Ю. Б. Чан, О. А. Вовк, Р. А. Самедов // Прикладна гідромеханіка. – 2003. – Т. 5 (77). – № 2. – С. 57–72.
18. *Черкез Е. А.* Закономерности формирования и развития оползневых процессов на террито-

- рии Северного Причерноморья [Текст] / Е. А. Черкез, С. Н. Шаталин // Инженерная геодинамика Украины и Молдовы (оползневые геосистемы): в двух томах / Под ред.: Г. И. Рудько, В. А. Осюк. – Киев-Черновцы: Букрек, 2012. – Т.2. – С. 232–340.
19. Черкез Е. А. Инженерная геодинамика оползневых склонов Одесского побережья после осуществления противооползневых мероприятий [Текст] / Е. А. Черкез, Т. В. Козлова, В. И. Шмуратко // Вісник ОНУ імені І. І. Мечникова. Географ. і геол. науки. – 2013. – Том 18. – Вип. 1 (17). – С. 15–25.
20. Шахуняц Г. М. Расчет устойчивости склонов и откосов против скольжения пород [Текст] / Г. М. Шахуняц // Материалы совещания по вопросам изучения оползней и мер борьбы с ними. – Киев: Изд-во Киевского ун-та, 1964. – С. 218–226.

## REFERENCES

1. Budivnytstvo v seysmichnykh rayonakh Ukrayiny (2014), Ministerstvo rehional'noho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrayiny / DBN V.1.1-12:2014, Kyiv, 2014, 110 p.
2. Burlutskiy, S. B. (2015), *Fiziko-geologicheskiye modeli opolznevykh sklonov po dannym elektro- i seysmotomografii* [Physical and geological models of landslide slopes according to electrical and seismic tomography], *Extended abstract of candidate's thesis*, Saint-Petersburg: Saint Petersburg State University, 24 p.
3. Glazunov, V. V., Burlutskiy, S. B. (2014), Otsenka ustoychivosti opolznevykh sklonov po trasse proyektiruyemogo gazoprovoda "Yuzhnyy potok" po dannym tomograficheskikh tekhnologiy inzhenernoy geofiziki [Assessment of landslide slope stability along the track of the projected "South stream" pipeline using data of tomographic technologies of engineering geophysics], *Engineering survey*, vol. 3, pp. 28–34.
4. Zelinsky I. P., Shatokhina L. N. (1990), Fiziko-mekhanicheskiye svoystva meoticheskikh glin kak gruntov osnovnogo deformiruyemogo gorizonta opolzney Odesskogo poberezh'ya [Physical and mechanical properties of meotic clays as soils of the main deformable horizon of landslides of the Odessa coast], *Engineering geology*, No 3, pp. 45–48.
5. Ivanov, I. P. (2000), *Inzhenernaya Geodinamika* [Engineering Geodynamics], Saint-Petersburg: Nauka, 416 p.
6. Inzhenernyy zakhyst terytoriy, budivel' i sporud vid zsuvis ta obvaliv. Osnovni polozhennya: DBN V. 1.1-46:2017. – Kyiv: Ministerstvo rehional'noho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunal'noho hospodarstva Ukrayiny, 2017, 43 p.
7. Informatsiyyny zvit "Pro poshyrennya i aktyvizatsiyi ekzohennykh heolohichnykh protsesiv na terytoriyi Odeskoyi, Mykolayivskoyi ta Khersonskoyi oblastey (za 2015 rik)". PRYCHORNOMOR DRHP, Odesa, 2016, 112 p.
8. Informatsiyyny zvit "Pro poshyrennya i aktyvizatsiyi ekzohennykh heolohichnykh protsesiv na terytoriyi Odeskoyi, Mykolayivskoyi ta Khersonskoyi oblastey (za 2016 rik)". PRYCHORNOMOR DRHP, Odesa, 2017, 110 p.
9. Kashina, L. I. (2012), Inzhenerno-geologicheskiye izyskaniya dlya ozdorovitel'nogo kompleksa, raspolozhennogo na baze otdykha "Aviaremontnik", Ovidiopol'skiy rayon, [Engineering and geological surveys for the recreational complex, located on the recreation center "Aviaremontnik", Ovidiopol'skiy district], Specialized mining and construction company "Odessgorstroy", Odessa, 85 p.
10. Kozlova, T. V., Cherkez, E. A., Shmouratko, V. I. (2013), Inzhenerno-geodinamicheskie usloviya opolzneвого sklona territorii Primorskogo bulvara v Odesse [Engineering-geodynamic conditions of the landslide slope of the Primorsky boulevard territory in Odessa], *Odessa National University Herald. Series: Geography & geology*, vol. 18, Issue. 1, pp. 58–70.
11. Melkonyan, D. V., Rudoy, O. V. (2013), Prognoz ustoychivosti opolzneвого sklona v rayone s. Leski (Odesskaya oblast) [Stability forecast of landslide – a case study in lesky village (Odessa

- region)], *Odessa National University Herald, Geography & Geology*, vol. 18, Issue 1, pp. 181–187.
12. Mokritskaya, T. P. (2017), K voprosu ob uslovyakh, faktorakh y kryteryakh heodynamicheskogo ryska v hranitysakh urbanyzyrovannykh terrytoryy [To the question of conditions, factors and criteria of geodynamic risk in the boundaries of urban areas], *Karazin Kharkiv National University Bulletin. Geology, Geography, Ecology Series*, vol. 47, pp. 38–41.
  13. Nastanova shchodo inzhenernoho zakhystu terytoriy, budivel' i sporud vid zsuiv ta obvaliv: DSTU-N B V.1.1–37:2016, Kyiv: DP «UkrNDNTS», 2017, 89 p.
  14. Zelinskiy, I. P., Korzenevskiy, B. A., Cherkez, E. A., Shatohina, L. N., Ibragimzade, D. D., Socalo, N.S. (1993), Opolzni severo-zapadnogo poberezhya Chernogo morya: ikh izuchenie i prognoz [Landslides of north-western coast of the Black sea, their study and Prognosis], Kiev: Naukova dumka, 228 p.
  15. Simonyan, V. V. (2015), *Izucheniyе opolznevykh protsessov geodezicheskimi metodami [Study of landslide processes by geodetic methods]*, Moscow: MSUCE, 176 p.
  16. Spravochnik po mekhanike i dinamike gruntov / V.B. Shvets, L.K. Ginzburg i dr. – Kiiv: Budivel'nik, 1987, 232 p.
  17. Chan, Yu. B., Vovk, O. A., Samedov, R. A. (2003), Vliyaniye temperatury i vlazhnosti na prochnostnyye kharakteristiki glinistykh gruntov pri staticheskikh i vibratsionnykh nagruzkakh [The effect of temperature and moisture on the strength characteristics of clay soils under static and vibration loads], *Applied Hydromechanics*, vol. 5 (77), No 2, pp. 57–72.
  18. Cherkez, E. A., Shatalin, S. N. (2012), Zakonomernosti formirovaniya i razvitiya opolznevykh protsessov na territorii Severnogo Prichernomor'ya [Laws of formation and development of landslides processes on the territory of the Northern Black Sea]. *Engineering geodynamics of Ukraine and Moldova (landslides geosystems)*, vol 2, Kiev–Chernivtsi: Bukrek, pp. 232–340.
  19. Cherkez, E. A., Kozlova, T. V., Shmouratko, V. I. (2013), Inzhenernaya geodinamika opolznevykh sklonov Odesskogo poberezhya posle osushchestvleniya protivopolznevykh meropriyatiy [Engineering geodynamics of landslides of the Odessa sea coast after anti-landslide measures], *Odessa National University Herald, Geography & Geology*, vol. 18, Issue 1, pp. 15–25.
  20. Shakhunyants, G. M. (1964), Raschet ustoychivosti sklonov i otkosov protiv skolzheniya porod, [Slope and scarps stability calculation against sliding rocks], *Proceedings of the meeting on the study of landslides and control measures*. Kiev: Kiev University Press, pp. 218–226.

Надійшла 16.10.2019

**Е. А. Черкез**, доктор геол.-мин. наук, профессор

**Д. В. Мелконян**, канд. физ.-мат. наук, доцент

**В. И. Скальский**, аспирант

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,

кафедра инженерной геологии и гидрогеологии,

ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

eacherkez@gmail.com, dmelkon@gmail.com, 42sraf@gmail.com

## **ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СВОЙСТВ ГРУНТОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ СКЛОНА**

### **Резюме**

Проведен анализ результатов лабораторных и полевых исследований грунтов оползневого склона на побережье Черного моря. Изучена пространственная

изменчивость физико-механических свойств глинистых грунтов оползневого склона. Выявлена связь между физическими и прочностными характеристиками глинистых грунтов. Установлено, что показатели прочностных свойств глинистых грунтов значительно зависят от степени их разрушенности и влажности. Оценено влияние изменчивости свойств грунтов на устойчивость склона с учетом действия фильтрационных и сейсмических сил. Расчеты показывают, что в большинстве случаев уменьшения коэффициентов устойчивости склона обусловлено уменьшением прочностных свойств грунтов в результате негативных изменений гидрогеологических условий.

**Ключевые слова:** физико-механические свойства грунтов, оползневой склон, устойчивость склона, фильтрационные и сейсмические силы.

**E. A. Cherkez**

**D. V. Melkonyan**

**V. I. Skalskyi**

Odessa I. I. Mechnikov National University,

Department of Engineering Geology and Hydrogeology,

Dvoryanskaya St., 2, Odessa, 65082, Ukraine

eacherkez@gmail.com, dmelkon@gmail.com, 42sraf@gmail.com

## **EFFECT OF SPATIAL VARIABILITY OF SOIL PROPERTIES ON SLOPE STABILITY**

### **Abstract**

**Problem Statement and Purpose.** On the slope surface numerous deformations are currently observed. These are contraction cracks, cracks with a lowered shoulder, houses movement, landslide stall walls, etc. There is also a retreat of lip of the coastal ledge and of the edge, debris and landslides in the nearlip part of the plateau. In this regard, the study of spatial variability of soil properties and slope stability assessment is an important task.

The purpose of the paper is to study the clay soil physical and mechanical properties spatial variability patterns of the slope in Ovidiopolsky district of Odessa region and its impact on the slope stability taking into account the seismic and hydrodynamic forces.

**Data & Methods.** Landslides monitoring on the key area has been carried out by engineering geological survey SMC LLC "Odesgorstroy", using the results of field (geodetic survey) and laboratory studies. The shear strength parameters were determined by direct shear test for natural and water-saturated soils. The data was processed analytically and graphically using statistical characteristics. The slope stability assessment was performed using "blocks method" (G. M. Shakhunyants method).

**Results.** It is revealed that the areas where slope soils have high moisture content are weakened areas. Clay soil strength characteristics depend on the degree of their destruction and saturation. The values of these characteristics significantly decreased



with the increase in moisture. This leads to the appearance of weakened areas in the landslide massif. When landslide occur, the structural bonds in clay soils are destroyed in the slip surface area, which leads to an increase in surface energy, to the hydration of clay minerals and an increase in soil moisture. That is, a synergistic effect is observed in the slip area, which is reflected in the mutual reinforcement of soil weakening processes.

The calculation shows that in most cases the decrease of the slope stability coefficients is due to a decrease in the strength properties related to negative changes in hydrogeological conditions.

**Keywords:** physical and mechanical properties of soils, landslide slope, slope stability, filtration and seismic forces.

## ЗАГАЛЬНА ТА МОРСЬКА ГЕОЛОГІЯ

УДК 551.461.2:551.79(562.5+563.12)

DOI: 10.18524/2303-9914.2019.2(35).183737

**Т. О. Кондарюк**, спеціаліст палеонтологічного музею  
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
ул. Дворянска, 2, Одеса, 65082, Україна  
tanya\_kondaruk@ukr.net

### ТРАНСФОРМАЦІЯ НОВОЗВКІНСЬКОГО ОЗЕРА В ЧЕРНОЕ МОРЕ НА ГРАНИЦЕ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНА И ГОЛОЦЕНА ПО ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Рассматриваются вопросы трансформации новозвкинського озера в Черное море на границе неоплейстоцена и голоцена по палеонтологическим (фораминиферы, остракоды, моллюски) данным с учетом информации по непыльцевым палиноморфам и радиоуглеродным датировкам. Установлено, что граница между верхним неоплейстоценом и голоценом лежит в интервале 9–10 тыс. лет назад. Эта граница характеризуется плавным изменением уровня бассейна. Никаких признаков катастрофического затопления Черного моря в раннем голоцене не обнаружено. Показано, что поздненовозвкинское озеро было солонатоводным в конце неоплейстоцена. В начале голоцена за счет притока средиземноморских вод оно было трансформировано в полуморской (т.е. менее соленый), а по мере развития трансгрессии – в морской бассейн. Соленость Черного моря с начала голоцена повышалась, постепенно достигая современных значений.

**Ключевые слова:** Черное море, палеогеография, граница, голоцен, фораминиферы, остракоды, моллюски, НПП, C<sup>14</sup>.

#### ВВЕДЕНИЕ

Трансформация новозвкинського озера в Черное море на границе неоплейстоцена и голоцена представляет значительный интерес для четвертичной геологии. Спорными остаются вопросы возраста границы, характера трансформации и изменения солености.

Возраст перехода новозвкинського озера в морской бассейн варьирует в довольно широких пределах: 7,2 тыс. лет назад [20], 7,8 тыс. лет назад [14], 8,4 тыс. лет назад [15, 21], 8,9 тыс. лет назад и 9,5 тыс. лет назад [5, 8, 26, 27], ~ 10 тыс. лет назад [1, 3], и 10,5 тыс. лет назад [7].

Характер перехода новозвкинського озера в морской бассейн варьирует от постепенного [10, 11], но с осцилляциями [5, 12, 13, 26, 27], до быстрого [24] и катастрофического [20, 21, 22].

По разным оценкам новоэвксинское озеро было пресноводным [20, 21, 22], слабо солоноватоводным [24], и более солёным со значениями солёность от 7 до 12 PSU [16, 26, 27].

Основная цель работы – реконструкция возраста, характера трансформации и изменения солёности Черноморского бассейна на границе позднего неоплейстоцена и голоцена по данным высокоразрешающего палеонтологического (фораминиферы, остракоды, моллюски) анализа донных отложений с привлечением данных по непыльцевым палиноморфам и радиоуглеродным датировкам.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Район исследований расположен на северо-западном (украинском) и западном (болгарском) шельфе Черного моря (рис. 1).

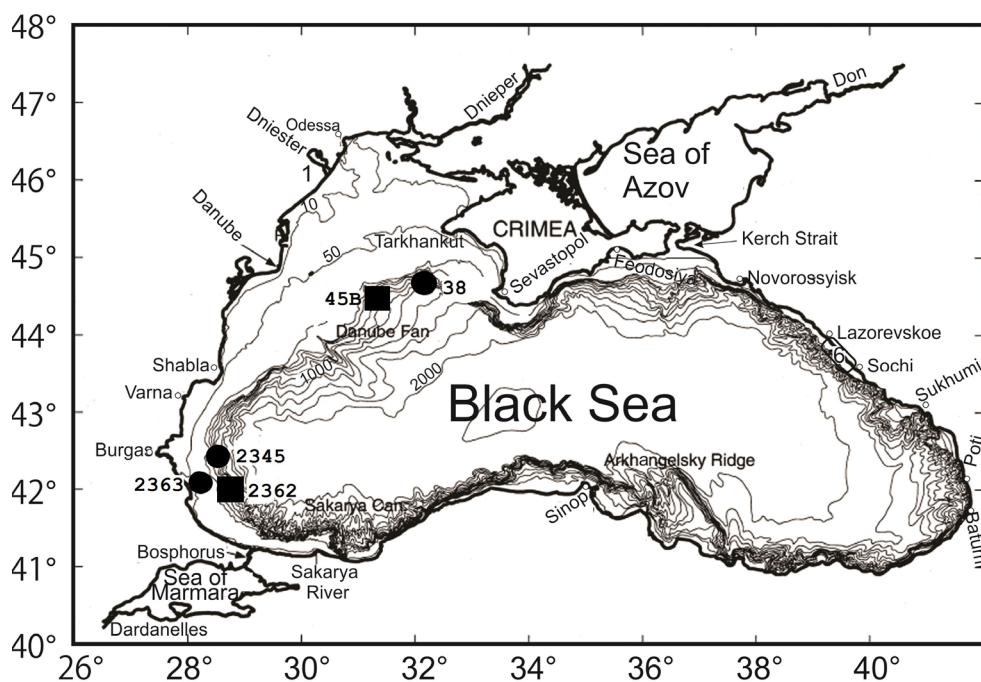


Рис. 1. Карта Черного моря с расположением скважин, описываемых в работе (круги), и приведенные для сравнения из работ Yanko-Hombach et al. [26, 27] (квадраты)

Северо-западный шельф располагается в пределах древней Восточно-Европейской и эпигерцинской Скифской платформ, имеет пологий уклон дна ( $0,001-0,002^\circ$ ) и простирается от украинской части дельты Дуная на западе, мыса Тарханкут (Крым) на востоке и изобаты 400 м на юге. Это самый широкий (125–240 км) шельф в бассейне, который составляет 94% от общей геоморфологической провинции шельфа или около 30% от общей площади Черного моря. Рельеф дна гладкий из-за сброса и распределения наносов, привносимых

Дунаем, Днепром, Днестром и Южным Бугом, которые сбрасывают вместе 56,8 млн. тонн твердых осадков в год [18]. В целом это стабильная в тектоническом смысле область бассейна [9], на которой колебания уровня моря, связанные с климатическими изменениями, четко прослеживаются [26, 27].

Западный шельф в тектоническом отношении не является столь однородным, как северо-западный. На севере примерно в широтах Варны находится Мезинская платформа, которая на юге сменяется альпийскими складчатыми сооружениями. Ширина шельфа к югу от мыса Калиакра варьируется от 40 до 80 км. Средний уклон нижней поверхности не превышает 5'. Край шельфа расположен на глубине 100–200 м. В сторону моря его заменяет довольно узкий, крутой и сильно расчлененный континентальный склон. К югу от мыса Калиакра широкая центральная часть дна выровнена аккумуляционными процессами. Характерной особенностью рельефа внешнего шельфа является наличие ряда реликтовых подводных хребтов, простирающихся вдоль изобат около 90 м, возвышающихся над дном до высоты 10 м. Со стороны берега эти гряды отделены впадиной около 5 м. Четвертичные отложения сформированы, в основном, наносами, поступающими из реки Дунай, а также семи болгарских рек, крупнейшими из которых являются Камчия и Провидийска, вместе сбрасывающие 0,5 млн. тонн осадков в год [18, 19].

Для сравнения использованы результаты исследования микрофауны, представленные другими исследователями [26, 27].

Материалом для микропалеонтологического анализа послужили колонки скважин, отобранные гравитационной трубкой на внешней части украинского (Скв. 38) и болгарского (№2345, №2363) шельфа Черного моря. Скважины были отобраны с борта украинского НИС «Владимир Паршин» и болгарского НИС «Академик Л. Орбели» в 2008 и 1976 гг, соответственно. Все скважины расположены за пределами изобаты 100 м, т.е. на наружном шельфе; длина колонок варьирует от 0,75 м до 5 м (Таблица 1).

Таблица 1

**Координаты и глубина отбора скважин, описываемых или цитированных в работе**

Скв.	Широта N	Долгота E	Глубина моря, м	Длина колонки, м
38	44° 66'	31° 17'	192	1,1
45B	44° 40' 16"	31° 17' 30"	107	0,75
2345	42° 24' 2"	28° 19' 0"	122	4,4
2362	42° 11' 7"	28° 26' 5"	102	5,0
2363	42° 05' 4"	28° 03' 8"	122	2,0

Микрофауна исследована по методике В. В. Янко [5, 6]. Раковины отобраны под бинокулярным микроскопом вручную. Подъем тяжелыми жидкостями

не использовался. По своим экологическим характеристикам фораминиферы и остракоды подразделяются по: солености олигогалинные (1–5 PSU), стриктоэвригалинные (11–26 PSU), полигалинные (18–26 PSU), голэвригалинные (1–26 PSU); глубине: мелководные (0–30 м), относительно глубоководные (31–70 м) и глубоководные (71–220 м) виды [5, 6, 26, 27].

Абсолютные датировки: в Скв. 38 выполнены AMS методом по раковинам каспийского вида *Dreissena rostriformis*; в Скв. 2345 – конвенционным ( $\beta$ -counting) вариантом радиоуглеродного метода по раковинам *Mytilus* и *Dreissena*, счет велся по  $C^{14}$ , извлеченному из карбонатов [2].

Доминантные виды фораминифер в новоэвксинских и голоценовых отложениях показаны на рис. 2.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Северо-западный шельф.** Отложения, вскрытые в скв. № 38, представлены 2-мя слоями. Анализ микрофауны и непыльцевых палиноморф (НПП) проведен в 31 образце.

Слой 1 (0–0,53 м) – представлен илом светло-серым. В его подошве (55–53 см) фораминиферы отсутствуют. Зато присутствуют единичные раковины моллюска *Modiolus phaseolinus*. Вверх по колонке количество раковин *M. phaseolinus*, а также видов фораминифер увеличивается до пяти преимущественно глубоководных (71–220 м) видов средиземноморского происхождения. Это стриктоэвригалинные *Ammonia ammoniformis* (доминирует) и полигалинные *Ammonia compacta*, *Lagena vulgaris*, *Fissurina lucida*, *Parafissurina dzemetinica*, обитающие на наружном шельфе Черного моря (рис. 2).

Остракоды представлены тремя морскими видами *Hiltermannicythere rubra*, *Loxosconcha granulata*, *Leptocythere striatocostata*. Непыльцевые палиноморфы (НПП) представлены *Lingulodinium machaerophorum*, и органическими матрицами фораминифер *A. compacta*. В совокупности, перечисленные остатки организмов однозначно указывают на соленость бассейна порядка 18 PSU и безусловную связь со Средиземным морем [17, 26, 27].

В Скв. 45В, описанной и изображенной в работе Yanko-Hombach et al. [27], выделяется три слоя. Слой 1 (0–0,17 м) представлен илом серым с раковинами моллюска *M. phaseolinus*. Фораминиферы (*A. compacta*, *F. lucida*) и остракоды (*Hiltermannicythere rubra*, *Xestoleberis cornelii*) представлены полигалинными формами.

Слой 2 (0,2–0,32 м) представлен илом темнозеленым с раковинами *M. galloprovincialis*. Фораминифер нет. Комплекс остракод включает олигогалинный вид *Loxosconcha lepida* и полигалинный вид *H. rubra*. Радиоуглеродный возраст подошвы слоя в интервал 0.31 м, выполненный по одной створке *Mytilus* 6530±45 BP (OZL583) [15].

Слой 1 и 2 формировались в условиях связи со Средиземным морем, вначале ограниченной (Слой 2), а затем подобной современной (Слой 1).

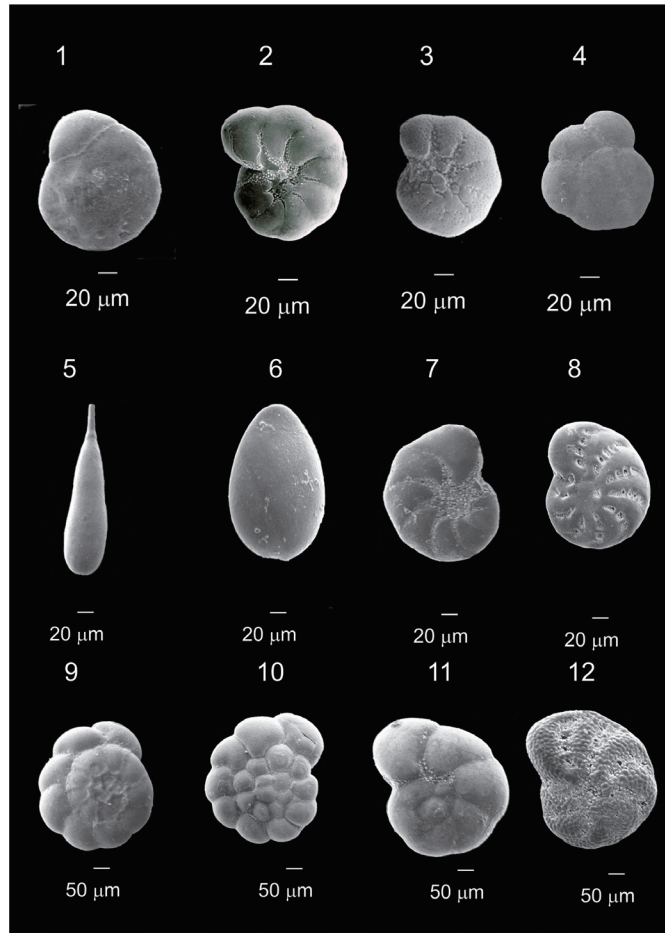


Рис. 2. Руководящие виды фораминифер в новоэвксинских (1 *Ammonia tepida*, 2 *Haynessina anglica*, 3 *Porosonion martkobi tschaudicus*) и голоценовых (4 *Ammonia caspica*, 5 *Lagena vulgaris*, 6 *Parafissurina lateralis*, 7 *Nonion matagordanus*, 8 *Canalifera parkerae*, 9 *Ammonia compacta*, 10 *Ammonia ammoniformis*, 11 *Aubignyna perlucida*, 12 *Elphidium ponticum*) отложениях

Слой 3 (0,4–0,45 м) представлен илом светлосерым вплоть до белого с перетертым детритом раковин моллюсков предположительно *D. polymorpha*. Фораминифер нет. Среди остракод доминирует олигогалинный вид *L. lepida*. Радиоуглеродный возраст подошвы слоя в интервал 0,44 м, выполненный по одной створке *D. rostiformis*  $8820 \pm 70$  (OZL580) [27].

По мнению авторов Слой 1, 2, 3 соответствует морской, полу морской и солоновато водной (поздненовоэвксинской) стадиям, соответственно, развития черноморского бассейна.

**Западный шельф.** Колонки скв. 2345 и 2363 в литологическом плане более разнообразны и литологическая граница между слоями здесь выражена более

четко чем в Скв. 38, однако закономерности распределения фораминифер по разрезу сходны с таковыми в Скв. 38.

Отложения, вскрытые в **Скв. 2345** представлены четырьмя слоями. Фораминиферный анализ выполнен в 18 образцах (рис. 3).

Слой 1 (0–0,9 м) представлен серым илом с раковинами *M. phaseolinus* в верхней (интервал 0,15–0,25 м) и *Mytilus galloprovincialis* в нижней части. Присутствует до 15 видов фораминифер. Доминируют в разных частях интервала 0–0,9 м: средиземноморские стриктогалинные и полигалинные *A. compacta*, *L. vulgaris*, *Parafissurina lateralis*, *Eggerelloides scaber*, *Nonion matagordanus*, *P. dzemetinica*, *Elphidium ponticum*, *Aubignyna perlucida*, *Criboelphidium roeanum* (рис. 3). Для интервала 0,15–0,25 м получена радиоуглеродная датировка 3780 утс ВР (СКВ. 2345).

Скв. 2345 (глубина моря 122 м)

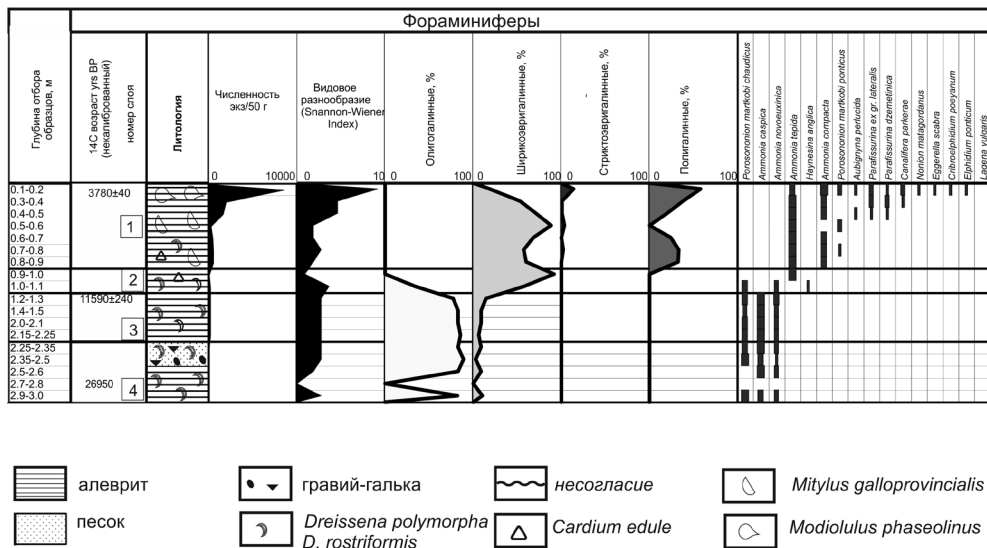


Рис. 3. Распределение фораминифер в скв. 2345

Слой 2 (0,9–1,1 м) представлен серым илом с раковинами *D. rostriformis* и редкими раковинами средиземноморского иммигранта. Здесь присутствуют три вида фораминифер *A. novoeuxinica*, *Porosonion martkobi tschaudicus*, и средиземноморский иммигрант *H. anglica*, указывая на связь черноморского бассейна со Средиземным морем. Постепенное увеличение количества видов, численности и видового разнообразия фораминифер наряду со сменой видового состава и численности моллюсков *C. edule* на *M. galloprovincialis* и далее *M. phaseolinus* от подошвы Слой 2 к кровле Слой 1 свидетельствует о постепенном повышении солености.

Слой 3 (1,2–2,25 м) представлен темносерам плотным илом с раковинами

*D. rostriformis*. Для интервала 1.1–1.25 м получена радиоуглеродная датировка  $11590 \pm 240$  BP (ИОАН-791).

Слой 4 представлен в верхней части (2,25–2,5 м) песком со щебнем, галькой и детритом раковин *Dreissena*; в нижней части (2,25–3,0 м) – это тёмно-серый плотный ил с раковинами *D. rostriformis*. Для интервала 2,75–2,8 м получена радиоуглеродная датировка 26950 yrs BP (ИОАН-162).

Слой 3 и 4 соответствует поздненовоэвксинскому и ранненовоэвксинскому этапу развития новоэвксинского озера, соответственно.

Отложения, вскрытые в Скв. 2363 представлены тремя слоями. Фораминиферовый анализ проведен в 17 образцах.

Слой 1 (0–0,3 м) представлен светло-серым илом с многочисленными раковинами *M. phaseolinus*. Количество видов фораминифер постепенно увеличивается от 2 в подошве слоя до 7–12 в его кровле. В разных частях слоя доминируют стриктоэвригалинные и полигалинные фораминиферы *A. compacta*, *L. vulgaris*, *P. lateralis*, *E. scabra*, *N. matagordanus*, *P. dzemetinica*, *Elphidium ponticum*, *A. perlucida*, *C. poeyanum* (рис. 2).

Слой 2 (0,3–0,4 м) представлен ракушечным детритом и содержит два широкоэвригалинных вида фораминифер *A. tepida* и *H. anglica*.

Слой 3 (0,4–2,0 м) представлен переслаиванием алевритового ила и алевритового известкового песка. Из фораминифер здесь обнаружены *A. tepida* и *P. martkobi tschaudicus*, указывая на новоэвксинский возраст слоя.

В Скв. 2362, описанной и изображенной в работе Yanko-Hombach et al. [26], выделяется 4 слоя, которые несогласно залегают друг на друге. Фораминиферовый анализ выполнен этим автором в 18 образцах.

Слой 1 (0–1,2 м) представлен илом светлосерым алевритовым с обилием раковин *M. phaseolinus* вверху, *M. galloprovincialis* в середине и *Cardium edule* внизу слоя. Комплекс фораминифер включает 16 стриктоэвригалинных и полигалинных видов средиземноморского генезиса. В верхней части слоя доминируют *A. compacta* и *P. lateralis*, в середине – *A. compacta* и *C. parkerae*, в нижней части – *A. tepida* и *E. ponticum*. Экстраполированный радиоуглеродный возраст подошвы слоя 10 300 BP.

Слой 2 (1,1–2,7 м) представлен илом темно-серым алевритовым с обилием раковин моллюсков *D. rostriformis distincta* и *D. polymorpha*. Фораминиферы представлены *A. caspica* и *P. martkobi tschaudicus*.

Слой 3 (2,7–4,0 м) представлен илом темно-серым алевритовым с обилием раковин моллюсков *D. rostriformis distincta* и *D. polymorpha*. Доминантным видом среди фораминифер является голэвригалинный каспийский вид *Ammonia caspica*. Радиоуглеродный возраст подошвы слоя (2,5–2,65 м) 20740 (ИОАН-155). Данный слой имеет ранненовоэвксинский возраст. Соленость бассейна не превышала 5–6 PSU.

Слой 4 (4,0–5,0 м) представлен илом темносерым алевритовым с обилием раковин моллюсков *D. polymorpha* и *Cardium edule*. Количество видов фораминифер



нифер увеличивается до 13 видов за счет появления средиземноморских иммигрантов, например стриктоэвригалинного *N. matagordanus*. Радиоуглеродный возраст подошвы слоя (4,75–5,0 м) 27 295 (ИОАН-155). Данный слой имеет тарханкутский возраст и был сформирован в условия ограниченной связи со Средиземным морем. Во всех вышеописанных скважинах отложения этого возраста не обнаружены, возможно, из-за их недостаточной мощности.

**Соленость новоэвксинского озера.** Фораминиферы не приспособлены к жизни в пресной среде. Как правило, граница между солоноватой и пресноводной средой обитания отмечается по их исчезновению, за исключением аллогромиид с органогенными стенками [23], которые в исследованном материале не обнаружены.

По этой причине наличие относительно разнообразных известковых фораминифер предполагает, что новоэвксинский бассейн не может быть пресноводным, а является солоновато водным. Палеонтологические и геохимические (соленость поровых вод) данные находятся в полном согласии с палеонтологическими данными [27].

Тем не менее, сторонники гипотезы о катастрофическом [20, 21, 22] или быстром [14, 24] затоплении Черного моря на границе новоевксина и голоцена настаивают на том, что новоэвксинское озеро было пресноводным за счет поступления в него огромного количества пресной воды от таяния ледяной шапки на протяжении Melt Water Pulse 1. Это предположение основано на убеждении, что *D. polymorpha* и *D. rostriformis* являются индикаторами пресной воды. Однако, в современном Каспийском море эти моллюски переносят соленость до 13 PSU, аналогично остракодам *Loxococoncha lepida* и фораминиферам *A. caspica*, обнаруженных совместно с дрейссенами в колонках донных отложений.

Таким образом, соленость новоэвксинского бассейна колебалась от 7–8 PSU в раннем до 12 PSU в позднем новоевксине. Повышение солености происходило за счет каспийской трансгрессии, которая имела место в районе 14 000 лет тому назад [26, 27].

**Трансформация солоновато водного новоэвксинского озера в Черное море.** Если бы не было притока из Средиземного моря до 7,2 ка ВР или 8,4 ка ВР [20, 21, 22] (в соответствии с первым и вторым сценариями катастрофического затопления Черного моря), никакие средиземноморские иммигранты не могли бы присутствовать в отложениях древнее, чем 8,4 ка ВР. Однако, как показывают наши и других авторов исследования [26, 27], средиземноморские иммигранты присутствуют в отложениях порядка 10 тыс. лет назад (например, скв. 2362). Если бы колонизация новоэвксинского озера средиземноморскими иммигрантами была бы катастрофически быстрой, наблюдалось бы резкое увеличение видов фораминифер, остракод и моллюсков. Однако их разнообразие и численность повышается постепенно, а не скачкообразно.

## ВЫВОДЫ

Особенности распределения фораминифер, остракод, моллюсков и НПП в изученных геологических разрезах, позволяет реконструировать соленость новоэвксинского озера и его трансформацию в Черное море на границе позднего неоплейстоцена и голоцена.

1. Граница между верхним неоплейстоценом и голоценом лежит в районе 9–10 тыс. лет назад. Эта граница носит постепенный характер трансформации бассейна от солоноватоводного новоэвксинского озера в полуморской, а затем морской водоем в ходе постепенной средиземноморской трансгрессии в голоцене.

2. Увеличение солености происходило постепенно на протяжении 3600 лет, при этом скорость проникновения морской воды составляла порядка 0,05–1,7 см а<sup>-1</sup> [27].

3. Голоценовая морская трансгрессия носила прогрессивный характер, усиливаясь по мере перехода от раннего до позднего голоцена.

4. Проведенное высокоразрешающее исследование скв. 38 содержит новые данные о последних страницах развития солоновато-водного новоэвксинского озера, которые отсутствуют большей частью в других колонках.

5. Изменения в комплексах фораминифер на границе плейстоцена и голоцена зависят от фации. Они более выражены в морских фациях, чем в мелководных, особенно в областях, подверженных влиянию палеорек.

6. Палинологические данные определяют холодный климат с высокой концентрацией пыльцы лесных деревьев, водных растений и трав в конце новоэвксинского времени.

**Благодарности.** Данная работа является вкладом в проекты UNESCO-IUGS-IGCP 521, 610, INQUA 0501, INQUA IFG 1709F SACCOM, а также гос. бюджетную тему №557, финансируемую МОН Украины.

Автор выражает благодарность научному руководителю профессору В. В. Янко за замечания при написании данной статьи, которые существенно улучшили ее содержание, а также за фактический материал по скважинам болгарского шельфа.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балабанов И. П. Новейшая история формирования инженерно-геологических условий и долгосрочный прогноз развития береговой зоны п-ова Пицунда [Текст] / И. П. Балабанов, Б. Д. Квирквелия, А. Б. Островский ; – Тбилиси : Мецниереба, 1981. – 202 с.
2. Геология и гидрология западной части Черного моря [Текст] / отв. ред. Я. Маливицкий ; София : Болгарская Академия Наук, 1979. – 294 с.
3. Иноземцев Ю. И. Геохронология и фациальные комплексы голоцена Черноморской области [Текст] / Ю. И. Иноземцев, Я. К. Луцив, Э. В. Собонович // Изучение геологической истории и процессов современного осадконакопления Черного и Балтийского морей. – К: Наук. Думка, 1984. – Ч 1. – С. 103–113.
4. Невеская Л. А. Позднечетвертичные двусторчатые моллюски Черного моря; их система-

- тика и экология [Текст] / Л. А. Невеская // Труды Палеонтологического института Академии наук СССР. – М. : Наука, 1965. – 398 с.
5. Янко В. В. Позднечетвертичные фораминиферы Черного моря [Текст] / В. В. Янко, Т. С. Троицкая. – М. : Наука, 1987. – 136 с.
  6. Янко В. В. Стратиграфия четвертичных отложений Кавказского шельфа и континентального склона Черного моря по микрофауне [Текст] / В. В. Янко, Л. В. Грамова // Советская геология. – 1990. – Т. 2. – С. 60–71.
  7. Aksu A. E. Last Glacial–Holocene paleoceanography of the Black Sea and Marmara Sea: stable isotopic, foraminiferal and coccolith evidence [Текст] / A. E. Aksu, R. N. Hiscott, M. A. Kaminski [та ін.] // Marine Geology. – 2002. – №190. – P. 119–149.
  8. Ankindinova, O. High-resolution Sr-isotopic evolution of Black Sea water during the Holocene: Implications for reconnection with the global ocean [Текст] / O. Ankindinova, R. N. Hiscott, A. E. Aksu, V. Grimes // Marine Geology. – 2019. – №407. – С. 213–228.
  9. Dolukhanov P. Dynamics of the coastal North Black Sea area in Late Pleistocene and Holocene and early human dispersal [Текст] / P. Dolukhanov, S. Kadurin, E. Larchenkov // Quaternary International. – 2009. – №197. – В. 1–2. – С. 27–34.
  10. Hiscott R. N. Deltas south of the Bosphorus Strait record persistent Black Sea outflow to the Marmara Sea since ~10 ka [Текст] / R. N. Hiscott, A. E. Aksu, D. Yaşar [та ін.] // Marine Geology. – 2002. – №190. – С. 95–118.
  11. Hiscott R. N. The Marmara Sea gateway since ~16 ky BP: Non-catastrophic causes of paleoceanographic events in the Black Sea at 8.4 and 7.15 ky BP [Текст] / R. N. Hiscott, The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement. – Dordrecht: Springer, 2007. – P. 89–117.
  12. Kondariuk T. On the question of the Pleistocene-Holocene boundary on the northwestern shelf of the Black Sea based on micropaleontological data [Текст] / T. Kondariuk, I. Mudryk // Proceedings of UNESCO – IUGS – IGCP 610 and INQUA IFG POCAS Joint Plenary Conference and Field Trip, October 14–21, 2018, Antalya, Turkey. – Istanbul : Doküman Evi, Avcilar, 2018. – P. 88–93.
  13. Kondariuk T. Paleoenvironmental reconstructions at the Pleistocene-Holocene boundary in the Black Sea based upon on benthic foraminifera [Текст] / T. Kondariuk // Proceedings of UNESCO – IUGS – IGCP 610 and INQUA IFG POCAS Joint Plenary Conference and Field Trip, October 1–9, 2017, Palermo, Italy. – Palermo : University of Palermo, 2017. – P. 98–102.
  14. Lericolais G. Waterlevel fluctuations in the Black Sea since the Last Glacial Maximum [Текст] / G. Lericolais, I. Popescu, F. Guichard [та ін.] // The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement. – Dordrecht: Springer, 2007. – P. 437–452.
  15. Major C. Constraints on Black Sea outflow to the Sea of Marmara during the last glacial-interglacial transition [Текст] / C. Major, W. B. F. Ryan, G. Lericolais [та ін.] // Marine Geology. – 2002. – №90. – С. 19–34.
  16. Mudie P.J. Atlas of modern dinoflagellate cyst distributions in the Black Sea Corridor: from Aegean to Aral Seas, including Marmara, Black, Azov and Caspian Sea [Текст] / P.J. Mudie, F. Marret, K.N. Mertens [та ін.] // Marine Micropaleontology. – 2017. – № 134. – С. 1–152.
  17. Mudryk I. Palynology and paleoecological interpretation of Core 38, Palaeo-Dneister valley, Northwestern Black Sea: initial results of pollen, dinocyst and NPP studies [Текст] / I. Mudryk, P. J. Mudie // Abstract Book PAGES-OSM 2017, Zaragoza, Spain, 9–13 May, 2017, From the Mediterranean to the Caspian: palaeoclimate variability, environmental responses and human adaptive strategies, Session 4: ID: 01513, 04.
  18. Panin N. Danube river sediment input and its interaction with the northwestern Black Sea Results of EROS–2000 and EROS-21 projects. [Текст] / N. Panin, D. Jipa // Geo-Eco-Marina. – 1998. – No 3. – P. 23–35.
  19. Panin N. Danube River sediment input and its interaction with the north-western Black Sea [Текст] / N. Panin, D. Jipa // Estuarine, Coastal and Shelf Science. – 2002. – №54. – P. 551–562.

20. Ryan W. B. F. An abrupt drowning of the Black Sea shelf [Текст] / W.B.F. Ryan, W.C. Pitman, C.O. Major [та ін.] // *Marine Geology*. – 1997. – №138ю –В. 1–2. – С. 119–126.
21. Ryan W. B. F. Catastrophic flooding of the Black Sea [Текст] / W. B. F. Ryan, C. O. Major, G. Lericolais [та ін.] // *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. – 2003. – № 31. – С. 525– 554.
22. Ryan W. B. F. Status of the Black Sea flood hypothesis [Текст] / W. B. F. Ryan // *The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement*. – Dordrecht: Springer, 2007. – P. 63–88.
23. Sen Gupta B. K. Foraminifera in marginal marine environments [Текст] / под ред. В. К. Sen Gupta // *Modern Foraminifera*. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999. – P. 141–160.
24. Yanchilina A. G. Compilation of geophysical, geochronological, and geochemical evidence indicates a rapid Mediterranean-derived submergence of the Black Sea's shelf and subsequent substantial salinification in the early Holocene [Текст] / A. G. Yanchilina, W. B.F Ryan, J. F. McManus [та ін.] // *Marine Geology*. – 2017. – №383. – С. 14–34.
25. Yanko-Hombach V. Benthic foraminifera indicate environmental stress from river discharge to marine ecosystems: example from the Black sea [Текст] / V. Yanko-Hombach, T. Kondariuk, I. Motnenko // *Journal of Foraminiferal Research*. – 2017. – №47. – С. 70–92.
26. Yanko-Hombach V. Controversy over Noah's Flood in the Black Sea: geological and foraminiferal evidence from the shelf [Текст] / V. Yanko-Hombach // *The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement*. – Dordrecht: Springer, 2007. – С. 149– 203.
27. Yanko-Hombach V. Holocene marine transgression in the Black Sea: New evidence from the northwestern Black Sea shelf [Текст] / V. Yanko-Hombach, P. J. Mudie, S. Kadurin [та ін.] // *Quaternary International*. – 2014. – №345. – С. 100–118.

## REFERENCES

1. Balabanov, I. P., Kvirkveliya, B. D., Ostrovskiy, A. B. (1981), *Noveyshaya istoriya formirovaniya inzhenerno-geologicheskikh usloviy i dolgosrochnyy prognoz razvitiya beregovoy zony poluosrova Pitsunda* [Recent history of the development of engineering-geological conditions and long-time forecast for the coastal zone of the Pitsunda Peninsula], Tbilisi: Metsniereba, 202 p.
2. Malovitskiy, Ya., ed. (1979), *Geologiya i gidrologiya zapadnoy chasti Chernogo morya*, [Geology and hydrology of the western part of Black Sea], Sofia: BAS, 294 p.
3. Inozemtsev, Yu. I., Lutsiv, Ya. K., Sobotovich, E.V. (1984), “Geokhronologiya i fatszial’nye komplekxy golotsena Chernomorskoy oblasti” [“Geochronology and facies complexes of the Holocene of the Black Sea region”] *Izuchenie geologicheskoy istorii i protsessov sovremennogo osadkonnokopleniya Chernogo i Baltiyskogo morey* [Studying the geological history and processes of modern sedimentation of the Black and Baltic Seas], Kiev: Naukova Dumka, pp. 103–113.
4. Neveeskaya, L. A. (1965), *Pozdnechetvertichnye dvustvorchatye mollyuski Chernogo Morya, ikh sistematika i ekologiya* [Late Quaternary bivalve molluscs of the Black Sea, their systematics and ecology], Trudy Paleontologicheskogo Instituta Akademii Nauk SSSR, Moscow: Nauka, vol. 105, 398 p.
5. Yanko, V. V., Troitskaya, T. S. (1987), *Pozdnechetvertichnye foraminifery Chernogo morya* [Late Quaternary Foraminifera of the Black Sea], Moscow: Nauka, 136 p.
6. Yanko, V. V., Gramova, L. V. (1990), Stratigrafiya chetvertichnykh otlozheniy Kavkazskogo shelfa i kontinentalnogo sklona Chernogo morya po mikrofaune [Stratigraphy of the Quaternary sediments of the Caucasian shelf and continental slope of the Black Sea on microfauna], *Soviet Geology*, vol. 2, pp. 60–78.
7. Aksu, A. E., Hiscott, R.N., Kaminski, M. A. (2002), Last Glacial–Holocene paleoceanography of the Black Sea and Marmara Sea: stable isotopic, foraminiferal and coccolith evidence, *Marine Geology*, No. 190, pp. 119–149.
8. Ankindinova, O., Hiscott, R. N., Aksu, A. E., Grimes, V. (2019), High-resolution Sr-isotopic evolution of Black Sea water during the Holocene: Implications for reconnection with the global

- ocean, *Marine Geology*, No 407, pp. 213–228.
9. Dolukhanov, P., Kadurin, S., Larchenkov, E. (2009), Dynamics of the coastal North Black Sea area in Late Pleistocene and Holocene and early human dispersal, *Quaternary International*, vol. 197, No. 1–2, pp. 27–34.
  10. Hiscott, R. N., Aksu, A. E., Yaşar, D., Kaminski, M. A., Mudie, P. J., Kostylev, V. E., MacDonald, J.C., İşler, F. I., Lord, A. R. (2002), Deltas south of the Bosphorus Strait record persistent Black Sea outflow to the Marmara Sea since ~10 ka, *Marine Geology*, No. 190, pp. 95–118.
  11. Hiscott, R. N., Aksu, A. E., Mudie, P. J., Kaminski, M. A., Abrajano, T., Yaşar, D. (2007), “The Marmara Sea gateway since ~16 ky BP: Non-catastrophic causes of paleoceanographic events in the Black Sea at 8.4 and 7.15 ky BP”, V. Yanko-Hombach, A. S. Gilbert, N. Panin, P. M. Dolukhanov, eds., *The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement*, Dordrecht: Springer, pp. 89–117.
  12. Kondariuk, T., Mudryk, I. (2018), On the question of the Pleistocene-Holocene boundary on the northwestern shelf of the Black Sea based on micropaleontological data, *Proceedings of UNESCO - IUGS – IGCP 610 and INQUA IFG POCAS Joint Plenary Conference and Field Trip*, October 14-21, 2018, Antalya, Turkey, pp. 88–93.
  13. Kondariuk, T. (2017), Paleoenvironmental reconstructions at the Pleistocene-Holocene boundary in the Black Sea based upon on benthic foraminifera, *Proceedings of UNESCO - IUGS – IGCP 610 and INQUA IFG POCAS Joint Plenary Conference and Field Trip*, October 1-9, 2017, Palermo, Italy. – Palermo : University of Palermo, pp. 98–102.
  14. Lericolais, G., Popescu, I., Guichard, F., Popescu, S.-M., Manolakakis, L. (2007), “Waterlevel fluctuations in the Black Sea since the Last Glacial Maximum”, V. Yanko-Hombach, A. S. Gilbert, N. Panin, P. M. Dolukhanov, eds., *The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement*, Dordrecht: Springer, pp. 437–452.
  15. Major, C., Ryan, W. B. F., Lericolais, G., Hajdas, I. (2002), Constraints on Black Sea outflow to the Sea of Marmara during the last glacial-interglacial transition, *Marine Geology*, No. 90, pp. 19–34.
  16. Mudie, P. J., Marret, F., Mertens, K. N., Shumilovskikh, L., Leroy, S. A. G. (2017), Atlas of modern dinoflagellate cyst distributions in the Black Sea Corridor: from Aegean to Aral Seas, including Marmara, Black, Azov and Caspian Sea, *Marine Micropaleontology*, vol. 134, pp. 1–152.
  17. Mudryk, I., Mudie, P. J. (2017), Palynology and paleoecological interpretation of Core 38, Palaeo-Dneister valley, Northwestern Black Sea: initial results of pollen, dinocyst and NPP studies, *Abstract Book PAGES-OSM 2017*, Zaragoza, Spain, 9–13 May, 2017, From the Mediterranean to the Caspian: palaeoclimate variability, environmental responses and human adaptive strategies, Session 4: ID: 01513, 04.
  18. Panin, N., Jipa, D. (1998), Danube river sediment input and its interaction with the northwestern Black Sea Results of EROS–2000 and EROS-21 projects, *Geo-Eco-Marina*, No. 3, pp. 23–35.
  19. Panin, N., Jipa, D. (2002), Danube River sediment input and its interaction with the north-western Black Sea, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, No. 54, pp. 551–562.
  20. Ryan, W. B. F., Pitman, W. C., Major, C. O., Shimkus, K., Moskalenko, V., Jones, G.A., Dimitrov, P., Görür, N., Sakiç, M., Yüce, H. (1997), An abrupt drowning of the Black Sea shelf, *Marine Geology*, vol. 138, No. 1-2, pp. 119-126.
  21. Ryan, W. B. F., Major, C. O., Lericolais, G., Goldstein, S. L. (2003), Catastrophic flooding of the Black Sea, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, No. 31, pp. 525–554.
  22. Ryan, W. B. F. (2007), “Status of the Black Sea flood hypothesis”, V. Yanko-Hombach, A. S. Gilbert, N. Panin, P. M. Dolukhanov, eds., *The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement*, Dordrecht : Springer, pp. 63–88.
  23. Sen Gupta, B. K. (1999), Foraminifera in marginal marine environments, B.K. Sen Gupta, ed., *Modern Foraminifera*, Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, pp. 141–160.
  24. Yanchilina, A. G., Ryan, W. B. F., McManus, J. F., Dimitrov, P., Dimitrov, D., Slavova, K., Filipova-Marinova, M. (2017), Compilation of geophysical, geochronological, and geochemical evidence indicates a rapid Mediterranean-derived submergence of the Black Sea's shelf and subse-

- quent substantial salinification in the early Holocene, *Marine Geology*, No. 383, pp. 14–34.
25. Yanko-Hombach, V., Kondariuk, T., Motnenko, I. (2017), Benthic foraminifera indicate environmental stress from river discharge to marine ecosystems: example from the Black Sea, *Journal of Foraminiferal Research*, No. 47, pp. 70–92.
  26. Yanko-Hombach, V. (2007), “Controversy over Noah’s Flood in the Black Sea: geological and foraminiferal evidence from the shelf”, V. Yanko-Hombach, A. S. Gilbert, N. Panin, P. M. Dolukhanov, eds., *The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement*, Dordrecht: Springer, pp. 149–203.
  27. Yanko-Hombach, V., Mudie, P. J., Kadurin, S., Larchenkov, E. (2014), Holocene marine transgression in the Black Sea: New evidence from the northwestern Black Sea shelf, *Quaternary International*, No. 345, pp. 100–118.

Надійшла 16.11.2019

**Т. О. Кондарюк**, фахівець Палеонтологічного музею  
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна  
tanya\_kondaruk@ukr.net

## **ТРАНСФОРМАЦІЯ НОВОЕВКСИНСЬКОГО ОЗЕРА В ЧОРНЕ МОРЕ НА ГРАНИЦІ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНУ І ГОЛОЦЕНУ ЗА ПАЛЕОНТОЛОГІЧНИМИ ДАНИМИ**

### **Резюме**

В статті наведені результати дослідження спірних питань щодо переходу від пізнього новоевксину до голоцену в межах Чорного моря. Основна мета роботи – реконструкція віку, характеру трансформації та зміни солоності Чорного моря на границі пізнього неоплейстоцену і голоцену за даними палеонтологічного (форамініфери, остракоди, молюски) аналізу донних відкладів із залученням даних про непильцеві паліноморфи та радіовуглецеве датування.

Район досліджень розташований на північно-західному (українському) і західному (болгарському) шельфі Чорного моря.

Матеріалом для мікропалеонтологічного аналізу слугували колонки свердловин, відібрані гравітаційною трубкою на зовнішній частині українського (Скв. 38) і болгарського (№2345, №2363) шельфу Чорного моря. Колонки було відібрано із борту українського НДС «Володимир Паршин» і болгарського НДС «Академік Л. Орбелі» в 2008 і 1976 рр, відповідно. Всі свердловини розташовані за межами ізобати 100 м.

Для порівняння використано результати досліджень мікрофауни попередніх дослідників. Мікрофауна досліджена за методикою В. В. Янко. Черепашки відібрано під бінокулярним мікроскопом вручну, важкі рідини не використовувались. Свердловини досліджено на предмет літології, мікрофауни та радіовуглецевих датувань. Комплексне зіставлення різнопланових даних дозволило зробити наступні основні висновки: Встановлено, що границя між верхнім неоплейстоценом і голоценом лежить між ~ 9 і 10 тис. років тому. Ця границя характеризується

ся плавними змінами; збільшення показників солоності відбувалося поступово; голоценова морська трансгресія мала прогресивний характер; зміни в комплексах форамініфер на границі плейстоцену та голоцену залежать від фацій.

**Ключові слова:** Чорне море, палеогеографія, границя, голоцен, форамініфери, остракоди, молюски, НПП,  $^{14}\text{C}$ .

**T. O. Kondariuk**

Odessa I. I. Mechnikov National University,  
Paleontological Museum,  
2 Dvorianskaya St., Odessa, 65082, Ukraine  
tanya\_kondaruk@ukr.net

**TRANSFORMATION OF THE NEOEUXINIAN LAKE INTO  
THE BLACK SEA AT THE NEOPLEISTOCENE – HOLOCENE  
BOUNDARY ON PALEONTOLOGICAL DATA**

**Abstract**

**Problem Statement and Purpose.** The transformation of the Neoeuxinian Lake into the Black Sea at the Neopleistocene-Holocene boundary represents a considerable interest for Quaternary geology. The age of the boundary, the character of the transformation (gradual, gradual but with oscillations, prominent, or catastrophic), and changes in salinity are highly controversial. The main goal of the paper is to contribute to the controversial subjects using the high-resolution paleontological (foraminifera, ostracoda, and mollusks) data supplemented by palynological data and radiocarbon datings.

**Data & Methods.** The study area is located within the northwestern (Ukrainian) and western (Bulgarian) shelf of the Black Sea. The material for micropaleontological study was obtained by the coring using the Ukrainian research vessel “Vladimir Parshin” and the Bulgarian research vessel “Academician L. Orbeli” in 2008 and 1976, respectively. All cores are located outside the isobath 100 m. The results of previous micropaleontological investigations are used for comparison. Microfauna was investigated according to the method of V. V. Yanko. Radiocarbon dating was performed by AMS (Core 38) or conventional -  $\beta$ -counting (Core 2345) methods on *Mytilus* and *Dreissena* shells.

**Results.** Foraminifera are not adapted to freshwater environment. As a rule, the border between brackish and freshwater environment can be traced by their disappearance, with the exception of *Allogromiida* species with organic tests, which were not found in the studied material. For this reason, the presence of relatively diverse calcareous foraminifera suggests that the Neoeuxinian lake was brackish. Geochemical (salinity of pore water) and micropaleontological data are in full agreement.

If there would not be inflow from the Mediterranean Sea until 7.2 ka BP or 8.4 ka BP according to the first and second catastrophic flooding scenarios of Ryan et al., no Mediterranean immigrants would be present in sediments older than 8.4 ka BP.

However, they are present in sediment columns as can be seen from our and other researchers investigations. If the colonization of the Neoeuxinan lake by Mediterranean immigrants would be prominent or catastrophic, there would be a sharp increase in the species diversity and quantity of foraminifera, ostracods and mollusks. However, these parameters increase gradually. The boundary between the Upper Neopleistocene and Holocene lies within 9 and 10 thousand years ago. The transformation of Neoeuxinan lake into the Black Sea was gradual: from brackish to a semi-marine, and then to a marine water body in course of the Mediterranean transgression during Holocene. The increase in salinity occurred gradually over 3600 years, while the rate of penetration of sea water was about 0.05-1.7 cm a<sup>-1</sup>. The Holocene marine transgression was progressive in nature, intensifying with the transition from the early to late Holocene. The high-resolution micropaleontological study of Core 38 provides new data on the last pages of the development of the brackish Neoeuxinan lake that are mostly absent in other cores. Changes in the foraminiferal assemblages on the Pleistocene – Holocene boundary depend on the facies. They are more pronounced in marine facies compared to shallow ones, especially in areas affected by paleorivers. Palynological data provide evidence for cold climate at the end of the Neoeuxinian time.

**Keywords:** Black Sea, paleogeography, boundary, Holocene, foraminifera, ostracods, mollusks, NPP, <sup>14</sup>C.



# КОНФЕРЕНЦІЇ





УДК 929 Гоголев: 631.4

DOI: 10.18524/2303-9914.2019.2(35).183736

**В. І. Тригуб**, канд. геогр. наук, доцент

**Я. М. Біланчин**, канд. геогр. наук, доцент

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова,  
кафедра географії України, ґрунтознавства і земельного кадастру,  
Шампанський пров., 2, Одеса, 65058, Україна

grunt.ggf@onu.edu.ua

### **ВСЕУКРАЇНСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ ДО 100-РІЧЧЯ ЗАСНОВНИКА КАФЕДРИ ҐРУНТОЗНАВСТВА І ГЕОГРАФІЇ ҐРУНТІВ ОДЕСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ ПРОФЕСОРА ІВАНА ГОГОЛЕВА**

Надається інформація про проведену на геолого-географічному факультеті Одеського національного університету імені І. І. Мечникова Всеукраїнську наукову конференцію, присвячену 100-річчю від народження засновника кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів ОНУ, доктора сільськогосподарських наук, професора Івана Миколайовича Гоголева.

**Ключові слова:** професор Гоголев І. М., Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, кафедра ґрунтознавства і географії ґрунтів, Всеукраїнська конференція.

24 серпня 2019 року виповнилося 100 років від народження Івана Миколайовича Гоголева – видатного вченого і практика в області ґрунтознавства, географії і меліорації ґрунтів, доктора сільськогосподарських наук, професора, засновника у 1967 році в Одеському університеті імені І. І. Мечникова кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів. На відзначення цієї дати та вкладу Івана Миколайовича у розвиток вітчизняної ґрунтознавчо-географічної науки і практики 12–13 вересня 2019 року на геолого-географічному факультеті університету була проведена Всеукраїнська наукова конференція «Ґрунтознавчо-географічна наука і практика – традиції та сьогодення».

У роботі конференції взяли участь більше 80 учасників-представників наукових установ і навчальних закладів з Канади, Російської Федерації, Молдови, регіонів України (світлина). Серед них – вчені Інституту Екології і Географії Республіки Молдова, Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н.Соколовського», ТОВ «ТерраТарса Україна», Львівського національного університету імені Івана Франка, Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, Одеського державного аграрного університету, Херсонського державного аграрного університету, Центральноукраїнського національного технічного університету, Миколаївського національного

ного аграрного університету, ННЦ «Інститут виноградарства і виноробства імені В. Є. Таїрова», Одеської філії Інституту охорони ґрунтів, Чорноморського біосферного заповідника НАН України, Відокремленого підрозділу «Причорноморський центр водних ресурсів та ґрунтів», Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції, численні колеги та учні Івана Миколайовича, аспіранти і студенти. Конференція складалася з пленарного та секційних засідань: «Професор Гоголев І. М. – видатний ґрунтознавець-географ, педагог, людина», «Ґрунтознавчо-географічна наука і практика – традиції, сьогодення, майбуття».



*Світлина. Учасники конференції*

Пленарне засідання вступним словом відкрив Я. М. Біланчин – завідувач кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів, учень і послідовник І. М. Гоголева. У своєму виступі він нагадав учасникам конференції основні наукові ідеї та вчення професора І. М. Гоголева – видатного ґрунтознавця-географа і талановитого практика-ґрунтознавця, високопрофесійного педагога, наставника і вихователя, і загалом неординарної особистості.

З привітанням учасникам конференції виступив декан геолого-географічного факультету Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, професор Черкез Є. А. Коротко зупинившись на досягненнях і науковій спадщині професора І. М. Гоголева, побажав всім учасникам конференції успішної та плідної роботи.

Науковій новизні та актуальності робіт Івана Миколайовича, їх подальшому розвитку були присвячені доповіді вже іменитих учнів – С. П. Позняка,

Є. Н. Красехи, О. Г. Топчієва, І. М. Волошина, А. В. Оверченка та інших. З теплими спогадами про свого батька та словами вдячності організаторам і учасникам конференції виступили діти І. М. Гоголева – доктор філософських наук Гоголев Михайло Іванович та кандидат біологічних наук, успішний агропідприємець Гоголев Андрій Іванович.

До програми секційного засідання «Грунтознавчо-географічна наука і практика – традиції, сьогодення, майбуття» було включено 39 доповідей, в яких розглядалися теоретичні і прикладні проблеми ґрунтознавства, генези, речовинно-хімічного складу та властивостей ґрунтів регіонів України і сусідньої Молдови, проблеми гірського ґрунтоутворення, картографування ґрунтового покриву, охорони ґрунтового покриву Чорноземної зони, оцінки їх сучасного стану, дослідження наукової школи професора Івана Гоголева. Цікавою була доповідь щодо функціонування ґрунтово-агрохімічної лабораторії «TERRALAB» імені професора І. М. Гоголева, яка була створена і відкрита у вересні 2018 року у м. Каховка Херсонської області. Матеріали конференції були надруковані у збірнику «Грунтознавчо-географічна наука і практика – традиції та сьогодення».

В процесі роботи конференції її учасники, рідні, співробітники кафедри географії України, ґрунтознавства і земельного кадастру, ПНДЛ-4 нашого університету й гості відвідали могилу І. М. Гоголева на другому Одеському християнському кладовищі.

Життя Івана Миколайовича Гоголева, становлення його як науковця, вчителя є дуже повчальним. Студент-відмінник сільськогосподарської академії, доброволець на фронті в Другій світовій війні, старший лаборант, асистент, доцент, професор, завідувач кафедри, видатний учений-ґрунтознавець і географ, провідний фахівець у галузі меліоративного ґрунтознавства, керівник потужної Одеської школи ґрунтознавства другої половини ХХ сторіччя.

А ще Яскрава Людина, Великий Вчений!...

На завершення, цитата з матеріалів конференції: «Час невпинно спливає. Тому так важливі для близьких Івана Миколайовича, учнів і колег окремі сторінки його життя, ті епізоди, які залишилися в нашій пам'яті і залишаються на сторінках книжок і статей назавжди» (Є. Н. Красеха).

**В. И. Тригуб**, канд. геогр. наук, доцент  
**Я. М. Биланчин**, канд. геогр. наук, доцент  
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
кафедра географии Украины, почвоведения и земельного кадастра,  
Шампанский переулок, 2, Одесса, 65058, Украина  
grunt.ggf@onu.edu.ua

**ВСЕУКРАИНСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ К 100-ЛЕТИЮ  
ОСНОВАТЕЛЯ КАФЕДРЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И ГЕОГРАФИИ  
ПОЧВ ОДЕССКОГО УНИВЕРСИТЕТА ПРОФЕССОРА ИВАНА  
ГОГОЛЕВА**

**Резюме**

Приведена інформація про проведену на геолого-географічному факультеті Одеського національного університету імені І. І. Мечникова Всеукраїнської наукової конференції, присвяченої 100-літтю со дня народження засновника кафедри ґрунтознавства та географії ґрунтів ОНУ, доктора сільськогосподарських наук, професора Івана Николаевича Гоголева.

**Ключевые слова:** профессор Гоголев И. Н., Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова, кафедра почвоведения и географии почв, Всеукраинская конференция.

**V. I. Trigub**  
**Ya. M. Bilanchyn**  
Odessa I. I. Mechnikov National University,  
Department of Geography of Ukraine, Soil science and Land cadaster,  
Dvorianskaya st., 2, Odessa, 65026, Ukraine  
grunt.ggf@onu.edu.ua

**ALL-UKRAINIAN CONFERENCE ON THE 100th ANNIVERSARY  
OF THE FOUNDER OF THE DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE  
AND GEOGRAPHY OF SOILS OF THE ODESA UNIVERSITY OF  
PROFESSOR IVAN GOGOLEV**

**Abstract**

Information is provided on the All-Ukrainian Scientific Conference, held at the Geological and Geographical Faculty of Odessa II Mechnikov National University, dedicated to the 100th anniversary of the founder of the Department of Soil Science and Soil Geography, Doctor of Agricultural Sciences, and outstanding scientist and practitioner in soil science, geography and melioration of soils, Professor Ivan Nikolaevich Gogolev. To commemorate this date and the contribution of Ivan Mykolayovych to the development of national soil – geography science and practice, was held the All-Ukrainian Scientific

ic Conference "Soil and Geography Science and Practice - Traditions and Present" on September 12–13, 2019. The conference was attended by more than 80 participants-representatives of scientific institutions and educational institutions from Canada, the Russian Federation, Moldova, regions of Ukraine. The conference consisted of plenary and sectional meetings. About 50 papers were included in the conference program, which considered theoretical and applied problems of soil science, genesis, chemical composition and soil properties of regions of Ukraine and neighboring Moldova, protection of the soil cover of the Chernozem zone, evaluation of their current status, research of scientific school. . The conference materials were published in the compilation "Soil and geographical science and practice - traditions and the present".

The life of Professor Ivan Gogolev's, becoming him as a scientist, teacher is very instructive. Student-excellent of agricultural academy, volunteer at the front in the Second World War, senior laboratory assistant, assistant professor, professor, head of the department, outstanding soil scientist and geographer, leading specialist in the field of reclamation soil science.

**Keywords:** Professor I. M. Gogolev, Odessa I. I. Mechnikov National University, Department of Soil Science and Soil Geography, All-Ukrainian Conference.

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

### Шановні автори та читачі!

Дякуємо за інтерес, проявлений до нашого Журналу.

Якщо Ви автор і маєте намір опублікувати свою статтю в нашому журналі, з метою прискорення процесу редагування, публікації та поширення вашого матеріалу Вам необхідно ознайомитися з «Правилами для авторів».

При цьому, звертаємо Вашу увагу на те, що редакція не приймає Вашу статтю до розгляду, якщо стаття оформлена з порушенням вимог, викладених у даних Правилах. Під час підготовки статті рекомендуємо також ознайомитися з редакційною політикою журналу на його сайті за адресою <http://visgeo.onu.edu.Ua/about/editorialPolicies#focusAndScope>.

**Редакція «Вісника Одеського національного університету Серія: Географічні та геологічні науки» приймає до публікації оригінальні статті з географічних і геологічних наук, які характеризуються науковою новизною. При цьому до редакції подаються:**

- ▶ статті, надруковані в одному примірнику на стандартних аркушах паперу А4 російською, українською або англійською мовою, що супроводжуються електронною версією на будь-якому електронному носії, чи надіслані електронною поштою на Email редакції журналу: [visgeo@onu.edu.ua](mailto:visgeo@onu.edu.ua) (друкований примірник надсилається поштою). Стаття має бути підписана авторами на останній сторінці; Формат файлів для тексту і таблиць – документ MS Word 2003, 2007, 2010 (\*.doc, \*.docx), для рисунків та іншого ілюстративного матеріалу – \*.TIFF, \*.bmp, \*.jpg, \*.pdf;
- ▶ анотація мовою публікації, резюме українською або російською мовою, авторське англійське резюме (Abstract) і його російсько- або українсько-мовний оригінал;
- ▶ на окремому аркуші – відомості про автора: прізвище, ім'я, по-батькові; вчена ступінь, вчене звання; назва, адреса, телефон установи, де працює автор; контактний телефон, поштова чи електронна адреса для співпраці. Якщо авторів декілька і вони працюють у різних установах, слід позначити арабськими цифрами (індексами) установи, в яких вони працюють;
- ▶ якщо автор працює в установі з закритою тематикою і поданий матеріал може містити елементи державної таємниці, то автор додатково має надати лист-направлення від організації з дозволом на публікацію статті. При цьому «Вісник ...» його засновники, видавець, редактори, члени редакційної колегії та співробітники не несуть жодної відповідальності за можливі порушення автором чинного законодавства України.



**Технічні вимоги:**

- ▶ загальний обсяг статті (з урахуванням малюнків, таблиць і підписів до них, анотацій, резюме, списку літератури) – не більше 16 сторінок,
- ▶ оглядів – до 10 сторінок, рецензій – до 3 сторінок, коротких повідомлень про конференції та публікації – до 2 сторінок. Рукописи більшого обсягу приймаються до журналу тільки після попереднього узгодження з редакцією;
- ▶ стандарти: папір формату А4; шрифт набору Times New Roman (Сур), відступ абзацу 1,25, поля: ліве – 2,5 см, праве – 1,5 см, верхнє – 2 см, нижнє – 2 см); назва, текст статті, додатки: кегль 14 pt, міжрядковий інтервал – 1,5; відомості про автора, анотації, ключові слова, резюме, список літератури: кегль 12 pt, міжрядковий інтервал – 1; сторінки без нумерації;
- ▶ рисунки, фотографії, схеми подаються у чорно-білому варіанті (кольорові рисунки та рисунки з градацією сірого кольору мають бути переведені в чорно-білий формат) разом із текстом у місцях посилань на них та обов'язково в окремих файлах (\*.TIFF, \*.jpg та ін.). Підписи до рисунків повинні містити нумерацію за порядком розміщення в тексті та мати пояснювальний підпис, що виділяється курсивом. Не припустимо включати підписи до самого рисунку. Перед рисунком в тексті обов'язково йде посилання на рисунок виду: рис. 1. Підпис рисунка має вигляд: *Рис. 1. Назва рисунка*;
- ▶ посилання на використанні джерела в тексті статті подавати тільки у квадратних дужках, наприклад [1], [1, 6]. Посилання на конкретні сторінки наводити після номера джерела, через кому (з маленької букви “с”), далі її номер (наприклад: [1, с. 5]);
- ▶ формули в статтях мають бути набрані за допомогою редактора формул (внутрішній редактор формул у редакторі Microsoft Word for Windows). Прості формули та символи, що їх складають, набираються за допомогою редактора формул, стиль – математичний (курсив). Формули відокремлюють від тексту зверху та знизу одним інтервалом. Нумерація формул, на які є посилання в тексті, – справа в дужках. Усі фізичні величини подаються в системі СІ. Цілі частини від десяткових відокремлюються комою. Розмірності (м, км, кг, г та ін.) подаються пробілом від цифри, окрім градусів, відсотків та проміле;
- ▶ таблиці повинні мати тематичні заголовки і номери, фон таблиці кольором не виділяють.

**Оформлення та послідовність розташування обов'язкових складових статті**, згідно ДСТУ 7152:2010 «Інформація та документація. Видання. Оформлення публікацій у журналах і збірниках» та за вимогами міжнародних науко-метричних баз даних.

*Індекс УДК* (в лівому верхньому кутку аркуша, прописні букви, кегль 14 pt).

Після слів УДК ставиться два проміжки, між цифрами та словами у самому індексі проміжки не ставлять.

**Інформація про авторів** набирається у наступній послідовності: ініціали, прізвище (напівжирний шрифт); наукове звання та посада; назва наукової установи, адреса, електронна адреса автора (кегель 12 pt, міжрядковий інтервал – 1,0).

**Назва статті** (прописні букви, напівжирний шрифт, кегль 14 pt) повинна точно відображати зміст статті. При виборі заголовка статті необхідно дотримуватися таких загальних рекомендацій.

Заголовок повинен бути інформативним. Основна вимога до назви статті-стислість і ясність. Максимальна довжина заголовка – 10–12 слів. У назві, як і у всій статті, слід строго дотримуватися наукового стилю мовлення. Воно має чітко відображати головну тему дослідження і не вводити читача в оману щодо розглянутих у статті питань. У заголовок повинні бути включені деякі з ключових слів, що відображають суть статті. Бажано, щоб вони стояли на початку заголовка.

В заголовку можна використовувати тільки загальноприйняті скорочення.

При перекладі заголовка статті на англійську мову не можна використовувати ніяких транслітерацій з української (російської) мови, крім назв власних імен, приладів та ін. об'єктів, що мають власні назви, які не перекладаються; також не використовується сленг, відомий тільки українсько-та російськомовним фахівцям.

**Анотація** мовою публікації друкується перед початком статті (12 кегль, міжрядковий інтервал – 1,0) (близько 50 слів). Анотація – це коротка, стисла характеристика змісту статті. В анотації лише перераховуються питання, які висвітлені в публікації, не розкриваючи самого змісту. Таким чином, анотація відповідає на питання «Про що йдеться в тексті?»

**Ключові слова** повинні бути лаконічними, відображати основні терміни, поняття, які розглядаються у статті (до 10 слів). Це можуть бути слова та словосполучення. Друкуються після анотації мовою статті.

**Далі йде основний текст статті** (14 кегль, міжрядковий інтервал – 1,5).

**Вступ**, в якому міститься:

- постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;
- аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор;
- виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячена означена стаття;
- формулювання мети статті (постановка завдання).

**Матеріали і методи дослідження.** У даному розділі описуються матеріали, на підставі яких були виконані наукові дослідження, а також описується послідовність виконання дослідження та обґрунтовується вибір методів, які вико-

ристовуються. Розділ повинен дати можливість читачеві оцінити правильність цього вибору, надійність і аргументованість отриманих результатів. Відсилання до літературних джерел без опису суті методу можливе тільки за умови його стандартності.

**Результати дослідження та їх обговорення.** У цьому розділі приводиться виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Обговорення результатів потрібно обмежити розглядом лише найважливіших встановлених фактів з урахуванням попередніх даних щодо питання, яке вивчалось. Ішими словами, більша частина обговорення має бути присвячена інтерпретації результатів.

**Висновки** з даного дослідження та перспективи подальшого розвитку в цьому напрямі.

**Список використаної літератури** (заголовок, прописні букви, напівжирний шрифт, кегль 14), що приводиться наприкінці публікації, містить список джерел, на які посилається автор (кегль 12, міжрядковий інтервал – 1, прізвище та ініціали – курсивом).

Список літератури до публікації подавати у наступній послідовності:

1) список літератури у традиційному варіанті із заголовком «**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**». Відомості про джерела повинні розташовуватися в алфавітному порядку й бути оформлені у відповідності з державним стандартом України ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 “Библиографическая запись. Библиографическое описание”. Див. зразки оформлення <http://lib.onu.edu.ua/ua/gost/>. Якщо містяться джерела іноземною мовою, вони теж оформлюються за ДСТУ ГОСТ 7.1:2006;

2) транслітерованій та перекладений англійською список літератури з дотриманням вимог міжнародних стандартів оформлення бібліографічних посилань із заголовком **REFERENCES** (Перелік літературних джерел латиницею (**REFERENCES**) повністю відповідає переліку літературних джерел мовою оригіналу (**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**)).

**Транслітерації підлягають:** ініціали і прізвища авторів, назви публікацій, назви періодичних видань і т. ін. Місце видання і видавництва вказується відповідно до офіційних аналогів в англійській мові. Тільки за відсутності достовірних відомостей про офіційні найменування видавництв і організацій, в яких опублікований цей матеріал, дозволяється виконання транслітерації. В якості базового стандарту для виконання транслітерації вибрана система, прийнята Комісією з географічних назв США (у 1944 року) і Постійним комітетом з географічних назв Великобританії (у 1947 році) для передачі географічних назв (BGN/PCGN).

**Прохання для перекладання прізвищ авторів, назв статей, книжок, видавництв тощо користуватися онлайн-конвертерами окремо для української та російської мов, посилання на які подані нижче.** Ці ресурси пропонують найпоширеніші варіанти транслітерування: для української мови – згідно

з чинним стандартом; для російської – відповідно до правил Держдепартаменту США. Такий підхід дозволить уніфікувати дані для міжнародних баз, адже різні системи транслітерації сприятимуть створенню різних результатів.

Онлайн-конвертер з української мови для транслітерації: <http://translit.kh.ua/>.

Онлайн-конвертер з російської мови для транслітерації: [http://english-letter.ru/Sistema\\_transliterazii.html](http://english-letter.ru/Sistema_transliterazii.html).

Назва книги, статті, які видані російською або українською мовою, подається у транслітерації з оригіналу і супроводжується перекладом англійською мовою в квадратних дужках. Якщо книга видана у перекладі з англійської, потрібно наводити її оригінальну англійську назву, зворотний переклад з російської/української мови може призвести до спотворення інформації.

### **ПРИКЛАДИ ОФОРМЛЕННЯ БІБЛОГРАФІЧНИХ ДЖЕРЕЛ УКРАЇНСЬКОЮ/РОСІЙСЬКОЮ МОВОЮ ДЛЯ СПИСКУ ЛІТЕРАТУРИ «REFERENCES»**

#### **КНИГИ**

Автор(и), (прізвище кома ініціали) (Рік видання), *Транслітерована назва книги*. Відомості про видання (інформація про перевидання, номер видання, серія) [*Переклад назви книжки англійською мовою*. Відомості про видання (інформація про перевидання, номер видання, серія)], Місце: Видавництво, Об'єм.

#### **Приклади:**

Porter, M. (2008), *Konkurentnaya strategiya: metodika analiza otraslei i konkurentov*. Per. s angl. 3-e izd. [*Competitive strategy: methodology for analyzing industries and competitors*. Trans. from Eng. 3rd ed.], Moscow: Al'pina Biznes Buks, 453 p.

Turner, A. (2006), *Introduction to Neogeography*, London: O'Reilly Media, 56 p.

#### **ЗМІСТОВА ЧАСТИНА КНИГИ (РОЗДІЛ, СТАТТЯ)**

Автор(и), (прізвище кома ініціали), (Рік видання), "Транслітерована назва частини книги (розділу/статті)" ["Переклад назви частини книги (розділу/статті)" англійською мовою] *Транслітерована назва книги [Переклад назви книги англійською мовою]*. Місце видання: Видавництво, Місце розташування статті (сторінки).

#### **Приклад:**

Savchenko, A. P., Cherkavskaya, O. V., Rudenko, B. A., Bolotov P. A. (2010), "Anomalnaya anatomiya koronarnykh arteriy" ["Deviant anatomy of coronary arteries"] *Interventsionnaya kardiologiya, Koronar'naya angiografiya i stentirovanie Interventional cardiology. Coronarography and stenting*], Moscow: GEOTAR-Media, pp. 60–79.

**СТАТТЯ З ПЕРІОДИЧНОГО ВИДАННЯ**

Автор(и) (Рік видання), Транслітерована назва статті [Переклад назви статті англійською мовою]. Назва періодичного видання, випуск (vol.), номер (No.), сторінки (pp.)\*

**Приклад:**

Berezin, A. E. (2009), Elevatsiya kontsentratsii triglitseridov v plazme krovi i kardiovaskulyarnyy risk [Triglycerides plasma level elevation and cardiovascular risk], *Ukrainian Medical Journal*, vol. 3, No. 71, pp. 70–76.

**СТАТТЯ ЗІ ЗБІРНИКА ДОПОВІДЕЙ КОНФЕРЕНЦІЙ**

Автор(и) (Рік видання), Транслітерована назва статті [Переклад назви статті англійською мовою]. Proceedings of the Назва конференції (країна, місто, дата проведення) (eds. (редактори, редколегія – якщо є)), Місто видання: Видавництво, сторінки (pp.).

**Приклад:**

Kotov A. S., Sidorovich V. I. (2013), Alkohol i epilepsiya [Alcohol and epilepsy]. Proceedings of the *Chelovek i lekarstvo: XX rossiyskiy natsionalnyy kongress (Russia, Moscow, April 15–19, 2013)* (eds. Bogatyrev V. V., Lisitsa L. I., Chernobaeva G. N.), Moscow: Chelovek i lekarstvo, pp. 83–90.

**ДИСЕРТАЦІЇ**

Автор (прізвище кома ініціали) (Рік видання), Транслітерована назва дисертації [Переклад назви дисертації англійською мовою], *Doctor's thesis (Candidate's thesis)*, Місце видання: Видавництво, Об'єм.

**Приклад:**

Butkovskij, O. Ja. (2004), Obratnye zadachi haotichnoy dinamiki i problemy predskazuemosti haotichnyh processov [Inverse problems of chaotic dynamics and predictability problems of chaotic processes], *Doctor's thesis*, Institute of Radio Engineering and Electronics, Moscow: Russian Academy of Sciences, 40 p.

**АВТОРЕФЕРАТИ ДИСЕРТАЦІЙ**

Автор (прізвище кома ініціали) (Рік видання), Транслітерована назва дисертації [Переклад назви дисертації англійською мовою], *Extended abstract of candidate's (Doctor's) thesis*, Місце видання: Видавництво, Об'єм.

**Приклад:**

Kulinich, I. A. (2014), Kliniko-patogenetichne znachennya remodelyuvannya arterialnikh sudin u khvorikh na gipertonichnu khvorobu z nefropatieyu v poednanni z ishemichnoyu khvoroboyu sertsya ta medikamentozna korektsiya [Clinical and pathological consequence of arterial vessels remodelling in patients suffered from essential arterial hypertension with nephropathy in combination with coronary artery disease and treatment], *Extended abstract of candidates thesis*, Donetsk: Donetsk National Medical University of Maxim Gorky, 16 p.

**СТАТТЯ З ЕЛЕКТРОННОГО ПЕРІОДИЧНОГО ВИДАННЯ**

Автор(и) (прізвище кома ініціали) (Рік видання), Транслітерована назва статті [Переклад назви статті англійською мовою]. *Транслітерована назва періодичного видання [Переклад назви періодичного видання англійською мовою]* (electronic journal), випуск (vol.), номер (No.), сторінки (pp.). Available at: (електронна адреса статті) [Accessed (дата відвідування сайту)].

**Приклад:**

Timoshenko, V. S. (2012), Molekulyamo-geneticheskaya differentsialnaya diagnostika opukholey golovnoho mozga [Molecular differential diagnostics of brain tumors]. *Meditinskaya Genetika* (electronic journal), vol. 11, No. 115, pp. 10–14. Available at: <http://med-gen.ru/docs/differential-diagnostics.pdf> [Accessed 10 January 2013].

**ІНТЕРНЕТ-РЕСУРС ВИДАЛЕНОГО ДОСТУПУ**

Автор(и) (прізвище кома ініціали) Рік видання (якщо є), “Заголовок”, Available at: URL (без розділових знаків у кінці). [Accessed (дата відвідування сайту)].

**Приклади:**

Serdyuk, T.V., “Self-regulation in Ukraine: advantages and disadvantages in the current economic conditions” [“Samoregulirovanie v Ukraine: preimushchestva i nedostatki v sovremennykh ekonomicheskikh usloviyakh”]. Available at: <http://economy.kpi.ua/ru/node/343>. [Accessed 14 October 2014]

“Supplementary Convention on the Abolition of Slavery, the Slave Trade, and Institutions and Practices Similar to Slavery”, Available at: [www.unhcr.ch/html/menu3/b/30.htm](http://www.unhcr.ch/html/menu3/b/30.htm). [Accessed 20 September 2014].

**РОСІЙСЬКО- ТА УКРАЇНОМОВНІ РЕЗЮМЕ І АНГЛОМОВНИЙ АБСТРАКТ**

**Резюме.** Після REFERENCES розміщують резюме (російською і англійською мовами для україномовних статей; українською та англійською – для російськомовних, українською і російською – для англомовних). Російсько- та україномовні резюме оформлюються таким чином: ініціали та прізвище автора (авторів), наукове звання та посада, назва наукової установи, повна поштова адреса установи, електронна адреса автора, назва статті, слово "Резюме", текст резюме, ключові слова (все – кеглем 12 pt). В англомовних резюме після прізвищ авторів наукове звання та посада, назва наукової установи не вказуються. В *україномовних статтях* російськомовне резюме коротке, ідентичне україномовній анотації. Якщо стаття представлена *не українською мовою*, вона повинна супроводжуватися розширеним резюме українською мовою обсягом не менш як 1800 знаків, включаючи ключові слова (фактично повинна бути ідентичною авторському резюме англійською мовою (Abstract’у).

**Abstract.** Авторське резюме англійською мовою (Abstract) *повинно бути написано якісною англійською мовою*, обсягом не менш як 1800 знаків, включаючи ключові слова (кегель 12 pt); зміст повинен повністю відображати зміст статті, але в скороченому варіанті. Резюме російською (українською) мовою є основою для підготовки авторського резюме англійською мовою, але англійське резюме має бути більшим за обсягом і не повторювати російсько- або українськомовну анотацію

Структура авторського резюме англійською мовою повторює структуру статті та містить:

- **Problem Statement and Purpose** (постановка проблеми та мета);
- **Data & Methods** (матеріали і методи);
- **Results** (основні результати та висновки).

Авторське резюме може публікуватися самостійно, у відриві від основного тексту, а отже, повинне бути зрозумілим без звертання до самої публікації. Авторське резюме до статті є основним джерелом інформації у вітчизняній і закордонній інформаційній системах та базах даних, що індексують журнал, а також у пошукових системах.

*У статтях, що надійшли до редколегії журналу англійською мовою*, розширений англійський абстракт поміщається перед Вступом, наприкінці ж статті – тільки коротке російськомовне і розширене ( $\geq 1800$  знаків) українськомовне резюме. Після CONCLUSIONS або, якщо є, ACKNOWLEDGEMENTS поміщається REFERENCES, оформлений відповідно до вимог, викладених у цих Правилах. В тому випадку, коли серед використаних джерел є джерела на кирилиці, після REFERENCES розташовується СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ, в якому джерела даються мовою оригіналу і оформлені відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 7.1: 2006. При цьому послідовність переліку літературних джерел у СПИСКУ ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ повністю відповідає послідовності переліку літературних джерел у REFERENCES.

### **ОСОБЛИВОСТІ ОФОРМЛЕННЯ ЮВІЛЕЙНИХ СТАТЕЙ**

Статті, присвячені ювілеям вчених або пам'ятним датам, оформляються за загальними правилами, АЛЕ ТЕКСТ СТАТТІ І АНГЛІЙСЬКИЙ АБСТРАКТ НЕ ПОДІЛЯЮТЬСЯ НА РОЗДІЛИ, а даються єдиним масивом.

## ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ СТАТТІ

УДК 557.577.13: 624.131.6 (210.7) (262.5) (477.74)

DOI:

**Я. М. Біланчин**<sup>1</sup>, канд. геогр. наук, доцент

**В. І. Медінець**<sup>2</sup>, канд. фіз.-мат. наук, керівник Центру

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

<sup>1</sup> кафедра ґрунтознавства і географії ґрунтів,

<sup>2</sup> регіональний центр інтегрованого моніторингу та екологічних досліджень,

вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

ggfr@onu.edu.ua

### АТМОСФЕРНІ ОПАДИ І ВІДКЛАДЕННЯ ТА ВОДИ ПІДҐРУНТОВОГО СТОКУ ОСТРОВА ЗМІЙНИЙ

Схарактеризовано результати вивчення у 2009–2012 рр. хімічного (іонного) складу атмосферних опадів та атмосферних сумарних (сухих і вологих) відкладень на поверхню о. Зміїний, умови формування і результати хімічного аналізу вод підґрунтового стоку.

**Ключові слова:** острів Зміїний, атмосферні опади та атмосферні відкладення, води підґрунтового стоку.

Текст статті

#### ВСТУП

.....  
.....  
.....

#### МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

.....  
.....  
.....

#### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

.....  
.....  
.....  
.....



**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

.....  
.....

**REFERENCES**

.....  
.....

Надійшла

(Дата надходження статті до редакції проставляється редакцією)

**Я. М. Биланчин**<sup>1</sup>, канд. геогр. наук, доцент

**В. И. Мединец**<sup>2</sup>, канд. физ.-мат. наук, руководитель Центра  
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,

<sup>1</sup>кафедра почвоведения и географии почв,

<sup>2</sup>региональный центр интегрированного мониторинга и экологических  
исследований,

ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

ggfr/@onu.edu.ua

**АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ И ОТЛОЖЕНИЯ ВОДЫ  
ПОДПОЧВЕННОГО СТОКА ОСТРОВА ЗМЕИНЫЙ**

**Резюме**

.....  
.....  
.....

**Ключевые слова:**

.....  
.....

**Ya. M. Bilanchyn<sup>1</sup>**

**V. I. Medinets<sup>2</sup>**

Odessa I. I. Mechnikov National University,

<sup>1</sup>Department of Soil Science and Soil Geography,

<sup>2</sup>Regional Centre for Integrated Environmental Monitoring and Ecological Researches,

Dvorianskaya St., 2, Odessa, 65082, Ukraine

ggfr@onu.edu.ua

**ATMOSPHERIC PRECIPITATION, ATMOSPHERIC SEDIMENTS,  
AND SUBSOIL RUNOFF ON ZMIINY ISLAND**

**Abstract**

*Problem Statement and Purpose*.....

*Data & Methods*.....

*Results*.....

**Keywords:**.....

*Верстка С. О. Остапенко*

Підписано до друку 23.11.2019 р. Формат 70x108/16.  
Ум.-друк. арк. 14,09. Тираж 100 пр.  
Зам. № 2029.

Видавець та виготовлювач  
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011.  
65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12, Україна  
Тел.: +38 (048) 723 28 39  
e-mail: [druk@onu.edu.ua](mailto:druk@onu.edu.ua)