

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

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

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

Випуск 15

ЗАСНОВАНА 2005 р.

VISNYK
of V. N. KARAZIN
KHARKIV NATIONAL
UNIVERSITY

SERIES «ECOLOGY»

Issue 15

ВЕСТНИК
ХАРЬКОВСКОГО
НАЦИОНАЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА
имени В. Н. КАРАЗИНА

СЕРИЯ «ЭКОЛОГИЯ»

Выпуск 15

Харків
2016

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

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

Вісник є фаховим у галузі географічних наук.

Наказ МОН України № 1328 від 21.12.2015

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

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

Visnyk is a professional in the field of geographical sciences.

MES Ukraine Order № 1328 of 21/12/2015

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

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

Вестник является специализированным изданием в области географических наук

Приказ МОН Украины № 1328 от 21.12.2015

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

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

Редакційна колегія:

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

Відповідальний секретар – Баскакова Л. В.

Адреса редакційної колегії: 61022, Харків, майдан Свободи, 6,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
екологічний факультет, кімн. 477
тел. (057)707-53-86, 707-54-47,
факс (057)705-09-66, e-mail : ecology.journal@karazin.ua <http://visnecology.univer.kharkov.ua/>
http://journals.urau.ua/visnukhnu_ecology <http://periodicals.karazin.ua/ecology>
www-ecology.univer.kharkov.ua

Статті пройшли внутрішнє та зовнішнє рецензування

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

© Харківський національний університет імені
В.Н. Каразіна, оформлення, 2016
© Дончик І. М., макет обкладинки, 2016

УДК: 911.5 : 574.51

Є. І. ГАЗЕТОВ, О. П. КОНАРЕВА, І. Є. СОЛТИС

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

e-mail: gazetov@gmail.com

ТИПИЗАЦІЯ ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я ЗА РЕКОМЕНДАЦІЯМИ ВОДНОЇ РАМКОВОЇ ДИРЕКТИВИ ЄС

Мета. Типізація лиманів північно-західного Причорномор'я (ПЗП) згідно методологічних підходів Водної рамкової директиви ЄС по гідролого-морфометричним, гідрохімічним та генезисним характеристикам водних об'єктів. **Методи.** Порівняльно-географічний, узагальнення, кластерного аналізу. **Результати.** Аналізом параметрів 20-ох лиманів ПЗП: середньорічної солоності, коливання глибини, притоку прісної води, генезису водойм та площі водозбору, узятих із літературних джерел та власних досліджень співробітників Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова, визначено п'ять груп водойм. При цьому, в групі об'єднані лимани з максимально подібними властивостями через урахування режиму водного балансу, походження водойм та їх гідрохімічного режиму. Для кожної групи лиманів створена коротка характеристика їх визначальних властивостей. Проведено порівняння виконаної типізації із аналогічною роботою по цих об'єктах. **Висновки.** Виділено п'ять типів лиманів у ПЗП: 1) лагунно-заплавні олігогалінні мілководні, без відкритого сполучення з морем; 2) полігалінні мілководні морські лагуни; 3) дуже витягнуті глибокі мезогалінні заплавні водойми; 4) естуарні лимани на великих річках з постійним зв'язком із морем; 5) заплавні мілководні гіпергалінні водойми, без природного сполучення з морем. Проведена типізація дає можливість використовувати сучасні програми моніторингу зразу для великих груп водойм у ПЗП, враховуючи європейський досвід у цьому напрямку.

Ключові слова: Водна рамкова директива ЄС, типізація, лимани північно-західного Причорномор'я

Gazyetov Ye. I., Konareva O. P., Soltys I. Ye.

Odessa I.I.Mechnikov National University

TYPIFICATION OF LYMANS OF THE NORTH-WESTERN BLACK SEA ACCORDING TO THE RECOMMENDATIONS OF THE EU WATER FRAMEWORK DIRECTIVE

Purpose. Typification of limans in the north-western Black Sea coast (NWBS) (so called "marine lagoons") according to the EU Water Framework Directive methodological approaches on hydrological, morphometric, hydrochemical and genesis characteristics. **Methods.** Comparative & geographical, generalization, cluster analysis. **Results.** Five groups of limans have been determined by analysis of their crucial parameters: mean annual salinity, depth fluctuation, fresh water influx, water bodies' and their catchments' genesis, which were taken from the historical sources and from researches of the Odessa I.I. Mechnikov National University. The selected groups comprised water bodies having similar properties in their water balance regime, origin and hydrochemical regime. Brief description of properties for the each group of water bodies has been formulated. A comparison of the typification results with the work of another team on these objects has been conducted. **Conclusions.** Five types of limans have been identified in the NWBS: 1) floodplain lagoons, oligogaline, shallow, without free connection to the sea; 2) polygaline shallow sea lagoons; 3) very elongated deep mesohaline floodplain water bodies; 4) estuaries of large rivers with permanent connection to the sea; 5) floodplain shallow hyperhaline water bodies, without a natural connection to the sea. The typification performed makes it possible to use modern monitoring programs for large groups of water bodies in NWBS taking into account the European experience.

Keywords: EU Water Framework Directive, typification, limans of the north-western Black Sea coast

ГАЗЕТОВ Е. И., КОНАРЕВА О. П., СОЛТЫС И. Е.

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова

ТИПИЗАЦИЯ ЛИМАНОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ ПО РЕКОМЕНДА- ЦИЯМ ВОДНОЙ РАМОЧНОЙ ДИРЕКТИВЫ ЕС

Цель. Типизация лиманов северо-западного Причерноморья (СЗП) согласно методологических подходов Водной рамочной директивы ЕС по гидролого-морфометрическим, гидрохимическим и генезисным характеристикам водных объектов. **Методы.** Сравнительно-географический, обобщения, кластерного анализа. **Результаты.** Анализом параметров 20-ти лиманов СЗП: среднегодовой солёности, колебания глубины, притока пресной воды, генезиса водоемов и площади водосбора, взятых из литературных источников и по собственным исследованиям сотрудников Одесского национального университета им. И.И.

Мечникова, выделены пять групп водоемов. При этом в группы объединены лиманы со сходными свойствами с учетом режима водного баланса, происхождения водоемов и их гидрохимического режима. Для каждой группы лиманов сформулирована краткая характеристика их определяющих свойств. Проведено сравнение проделанной типизации с аналогичной работой по этим объектам. **Выводы.** Выделено пять типов лиманов в СЗП: 1) лагунно-пойменные олигогалинные мелководные, без открытого сообщения с морем; 2) полигалинные мелководные морские лагуны; 3) очень вытянутые глубокие мезогалинные пойменные водоемы; 4) эстуарные лиманы на больших реках с постоянной связью с морем; 5) пойменные мелководные гипергалинные водоемы, без естественного соединения с морем. Проведенная типизация дает возможность использовать современные программы мониторинга для больших групп водоемов СЗП, учитывая при этом европейский опыт.

Ключевые слова: Водная рамочная директива ЕС, типизация, лиманы северо-западного Причерноморья

Вступ

В північно-західному Причорномор'ї (ПЗП) існують всі типи поверхневих водних об'єктів, на які розповсюджується дія Водної Рамкової Директиви ЄС (ВРД) [11]: річки, озера, перехідні та прибережні води.

Лимани ПЗП, для яких характерні мінливість гідрологічного режиму, широкий діапазон солоності вод, висока біопродуктивність, використовувалися людиною протягом всієї відомої історії. При цьому, найбільш потужний вплив господарської діяльності на ці об'єкти спостерігається останні сто років [1, 2, 8, 9]. Цей вплив вже призвів до зростання забруднення, евтрофікації водойм, а в деяких випадках до втрати їх природних властивостей: Хаджибейський лиман – накопичувач стічних вод, лиман Сасик – іригаційний резервуар, Малий Аджалікській і Сухий лимани – морські портові акваторії. При цьому, незважаючи на очевидні негативні наслідки, для лиманів досі не розроблені плани водного менеджменту та моніторингу.

Для річок та озер методологія проведення інтегрованого моніторингу країнами ЄС в останні десятиріччя була доволі добре розроблена, тому що на річках Причорномор'я – Дунай, Дніпро, Дністер, Південний Буг та інших в останні роки виконувалось декілька європейських проектів [10, 13], серед переліку завдань яких була і гармонізація програм моніторингу у відповідності з

вимогами ВРД. Для таких об'єктів, як лимани, методологія моніторингу в ЄС знаходиться в стадії розробки та погодження, тому що лимани є особливим класом водних об'єктів, які в залежності від характеру водного балансу можна віднести навіть до озер (приклад – Куяльницький лиман), до перехідних вод (приклад – Дністровський лиман), або до прибережних морських вод (приклад – Тузловська група лиманів). Саме тому в Одеському національному університеті імені І.І. Мечникова (ОНУ) значне місце займають дослідження лиманів ПЗП (рис. 1), фізико-хімічні, гідроморфологічні та біологічні характеристики яких суттєво відрізняються один від одного і коливаються в доволі широких межах.

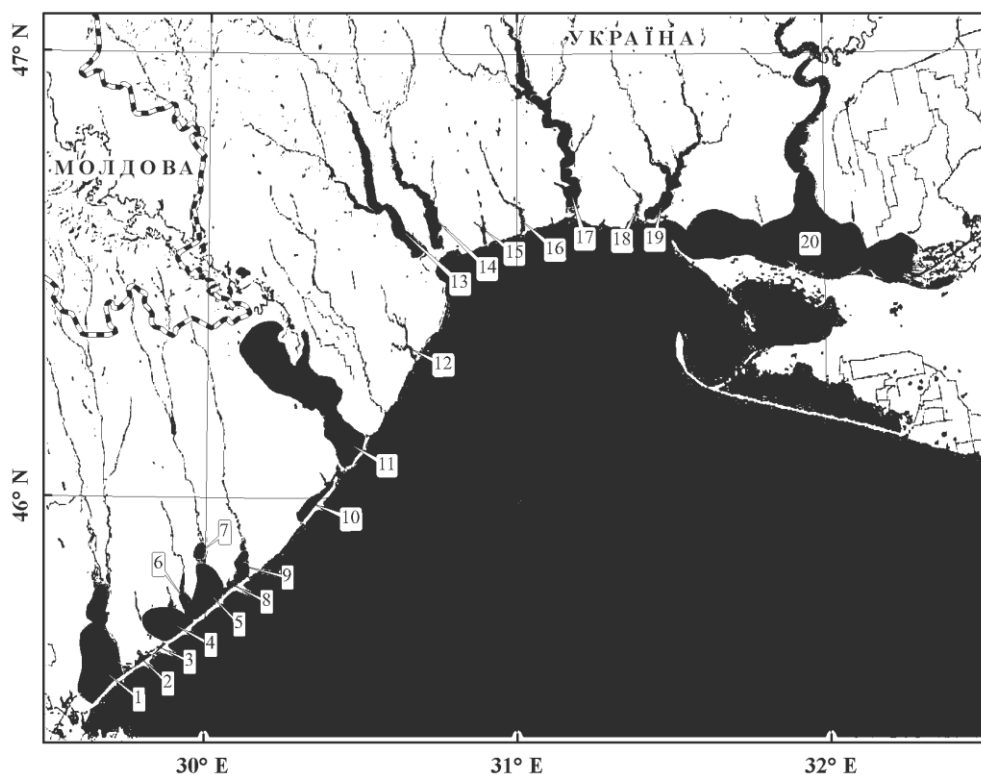
Враховуючи велику кількість лиманів, конкретні програми моніторингу розробляються в ОНУ для їх типових груп, що були сформовані по близькості цих водних об'єктів за низкою природних властивостей. При цьому, типизація лиманів проводиться згідно методологічних підходів, які представлені у ВРД [11]. Мета типизації – у визначенні типових специфічних особливостей водних об'єктів, які стануть основою класифікації. Визначення типології має наслідки для всіх наступних аспектів використання ВРД: для моніторингу, оцінки сучасного та референційного (початкового) стану об'єктів та звітності по водоймам.

Методика досліджень

Додаток II до ВРД та деякі інші методичні розробки в країнах ЄС [3, 11, 12] дають вказівки про те, як повинно здійснювати типологію водних об'єктів, а також які можуть бути використані для цього обов'язкові і необов'язкові параметри.

У вказаних вище методиках поняття «лимани» відсутнє, але є термін «прибережна лагуна» (Coastal lagoon) [12]. Прибережні лагуни можуть бути віднесені як до «прибережних», так і до «перехідних вод»,

залежно від того, чи підходить лагуна до визначення ключових властивостей «перехідних вод» згідно ВРД: «безпосередня близькість до гирла річок» і «суттєвий вплив прісноводних потоків». Морфологічні особливості водойм: коси, острови можуть бути використані для визначення кордону «перехідних вод», особливо у випадках, коли вони збігаються з біологічними кордонами.



1 – Сасик; 2 – Джантшейський; 3 – Малий Сасик; 4 – Шагани; 5 – Алібей; 6 – Карачаус; 7 – Хаджидер; 8 – Курудіол; 9 – Бурнас; 10 – Шаболатський; 11 – Дністровський; 12 – Сухий; 13 – Хаджибейський; 14 – Куяльницький; 15 – Великий Аджаликський; 16 – Малий Аджаликський; 17 – Тілігульський; 18 – солонець Тузли; 19 – Березанський; 20 – Дніпробузький

Рис. 1 – Розташування лиманів північно-західного Причорномор'я

При виконанні типізації у якості нульової гіпотези нами прийнято, що лимани ПЗП відносяться до «перехідного типу» поверхневих вод [11]. Перехідний тип вод згідно системи «А» ВРД диференціюється за наступними параметрами: розташуванню в екорегіонах; середньорічною солоністю; середньою амплітудою припливів; а також за гідроморфологічними елементами, що підтримують біологічні елементи якості (ЕЯ) водних об'єктів: коливанням глибини; структурою та субстратами дна; структурою приливної зони; потоками прісної води і відкритістю до хвиль.

Мінімальний розмір лиманів (лагун), які розглядаються, повинен бути таким же, як мінімальний розмір озер. У Додатку II ВРД найменший розмір озер, включених у систему «А», від 0,5 до 1 км². Однак, це не повинно розглядатися як абсолютне значення, і можуть розглядатися об'єкти менше, ніж 0,5 км², особливо якщо вони знаходяться в небезпеці погіршення екологічного стану, або відповідають високому екологічному стану і тому потребують захисту.

Згідно правил ВРД немає чіткого визначення, до якого екорегіону відноситься Чорне море [11]. Тому, нами його включено у екорегіон Середземного моря, як єдиного моря, що має безпосереднє з'єднання з Чорним морем. У такому припущенні, усі лимани ПЗП знаходяться у єдиному екорегіоні.

При типізації «перехідних вод» по середньорічній солоності у ВРД використовуються наступні діапазони (у проміле) [11]:

- < 0,5 – прісна вода;
- від 0,5 до < 5 – олігогалінна;
- від 5 до < 18 – мезогалінна;
- від 18 до < 30 – полігалінна;
- від 30 до < 40 – еугалінна.

Однак, нами до цього переліку доданий діапазон «гіпергалінні водойми», який зазначає солоність більш ніж 40 ‰.

Величина припливів на акваторії Чорного моря менше ніж 10 сантиметрів [3], тому у типізації лиманів ПЗП цей параметр не використовувався, як і відкритість до хвиль у силу значної або повної ізольованості лиманів береговими формами рельєфу.

Крім вищезазначених параметрів, при типізації водойм по ВРД можлива, а іноді

необхідна експертна оцінка по використанню інших важливих властивостей. Тому, для типізації лиманів ПЗП по фізичним та гідроморфологічним ознакам нами брались як параметри по ВРД, так і інші властивості водойм, без яких вона (типізація) була б неповною та не всеосяжною:

- середньорічна солоність (по ВРД);
- коливання глибини (по ВРД);
- притік прісної води (по ВРД);
- генезис водойм (по експертній оцінці);
- площа водозбору (по експертній оцінці).

Цей набір параметрів для типізації лиманів північно-західного Причорномор'я відрізнявся від набору у схожій роботі, що була проведена в Інституті морської біології Національної академії наук України [7]: об'єм водної котловини; площа водного дзе-

ркала; діапазон глибин та площа водозбору, так як у нашому випадку упор був зроблений на параметри по ВРД. Однак, у якості інструмента для проведення типізації, також як і у роботі [7], використовувався блок кластерного аналізу у обчислювальному пакету Statistica [5] по методу Уорда без урахування пріоритетності параметрів з використанням евклідової відстані в якості міри близькості об'єктів.

Кластерний аналіз – відповідний інструмент для проведення типізації об'єктів по набору різнорідних, не пов'язаних друг з другом ознак. Крім того, кластерний аналіз у даному випадку найбільш ефективний, тому що цей інструмент призначений для об'єднання об'єктів у класи (кластери) таким чином, щоб в один клас потрапляли максимально схожі, а об'єкти різних класів максимально відрізнялися один від одного.

Результати досліджень

Як вказано вище, для типізації 20-ох лиманів ПЗП використовувались параметри: середньорічна солоність, коливання глибини, приток прісної води, генезис водойм та площа водозбору. По кожному параметру була проведена класифікація в ме-

жах лиманів ПЗП і кожному класу був призначений свій номер (табл. 1 – 5). При класифікації використовувалась інформація з літературних джерел [1 – 2, 4, 6 – 9] та власних спостережень і розрахунків співробітників ОНУ у 2006–2016 рр.

Таблиця 1

Класифікація лиманів ПЗП за середньорічною солоністю

Клас	Тип по ВРД	Діапазон значень, ‰	Лиман
1	Прісна вода	< 0,5	Дністровський, Дніпробузький
2	Олігогалінна	0,5-5	Сасик
3	Мезогалінна	5-18	Хаджибейський, Джантшейський, Малий Сасик, Шаболатський, Сухий, Мал.Аджаликський, Березанський
4	Полигалінна	18-30	Шагани, Карачаус, Алібей, Хаджидер, Курудіол, Бурнас, Тілігульський, Вел.Аджаликський
5	Еугалінна	30-40	-
6	Гіпергалінна	> 40	Куяльницький, солонець Тузли

Таблиця 2

Класифікація лиманів ПЗП за діапазоном коливання глибини

Клас	Тип	Діапазон значень, м	Лимани
1	Мілко-водний	0,5-3,0	Сасик, Шаболатський, Карачаус, Шагани, Курудіол, Бурнас, Алібей, Малий Сасик, Вел.Аджаликський, Джантшейський, солонець Тузли, Хаджидер
2	Середнеглибинний	0,5-7,0	Дністровський, Куяльницький
3	Глибокий	0,5-25,0	Дніпробузький, Березанський, Хаджибейський, Тілігульський, Мал.Аджаликський, Сухий

Таблиця 3

Класифікація лиманів ПЗП за значністю притоку прісної води

Клас	Тип	Лимани
1	Річковий	Сасик, Малий Сасик, Джантшейський, Хаджибейський
2	Річковий-морський	Шаболатський, Куяльницький, Тілігульський, Дніпробузський, Дністровський
3	Морський	Карачаус, Шагани, Курудіол, Бурнас, Алібей, Вел.Аджаликський, Хаджидер, Березанський, Мал.Аджаликський, Сухий
4	Відсутній	Солонець Тузли

Таблиця 4

Класифікація лиманів ПЗП за генезисом походження водойм

Клас	Тип	Лимани
1	Лагунний	Шагани, Бурнас, Алібей, Шаболатський, Джантшейський, Малий Сасик, Карачаус, Хаджидер, Курудіол
2	Заплавний	Березанський, Хаджибейський, Вел.Аджаликський, Тілігульський, Куяльницький, Мал.Аджаликський, Сухий, Сасик, солонець Тузли
3	Естуарний	Дніпробузський, Дністровський

Таблиця 5

Класифікація лиманів ПЗП за величиною площі водозбору

Клас	Тип по [7] зі змінами	Діапазон значень, кв.км.	Лимани
1	Дуже малий	8-118	Малий Сасик, Джантшейський
2	Малий	119-1924	Шаболатський, солонець Тузли, Вел.Аджаликський, Карачаус, Шагани, Курудіол, Мал.Аджаликський, Сухий, Бурнас, Хаджидер, Алібей, Березанський
3	Середній	1925-13940	Куяльницький, Хаджибейський, Тілігульський, Сасик
4	Великий	13941-614969	Дністровський, Дніпробузський

Результати класифікацій по п'яти параметрам подалі використовувались у кластерному аналізі, за яким створено ієрархічне дерево або дендрограма (рис. 2).

Дендрограма починається зліва з кожного лиману в своєму власному кластері. При русі вправо, подібні за властивостями лимани об'єднуються у кластери: вузли дендрограми представляють об'єднання двох або більше кластерів, положення вузлів на осі визначає відстань, на якій були об'єднані відповідні кластери. Виходячи з представлення результатів у вигляді дендрограми, нами було зроблено припущення, що лимани утворюють п'ять природних кластерів. Перевірку цього припущення було проведено розбиттям вихідних даних кластеризацією методом «к-середніх» на п'ять кластерів і перевіркою значущості відмінності між отриманими групами.

Метод «к-середніх» полягає в наступному. Обчислення починаються з k випадко-

во вибраних спостережень (у нашому випадку $k=5$), які стають центрами груп, після чого об'єктний склад кластерів змінюється з метою мінімізації мінливості всередині кластерів і максимізації мінливості між кластерами. Кожне наступне спостереження ($k+1$) відноситься до тієї групи, міра схожості з центром ваги якого мінімальна. Після зміни складу кластеру обчислюється новий центр ваги, найчастіше як вектор середніх по кожному параметру. Алгоритм продовжується до тих пір, поки склад кластерів не перестане змінюватися.

Результати типізації лиманів ПЗП методом «к-середніх» наведено у табл. 6, а у табл. 7 вказані елементи дисперсійного аналізу середніх значень використаних параметрів по кожному кластеру, щоб оцінити, наскільки вони різняться між собою. Значення $p < 0,05$ свідчить про значне розходження між кластерами.

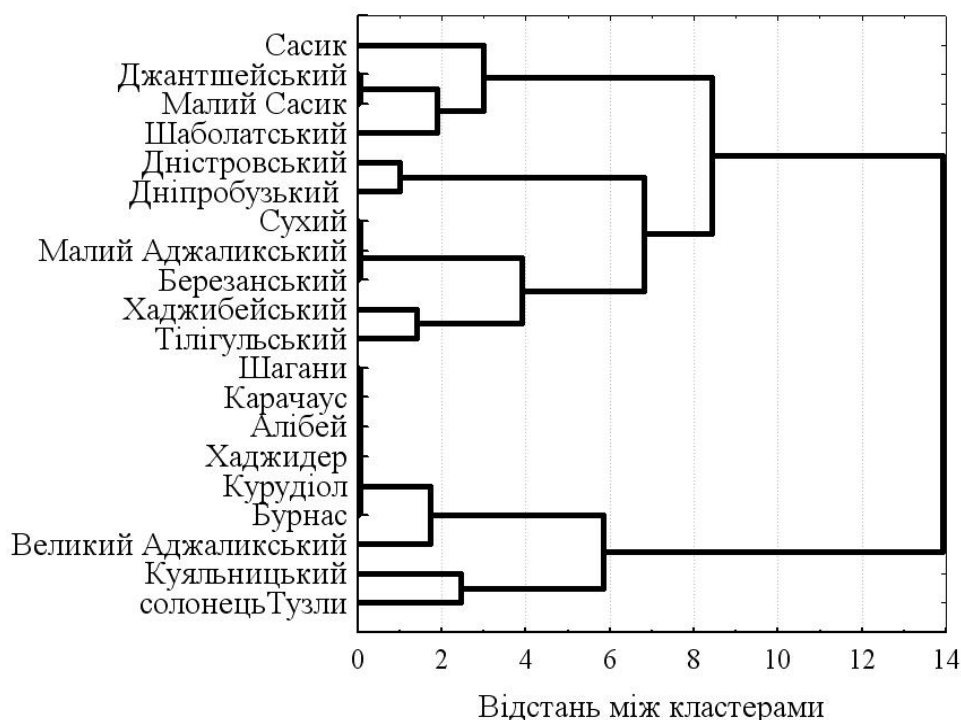


Рис. 2 – Дендрограма подібності лиманів північно-західного Причорномор'я на основі параметрів по ВРД та за експертною оцінкою

Таблиця 6

Розташування лиманів ПЗП по 5-ти кластерам

Кластер	Кластер по [7]	Лиман	Відстань від центру кластера	Клас по солоності	Клас по коливанню глибини	Клас по значності притоку прісної води	Клас по генезису водойми	Клас по площі водозбору
1	4	Сасик	0,74	2	1	1	2	3
	2	Джантшейський	0,39	3	1	1	1	1
	2	Малий Сасик	0,39	3	1	1	1	1
	2	Шаболатський	0,39	3	1	2	1	2
2	4	Шагани	0,06	4	1	3	1	2
	2	Карачаус	0,06	4	1	3	1	2
	4	Алібей	0,06	4	1	3	1	2
	4	Хаджидер	0,06	4	1	3	1	2
	-	Курудіол	0,06	4	1	3	1	2
	4	Бурнас	0,06	4	1	3	1	2
	2	Вел. Аджаликський	0,38	4	1	3	2	2
3	5	Сухий	0,33	3	3	3	2	2
	1	Хаджибейський	0,69	3	3	1	2	3
	5	Мал. Аджаликський	0,33	3	3	3	2	2
	1	Тілігульський	0,48	4	3	2	2	3
	5	Березанський	0,33	3	3	3	2	2
4	5	Дністровський	0,22	1	2	2	3	4
	3, 5	Дніпробузький	0,22	1	3	2	3	4
5	1	Куяльницький	0,55	6	2	2	2	3
	2	Солонець Тузли	0,55	6	1	4	2	2

Таблиця 7

Елементи дисперсійного аналізу параметрів в 5-ти відібраних кластерах

Параметр	Суми квадратів	p - рівень значності
Тип солоності	29,4	0,000
Коливання глибини	15,2	0,000
Приток прісної води	8,9	0,006
Генезис	6,9	0,000
Площа водозбору	7,8	0,003

Обговорення результатів досліджень

Згідно проведеної типізації лиманів ПЗП виявлено наступні закономірності для п'яти виділених груп лиманів.

У кластер номер один входять лагунно-заплавні лимани без відкритого сполучення з морем. Причому заплавний тип тільки у лиману Сасик. Лимани цього кластеру олігогалінні і мілководні. Приплив морських вод в ці водойми обмежений фільтрацією через піщані коси, насипи, дамби за винятком Будакського лиману, куди морська вода може потрапляти по каналам що зв'язані з морем та Дністровським лиманом. Площа водозбору водойм цього кластеру сильно варіює в розмірах і може бути трьох типів: дуже мала, мала та середня.

Більш однорідний кластер номер два. Його складають полігалінні, мілководні водойми, лагунного типу з малою площею водозбору. Основна приходна частина водного балансу цих лиманів – морська, і тільки в окремі роки у весняний сезон істотну частину балансу становить річковий (материковий) стік за рахунок накопичених в холодну частину року опадів.

Третій кластер представлений групою з п'яти лиманів з досить широким діапазоном досліджуваних властивостей. Це вузькі меридіонально витягнуті заплавні глибокі водойми, причому глибокі як в силу своїх природних особливостей, так і внаслідок днопоглиблювальних робіт з перетворенням двох із них в портові акваторії: Сухий і Малий Аджаликський лимани. Солоність води в цих водоймах класифікується, в основному, як мезогалінна, за винятком Тилігульського лиману, де в останні роки через порушення постійного зв'язку з морем солоність води значно перевищує солоність морських вод. Найбільш прісним лиманом у цій групі є Хаджибейський, в силу того, що у нього немає прямого зв'язку з морем, проте є постійний приплив прісних вод з очисних споруд м. Одеса. Площі водозбору лиманів цього кластеру малі та середні.

Кластер чотири включає великі за площею водозбору естуарні лимани, основну приходну частину водного балансу яких утворюють великі річки: Дністер, Дніпро та Буг. Це величезні водойми, зі значним запасом прісної води і з колосальним біологічним потенціалом. Лимани мають постійний зв'язок із морем і періодично відчують його вплив на солоність своїх вод і біологічні компоненти екосистем. Єдина відмінність між цими лиманами по нашому списку параметрів - діапазон коливання глибини більше в Дніпробузькому лимані.

П'ятий кластер об'єднує дві унікальних за своїми властивостями гіпергалінні водойми. Це заплавні лимани, що значно відрізняються за площею водозбору, але обидва мають таку солоність води, яка інколи перевищувала 335 г/л, що дозволяло в давньогрецьку, татарсько-турецьку епоху і при Російській імперії організувати на них соляні промисли. Якщо солонець Тузли практично завжди був мілководний, то глибини на Куяльницькому лимані в давні часи досягали семиметрової позначки. В даний час у солонця Тузли відсутнє сполучення з морем; в Куяльник проводиться періодичне штучне закачування морської води у зимовий період.

Порівнюючи результати нашої типізації з результатами роботи [7] (табл. 6), слід вказати на деякі корінні відмінності:

- лимани є надзвичайно специфічними гідрохімічними умовами – Куяльницький та солонець Тузли нами виділені у окремий кластер;

- всі лимани Тузовської групи нами об'єднані в один кластер, але лиман Сасик, на відміну від [7], винесений у інший кластер з того, що у цю водойму може надходити (хоча і не цілий рік) значний річковий приток;

- лимани естуарного генезису (Дністровський та Дніпробузький), на відміну від [7], нами також виділені у окремий кластер в першу чергу тому, що приток прісної во-

ди у ці водойми непропорційно більшій, ніж приток у такі лимани, як Березанський, Малій Аджаликський чи Сухий.

Вищевказані відмінності ілюструють зручність і гнучкість методу кластерного аналізу при проведенні такого роду типізації, яка може бути заточена під специфічний вид моніторингу. Додавання до гідро-

лого-морфометричних характеристик водойм по [7] деяких інших значно змінило результати типізації. Вочевидь, що додавання до використовуваних нами параметрів характеристик, наприклад, структури, субстратів дна та біологічних показників в водоймах також перегрупує їх по кластерам і ускладнить класифікацію.

Висновки

Використовуючи гідролого-морфометричні, гідрохімічні та генезисні характеристики велика кількість лиманів північно-західного Причорномор'я згрупована у п'ять кластерів:

- 1) лагунно-заплавні лимани без відкритого сполучення з морем, олігогалінні і мілководні з помірним діапазоном площі водозбору;
- 2) полігалінні, мілководні водойми лагунного типу з малою площею водозбору і, в основному, з морською приходною частиною водного балансу;
- 3) вузькі дуже витягнуті заплавні глибокі водойми, в основному, мезогалінні, також з помірним діапазоном площі водозбору;
- 4) естуарні лимани, з великою площею водозбору, з основною частиною водного бала-

нсу річкового походження та постійним зв'язком із морем;

5) заплавні гіпергалінні водойми, мілководні, без природного сполучення з морем.

Базуючись на проведеній типізації лиманів Причорномор'я, виконаної в рамках держбюджетної теми «Дослідити стан типових водних об'єктів Причорномор'я та розробити науково-методичні рекомендації для проведення їх екологічного моніторингу» (ОНУ, 2015-2016 рр., наук. кер. В. І. Медінець), яка фінансувалась Міністерством освіти і науки України, були розроблені та впроваджені програми інтегрованого моніторингу фізико-хімічних, гідроморфологічних та гідробіологічних показників якості водних об'єктів для кожного визначеного типу лиманів.

Література

1. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья : [коллективная монография] ; под ред. Ю. С. Тучковенко, Е. Д. Гопченко. Одесса : ТЭС, 2011. 224 с.
2. Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення // Зб. мат. всеукр. наук.-практ. конф. Одеса : ТЕС, 2012. 160 с.
3. Парр У. Пояснения по разработке типологии прибрежных и переходных водных объектов в соответствии с Водной рамочной директивой . Environmental Protection of International River Basins Project Publications : 2015. 35 с. URL: <http://blacksea-riverbasins.net/en/node/890>
4. Лиманы Северного Причерноморья./Полищук В. С. та інш. Киев : Наук. думка, 1990. 204 с.
5. Программа STATISTICA. URL: <http://statsoft.ru/products/overview/>
6. Северо-западная часть Чёрного моря: биология и экология; под ред. Ю. П. Зайцева, Б. Г. Александрова. Киев : Наук. думка, 2006. 701 с.
7. Соколов Е. В. Типизация лиманов северо-западного Причерноморья на основе гидролого-морфометрических характеристик // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту, сер. біол. 2015. № 1 (62). С. 49-56.
8. Старушенко Л. И., Бушуев С. Г. Причерноморские лиманы Одесщины и их рыбохозяйственной использование. Одесса : АстроПринт, 2001. 112 с.
9. Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В. Природа Причерноморских лиманов : [монография] Одесса : Астропринт, 2011. 276 с.
10. Diagnostic Report II (EMBLAS): Guiding Improvements in the Black Sea Monitoring System // Edited by Violeta Velikova. Environmental Monitoring in the Black Sea (EMBLAS EC-UNDP) Project Publications. 2015. 479 p. URL: <http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2015/02/diagnostic-report-2-feb-2015.pdf>
11. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy // European Communities. - 2000. – 133 p. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>
12. Guidance Document No 5: Transitional and Coastal Waters – Typology, Reference Conditions and Classification Systems// European Communities. 2003. 116 p. URL: <http://www.waterframeworkdirective.wdd.moa.gov.cy/guidance.html>
13. Technical Assistance for the Lower Dniester River Basin Management Planning. EuropeAid/120944/C/SV/UA // Project Completion report. Odessa : 2007. 73 p.

Надійшла до редколегії 14.03.2017