

УДК 504.45.058

DOI: 10.18524/2303–9914.2021.1(38).234645

Є. І. Газетов, наук. співробітник,
В. І. Медінець, канд. фіз.-мат. наук, пров. наук. співробітник,
С. М. Снігірьов, канд. біол. наук, пров. наук. співробітник,
Н. В. Ковальова, канд. біол. наук, пров. наук. співробітник,
С. В. Медінець, д-р природ. наук, пров. наук. співробітник
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Регіональний міжвідомчий центр інтегрованого
моніторингу і екологічних досліджень,
пров. Маяковського 7, м. Одеса, 65082 Україна
gazetov@gmail.com

ГІДРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДНІСТРОВСЬКОГО ЛИМАНУ ЗА ДОСЛІДЖЕННЯМИ ВЛІТКУ 2003–2019 РР.

У статті вивчені особливості межирічних змін деяких характеристик гідрологічного режиму Дністровського лиману влітку 2003–2019 рр. за результатами щорічних експедицій Одеського національного університету імені І. І. Мечникова. Встановлені особливості розподілу величин гідрологічних характеристик по акваторії лиману, які вказують на річковий стік, інтрузію морських вод і вітрову активність, як на визначальні чинники формування гідрологічного режиму лиману. Зафіксовані тренди зростання середніх величин температури та електропровідності води в Дністровському лимані влітку 2003–2019 рр., які пов'язуються з довгостроковими кліматичними змінами над Європою та недбайливим господарюванням в річковому господарстві.

Ключові слова: Дністровський лиман, гідрологічний режим, прозорість, температура, електропровідність води. ВСТУП

ВСТУП

Дністер – велика річка Східної Європи з площею водозбору більш ніж 72 тис. кв. км, яка створила розлогу заболочену дельту з озер, проток та стариць, з великою площею заростей водної рослинності, що мають дуже важливе значення для очищення річкової води від забруднення та мулу перед впадінням в Дністровський лиман.

Зарегулювання водного стоку Дністра каскадом водосховищ змінило та погіршило природний гідрологічний режим самої річки, її дельти і Дністровського лиману. За результатами досліджень транскордонного моніторингу в проєкті «Дністер без границь» (2013, с. 32) встановлено, що існуюча система гідрологічних вимірювань на транскордонних ділянках Дністра не дає можливості для задовільного управління водним режимом річки. А результативність щорічних еколого-репродуктивних попусків води з водосховищ, контрольованих Державним агентством водних ресурсів України, до сих пір чітко не визначена

і оцінюється за моніторингом екосистеми дельти Дністра в Нижньодністровському національному природному парку (Анализ влияния, 2019, с. 41), що є недостатньо репрезентативним, тому що парк охоплює тільки частину Нижнього Дністра та незначну частину Дністровського лиману.

Задля упередження подальшого відходу від референційних умов водних середовищ на річці, в озерах та лимані дуже важливим є регулярний контроль гідрологічних показників. В українській частині Нижнього Дністра: в річках, озерах та в Дністровському лимані Одеський національний університет імені І.І. Мечникова (ОНУ) з 2002 року проводить широкий спектр екологічних досліджень (Газетов, Медінець, & Снігирьов, 2012, 2018; Ковалева та ін., 2010), який включає у себе також і спостереження за гідрологічними характеристиками.

Метою цього дослідження є вивчення межирічних змін таких характеристик гідрологічного режиму Дністровського лиману, як прозорість, температура та електропровідність води за результатами щорічних літніх експедицій ОНУ у 2003–2019 рр. Для досягнення вказаної мети ставилось завдання проаналізувати ряди даних за вказаними характеристиками, які отримані за роки спостережень, для встановлення межирічних та просторових закономірностей розповсюдження величин характеристик по акваторії лиману.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

В роботі використані результати вимірювань прозорості, температури та електропровідності води в поверхневому та придонному шарах Дністровського лиману на 19-ти комплексних екологічних станціях (рис. 1), які виконувались співробітниками Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень (РЦІМ) ОНУ імені І.І. Мечникова у 2003–2019 рр.

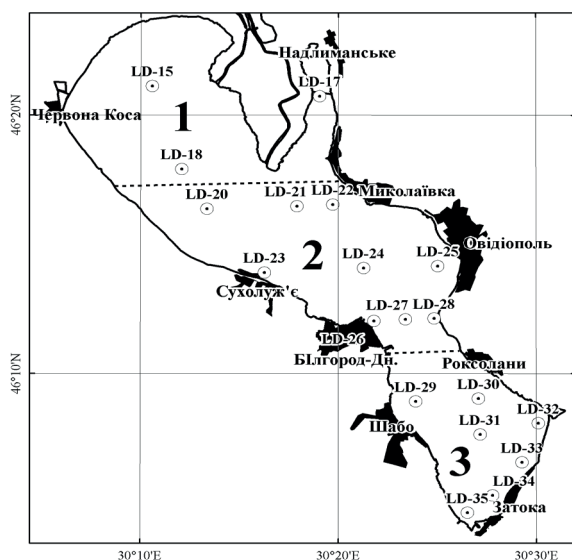


Рис. 1. Схема станцій в Дністровському лимані, умовно поділеному (переривчата лінія) на північну (1), середню (2) і південну (3) частини

Відносну прозорість води з точністю визначення – 0,1 м вимірювали за допомогою білого диска (диск Секкі) (Руководство по гидрологическим, 1977, с. 301).

Спостереження за прозорістю проводили з тінювого боку плавзасобу, щоб уникнути попадання в око спостерігача променів сонячного світла, відбитих водною поверхнею. При спостереженнях диск разом з кінцевим вантажем на маркованої мотузці опускали в глибину до межі видимості, потім поперемінно опускаючи і піднімаючи диск, визначали горизонт, на якому він перестає бути видимим. Спостереження повторювали кілька разів, переконуючись, що послідовні визначення значно не відрізняються одне від одного, та брали за відносну прозорість середнє зі всіх визначень.

Вимірювання температури та електропровідності в поверхневому та придонному шарах води проводилось датчиками портативного аналізатора HACH (HQd Portable Meter, 2020). У процесі вимірювання датчики безпосередньо занурювались на відповідний горизонт, де вони для термостатувались певний час, про закінчення якого прилад сигналізував звуком. Точність визначення складала $\pm 0,3$ °C та 0,01 mSm відповідно.

Статистична обробка, аналіз та картографування результатів вимірювань гідрологічних характеристик виконувались за допомогою програм EXCEL та ARCGIS і SURFER. В процесі аналізу використовувались щорічні просторові розподіли гідрологічних характеристик в Дністровському лимані на двох водних горизонтах: поверхневому та придонному, а також встановлювались особливості межирічних змін цих характеристик.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз результатів експедиційних спостережень показав, що величини прозорості, температури та електропровідності води в Дністровському лимані влітку 2003–2019 рр. змінювались в широких межах (табл. 1).

Прозорість. Найбільші величини прозорості води за весь період досліджень ОНУ спостерігалися у 2010 р. в південній частині лиману – 1,5 м (Газетов, Медінець, & Снігірьов, 2018) та у 2007 р. в Карагольській затоці – 1,8 м (Ковалева та ін., 2010). Згідно отриманого просторового розподілу відносно більші величини прозористі води Дністровського лиману у 2003–2019 рр. звичайно спостерігались: в північній частині лиману – в центрі акваторії ($\geq 0,5$ м у 75% років); в середній частині лиману – також в центрі ($\geq 0,5$ м у 60–80% років); в південній частині лиману – по центру частини та поблизу Цареградського гирла ($\geq 0,5$ м у 63% років) (приклад просторового розподілу прозорості наведено на рис. 2).

Відносно менші величини прозорості звичайно спостерігалися: в північній частині Дністровського лиману – в Карагольській затоці ($< 0,5$ м у 80% років); в середній частині лиману – поблизу с. Сухолуж'є ($< 0,5$ м у 85% років), м. Овідіополь ($< 0,5$ м у 70% років) та м. Білгород-Дністровський ($< 0,5$ м у 80% років); в південній частині лиману – поблизу с. Шабо ($< 0,5$ м у 80% років) та с. Роксолані ($< 0,5$ м у 67% років) (приклад просторового розподілу прозорості наведено на рис. 3).

Таблиця 1

**Середні (граничні) величини прозорості, температури
та електропровідності води в трьох умовних частинах
Дністровського лиману у 2003–2019 рр.**

Період	Частина лиману	Прозо- рість води, м	Температура поверхневого шару води, °C	Температура придонного шару води, °C	Електропровід- ність поверхневого шару води, мСм/см	Електропровід- ність придонно- го шару води, мСм/см
17–25.07.2003 р.	Північна	0,6 (0,2–1,0)	21,8 (21,5–22,4)	21,6 (20,9–22,2)	0,502 (0,456–0,576)	0,505 (0,456–0,576)
	Середня	0,5 (0,2–0,5)	24,3 (22,2–26,7)	23,7 (22,0–25,7)	1,780 (0,489–3,870)	2,538 (0,488–8,180)
	Південна	0,8 (0,5–1,0)	27,5 (27,2–27,8)	25,6 (23,8–26,5)	6,300 (4,870–9,210)	10,103 (6,100–16,700)
27–28.07.2004 р.	Північна	0,8 (0,5–1,0)	26,7 (26,2–27,2)	26,6 (26,0–27,1)	0,540 (0,459–0,621)	0,543 (0,462–0,623)
	Середня	0,6 (0,4–0,9)	27,3 (26,7–27,9)	27,1 (26,7–27,9)	2,785 (0,455–4,930)	3,019 (0,457–5,190)
	Південна	1,0 (0,6–1,1)	27,1 (26,9–27,4)	26,4 (25,2–26,9)	10,363 (9,430–11,250)	11,750 (10,590–13,530)
04–07.07.2005 р.	Північна	0,6 (0,5–1,0)	22,6 (21,3–23,3)	21,9 (21,3–22,8)	0,467 (0,456–0,501)	0,470 (0,456–0,511)
	Середня	0,5 (0,3–0,9)	23,2 (21,7–24,9)	21,5 (20,8–23,6)	0,482 (0,417–0,819)	0,632 (0,439–1,456)
	Південна	0,5 (0,3–0,8)	23,1 (22,4–24,4)	20,7 (19,9–22,3)	2,124 (0,465–5,350)	14,278 (0,465–18,800)
22–25.07.2006 р.	Північна	1,0 (0,7–1,4)	25,9 (25,8–26,0)	24,8 (24,3–25,5)	0,478 (0,401–0,578)	0,816 (0,407–1,459)
	Середня	0,5 (0,4–0,7)	25,2 (24,3–25,9)	24,1 (23,3–24,7)	0,486 (0,385–0,840)	0,920 (0,392–3,380)
	Південна	0,7 (0,6–1,0)	24,6 (24,1–25,5)	23,6 (22,5–24,5)	4,024 (1,900–5,380)	11,947 (3,760–18,900)
15–19.07.2007 р.	Північна	0,4 (0,3–0,5)	23,1 (22,7–23,9)	22,7 (22,5–23,0)	0,801 (0,495–1,410)	0,782 (0,495–1,352)
	Середня	0,5 (0,2–0,9)	25,1 (22,8–26,5)	23,9 (22,2–27,3)	1,564 (0,504–5,550)	5,899 (0,506–17,100)
	Південна	0,9 (0,6–1,8)	25,5 (21,8–27,4)	23,8 (21,0–27,1)	15,081 (2,880–27,100)	19,038 (13,000–27,200)
28.- 30.07.2008 р.	Північна	0,5 (0,3–0,8)	23,9 (23,3–24,6)	23,9 (23,3–24,6)	0,506 (0,480–0,547)	0,505 (0,480–0,547)
	Середня	0,5 (0,3–0,7)	24,1 (23,6–24,8)	23,7 (23,1–24,1)	0,503 (0,435–0,616)	0,769 (0,426–2,060)
	Південна	0,5 (0,3–0,8)	24,3 (23,2–25,2)	23,9 (23,1–25,0)	4,083 (1,015–8,810)	4,939 (1,371–10,570)
25.- 27.06.2009 р.	Північна	0,5 (0,5–0,6)	25,3 (24,8–25,8)	25,2 (24,8–25,7)	0,586 (0,560–0,629)	0,586 (0,560–0,629)
	Середня	0,6 (0,5–0,7)	26,3 (25,7–26,8)	25,9 (25,6–26,3)	0,555 (0,532–0,583)	0,558 (0,546–0,583)
	Південна	0,3 (0,3–0,6)	26,2 (25,8–26,6)	25,6 (23,5–26,3)	2,071 (0,608–5,471)	4,878 (0,608–20,050)

Продовження таблиці 1

Період	Частина лимону	Прозо- рість води, м	Температура поверхневого шару води, °C	Температура придонного шару води, °C	Електропровід- ність поверхневого шару води, мСм/см	Електропровід- ність придонно- го шару води, мСм/см
21.-23.07.2010 р.	Північна	0,6 (0,3–0,8)	26,5 (26,0–27,1)	26,0 (25,4–26,7)	0,519 (0,484–0,587)	0,518 (0,484–0,586)
	Середня	0,5 (0,3–1,5)	26,9 (26,5–27,6)	26,6 (26,3–27,6)	0,497 (0,471–0,522)	0,495 (0,470–0,522)
	Південна	0,1 (0,1–0,1)	26,3 (25,8–26,7)	26,3 (25,7–26,6)	0,518 (0,498–0,556)	0,521 (0,498–0,556)
24.-26.07.2011 р.	Північна	0,5 (0,3–0,7)	26,3 (25,6–27,5)	25,3 (24,7–26,3)	2,767 (0,623–7,042)	2,878 (0,637–7,360)
	Середня	0,5 (0,3–0,7)	25,8 (25,2–26,4)	25,0 (24,5–25,6)	1,340 (0,546–3,892)	1,657 (0,551–5,349)
	Південна	0,5 (0,4–0,6)	25,2 (25,0–25,5)	24,7 (20,7–25,5)	4,370 (1,948–6,020)	7,937 (2,041–30,921)
17.-21.07.2012 р.	Північна	0,3 (0,2–0,4)	24,6 (23,4–26,1)	24,5 (23,4–25,7)	1,104 (0,506–1,774)	1,105 (0,506–1,780)
	Середня	0,3 (0,3–0,4)	25,4 (24,7–26,4)	24,9 (23,6–25,4)	0,684 (0,370–1,258)	0,707 (0,385–1,300)
	Південна	0,3 (0,2–0,4)	24,8 (22,5–25,7)	24,6 (22,3–25,7)	5,660 (0,806–15,686)	14,937 (0,833–35,258)
16.-19.07.2013 р.	Північна	0,3 (0,2–0,5)	25,5 (24,6–26,5)	24,2 (24,0–24,5)	0,694 (0,544–0,921)	0,702 (0,547–0,938)
	Середня	0,4 (0,2–0,5)	23,7 (22,8–26,5)	23,6 (22,9–25,6)	1,274 (0,437–3,222)	1,517 (0,437–3,704)
	Південна	0,5 (0,3–0,7)	23,7 (23,3–24,1)	23,7 (23,3–24,3)	7,069 (1,366–12,187)	9,337 (1,363–25,218)
16.-21.07.2014 р.	Північна	0,5 (0,3–0,7)	25,9 (25,3–26,8)	24,9 (24,9–25,0)	0,756 (0,517–1,210)	0,760 (0,517–1,222)
	Середня	0,4 (0,3–0,8)	23,8 (23,3–25,5)	23,7 (23,3–24,9)	1,052 (0,482–2,678)	1,052 (0,482–2,702)
	Південна	0,6 (0,5–0,7)	24,0 (23,1–24,7)	23,7 (23,1–24,7)	16,386 (5,615–22,846)	21,881 (5,673–35,261)
27.-29.07.2015 р.	Північна	0,5 (0,4–0,6)	27,0 (26,3–28,3)	27,0 (26,5–28,0)	1,686 (0,573–3,911)	1,686 (0,572–3,911)
	Середня	0,5 (0,4–0,6)	27,2 (26,4–27,9)	26,9 (26,4–27,2)	1,511 (0,558–2,983)	1,810 (0,559–3,547)
	Південна	0,3 (0,2–0,6)	25,9 (25,3–26,4)	25,9 (25,3–26,6)	11,159 (4,757–15,575)	12,355 (5,662–15,528)
22.-25.07.2016 р.	Північна	0,4 (0,3–0,5)	25,9 (25,6–26,2)	25,1 (23,9–26,2)	2,249 (0,567–3,931)	2,287 (0,573–4,001)
	Середня	0,3 (0,3–0,3)	23,6 (23,6–23,6)	22,5 (22,0–22,9)	6,411 (2,843–9,979)	26,147 (25,270–27,025)
	Південна	0,6 (0,3–0,9)	23,5 (23,3–23,6)	23,4 (23,2–23,6)	22,948 (21,503–24,392)	23,603 (21,819–25,387)

Закінчення таблиці 1

Період	Частина лиману	Прозорість води, м	Температура поверхневого шару води, °C	Температура придонного шару води, °C	Електропровідність поверхневого шару води, мСм/см	Електропровідність придонного шару води, мСм/см
16.-20.07.2017 р.	Північна	0,5 (0,4–0,7)	25,2 (24,6–25,8)	24,2 (24,1–24,3)	0,752 (0,551–1,140)	0,757 (0,549–1,152)
	Середня	0,4 (0,3–0,4)	23,8 (23,4–24,7)	23,3 (21,6–24,7)	1,560 (0,526–3,435)	5,326 (0,527–25,846)
	Південна	0,5 (0,3–0,7)	22,9 (21,9–24,1)	21,8 (19,8–23,7)	9,144 (5,066–12,303)	17,933 (5,778–32,738)
14.-17.07.2018 р.	Північна	0,3 (0,2–0,4)	25,3 (24,3–26,1)	24,6 (24,1–25,5)	0,656 (0,514–0,939)	0,662 (0,516–0,939)
	Середня	0,5 (0,2–1,2)	25,3 (24,5–25,9)	25,1 (24,1–25,9)	0,963 (0,518–2,604)	0,961 (0,513–2,570)
	Південна	0,4 (0,2–0,7)	25,6 (25,2–26,3)	25,5 (25,2–26,2)	4,197 (1,295–6,754)	4,283 (1,623–6,778)
09.-17.07.2019 р.	Північна	0,3 (0,2–0,4)	22,3 (22,1–22,4)	22,5 (22,2–22,6)	0,737 (0,547–1,109)	0,737 (0,545–1,114)
	Середня	0,3 (0,2–0,7)	22,0 (21,2–22,6)	22,1 (21,6–22,4)	0,528 (0,472–0,559)	0,526 (0,471–0,559)
	Південна	0,3 (0,2–0,4)	22,8 (21,9–23,4)	21,9 (18,5–22,9)	1,144 (0,519–2,647)	6,598 (0,520–29,587)

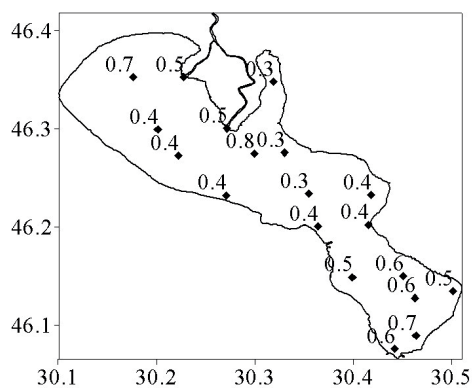


Рис. 2. Розподіл прозорості води (м)
16–21.07.2014 р.

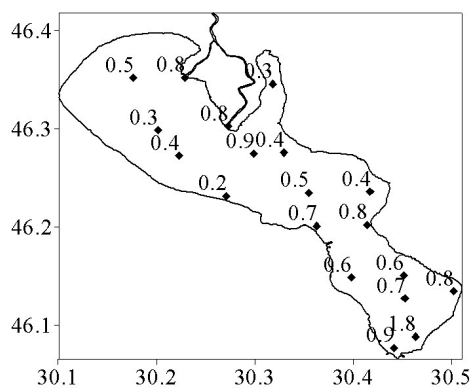


Рис. 3. Розподіл прозорості води (м)
15–19.07.2007 р.

Аналіз динаміки межирічних коливань показав значну синхронність змін середніх величин прозорості води влітку 2003–2019 рр. в північній і середній частинах лиману та інші особливості коливань прозорості в південній частині (рис. 4). У 2003, 2004, 2007, 2013, 2014, 2016 рр. прозорість води в південній

частині була вищою, ніж в інших частинах лиману, в решті років вона була близькою або нижче значень в інших частинах лиману; у 2010 і 2015 рр. спостерігались аномальні зниження прозорості води в південній частині лиману до 0,3–0,1 м.

Для всіх частин лиману зафіксовано значущі межирічні тенденції зниження прозорості води (при $P=95\%$) у літні періоди років. Для північної і південної частин зниження складало 0,02 м/рік; для середньої – 0,01 м/рік.

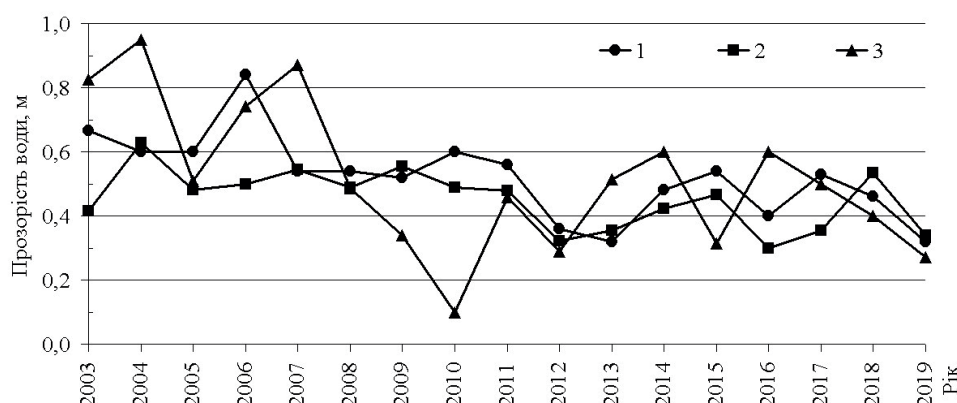


Рис. 4. Середні величини прозорості води в північній (1), середній (2) та південній (3) частинах Дністровського лиману влітку 2003–2019 рр.

Температура води. Аналіз просторового розподілу температури води Дністровського лиману показав, що влітку 2003–2019 рр. вона знаходилась в поверхневому шарі води в межах від 21,2 °C (11.07.2019 р.) до 28,3 °C (29.07.2015 р.), в придонному – в межах від 18,5 °C (09.07.2019 р.) до 28,0 °C (29.07.2015 р.).

Відносно більші або менші величини температури води упродовж періодів досліджень реєструвались у різних частинах лиману в залежності від інтенсивності і напрямку вітру та притоку в лиман річкової води через гирла річок або морської води через Цареградське гирло (Ковалева та ін., 2010).

Максимальні величини температури води спостерігались на мілководдях північної частини лиману, в Карагольській затоці, в районах, що прилягають до гирл р. Дністер та р. Турунчук, поблизу м. Овідіополь та м. Білгород-Дністровський та поблизу коси, що відділяє лиман від моря. Мінімальні величини температури води звичайно спостерігались на мілководдях північної частини лиману, в районах, що прилягають до гирл р. Дністер і р. Турунчук та глибоководного фарватеру з Чорного моря, інколи в центральних частинах лиману (прикладі просторового розподілу температури наведено на рис. 5–8).

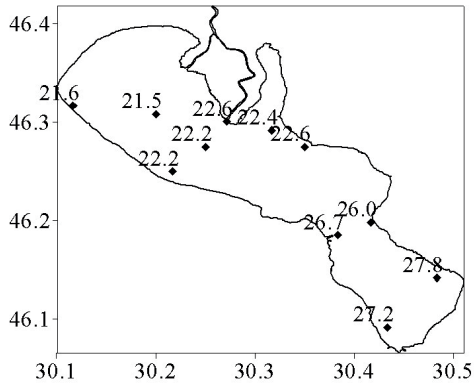


Рис. 5. Розподіл температури ($^{\circ}\text{C}$) поверхневого шару води 17–25.07.2003 р.

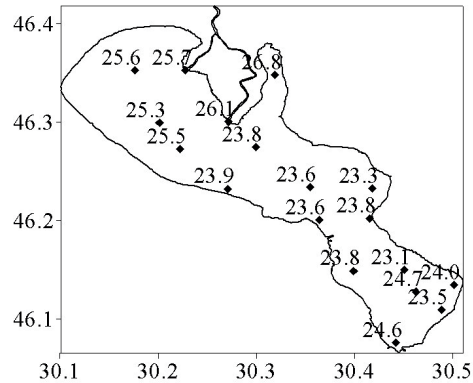


Рис. 6. Розподіл температури ($^{\circ}\text{C}$) поверхневого шару води 16–21.07.2014 р.

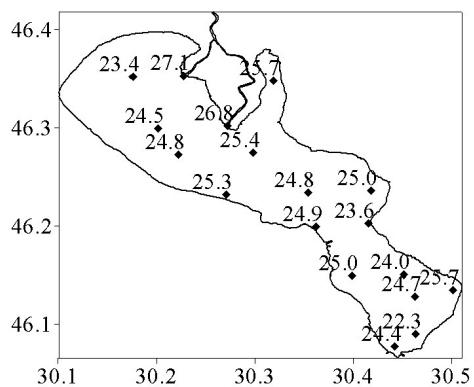


Рис. 7. Розподіл температури ($^{\circ}\text{C}$) придонного шару води 17–21.07.2012 р.

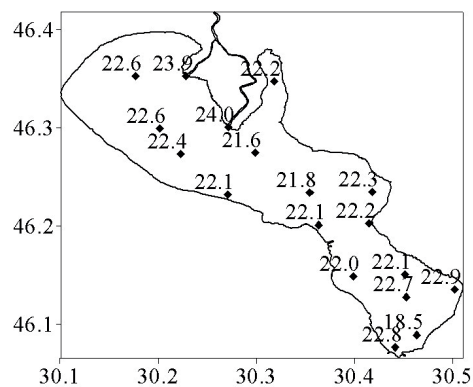


Рис. 8. Розподіл температури ($^{\circ}\text{C}$) придонного шару води 09–17.07.2019 р.

Аналіз динаміки межирічних коливань влітку 2003–2019 рр. показав схожість змін температури води в середній та південній частинах лиману та інші закономірності для північної частини (рис. 9).

Згідно значущих трендів (при $P=95\%$) в перших двох частинах спостерігалось зниження середньої температури води на $-0,08\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{рік}$ та $-0,14\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{рік}$ відповідно. Але в північній частині спостерігалася оборотна тенденція – зростання на $0,07\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{рік}$.

В силу того, що північна частина відчуває сильніший ніж інші вплив стоку річки Дністер та більш віддалена від моря, вочевидь зростання температури води у цій частині пов'язано з загальною кліматичною тенденцією потепління в регіоні. Тоді як в середній та особливо в південній частинах лиману позна-

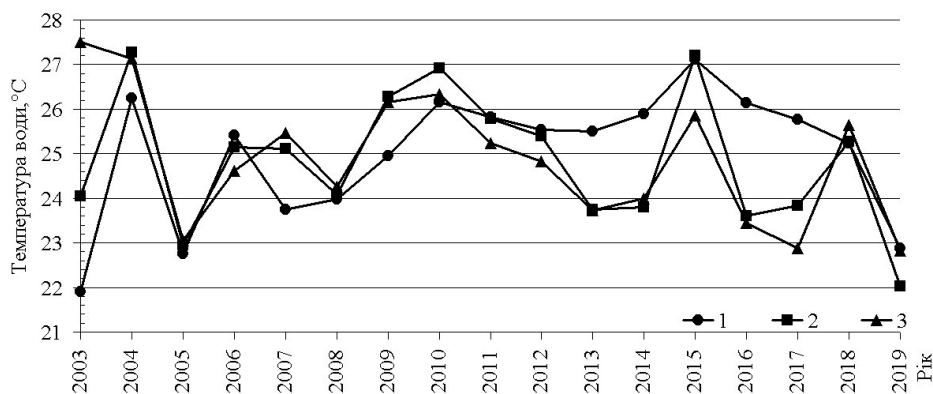


Рис. 9. Середні величини температури (°C) поверхневого шару води влітку 2003–2019 рр. в північній (1), середній (2) та південній (3) частинах лиману

чається більш значний компенсаційний вплив моря на зміни температурного режиму.

Електропровідність. Аналіз просторового розподілу електропровідності води Дністровського лиману показав, що влітку 2003–2019 рр. її величини знаходились в поверхневому шарі води в межах від 0,370 мСм/см (18.07.2012 р.) до 27,100 мСм/см (19.07.2007 р.), в придонному шарі – в межах від 0,385 мСм/см (21.07.2012 р.) до 35,261 мСм/см (16.07.2014 р.).

Згідно отриманих у 2003–2019 рр. даних менші величини електропровідності води звичайно спостерігались в північній частині Дністровського лиману, куди потрапляють води річки Дністер, а максимальні – в південній частині поблизу Цареградського гирла. Такий розподіл був характерним як для поверхневого, так і для придонного шарів води (приклади просторового розподілу електропровідності наведено на рис. 10–13).

Між тим, у періоди наших досліджень кілька разів було зафіксовано потрапляння морських вод в лиман інколи на дуже велику відстань від міста з'єднання лиману з Чорним морем. Ці факти ще раз підтверджують значну залежність сольового режиму лиману як від річкового стоку, так і від короткострокового впливу вітру (Газетов, Медінець, & Снігірьов, 2018; Ковалева та ін., 2010), за рахунок якого траплялися подібні випадки. Зафіксовано помітний вплив на електропровідність води лиману інтрузії морських вод за рахунок вітрових нагонів влітку 2011–2012 рр. (на північ до Карагольської затоки), 2015–2016 рр. (на північ до Карагольської затоки) і 2017–2018 рр. (на північ до м. Овідіополь та с. Миколаївка). В придонному шарі вплив морських вод спостерігався частіше в південній і середній частинах лиману (2004, 2007, 2014, 2018 рр.), але інколи на всій акваторії за винятком крайніх північно-західних областей північної частини лиману та районів, що прилягають до гирл річок (2011, 2012, 2015, 2016, 2017 рр.).

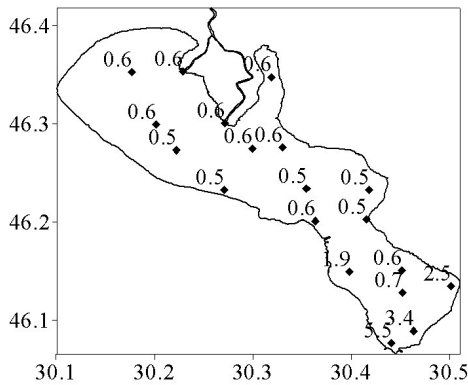


Рис. 10. Розподіл електропровідності (мСм/см) поверхневого шару води 25–27.06.2009 р.

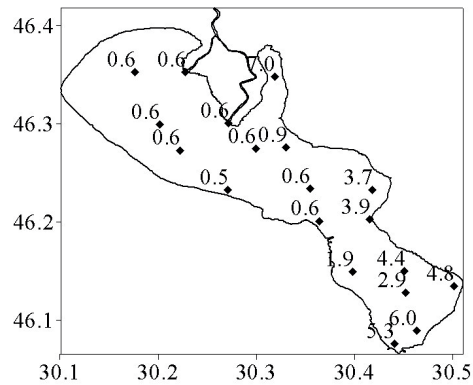


Рис. 11. Розподіл електропровідності (мСм/см) поверхневого шару води 24–26.07.2011 р.

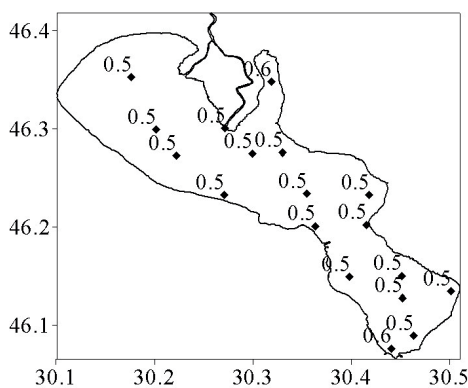


Рис. 12. Розподіл електропровідності (мСм/см) придонного шару води 21–23.07.2010 р.

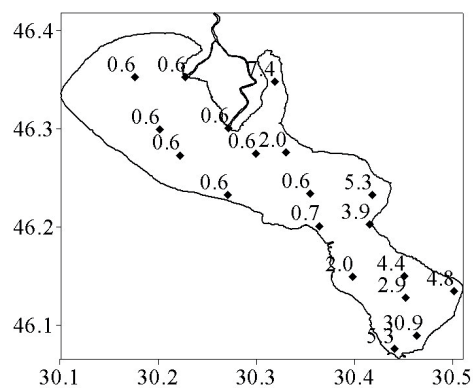


Рис. 13. Розподіл електропровідності (мСм/см) придонного шару води 24–26.07.2011 р.

Аналіз межирічних змін електропровідності води влітку 2003–2019 рр. показав різницю динаміки її середніх величин в різних частинах лиману (рис. 14, 15). Якщо в поверхневому шарі північної та середньої частин лиману спостерігалась деяка синхронність змін, то в придонному шарі і для усій водної товщі південної частини лиману вона була майже непомітна.

По піковим значенням середніх величин найбільший вплив інтрузії морської води на електропровідність води в лимані відмічено у 2004, 2005, 2007, 2011–2017, 2019 рр. При цьому виділяється щорічне зростання впливу в південній частині лиману у 2011–2017 рр., що пов'язане зі щорічним зменшенням об'ємів стоку р. Дністер у 2011–2016 рр. (рис. 16). Встановлено значущі тренди (при $P=90\%$) зростання середніх величин електропровідності води Дні-

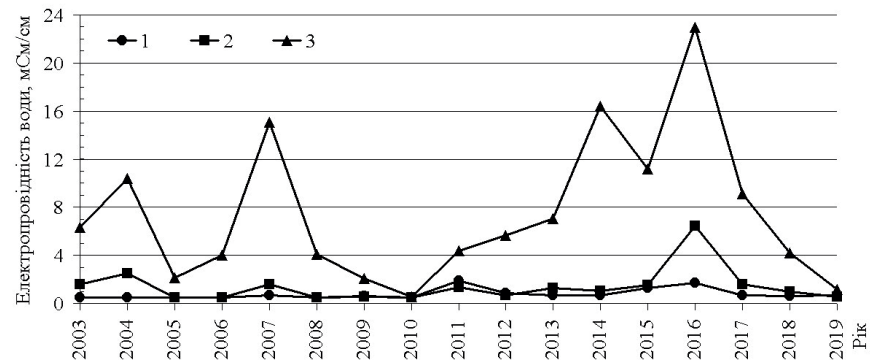


Рис. 14. Середні величини електропровідності (мСм/см) поверхневого шару води влітку 2003–2019 рр. в північній (1), середній (2) та південній (3) частинах лиману

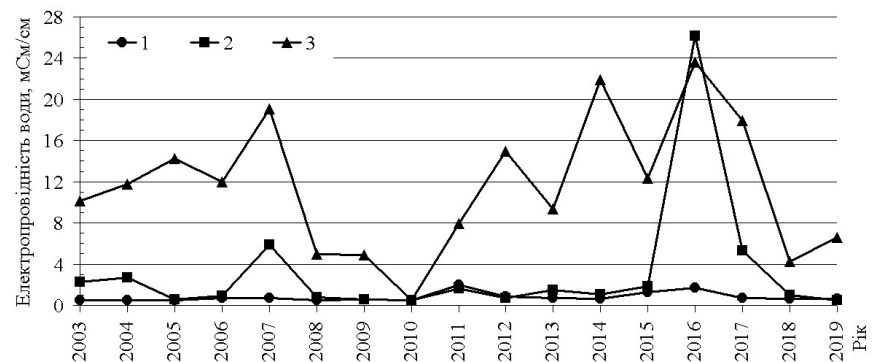


Рис. 15. Середні величини електропровідності (мСм/см) придонного шару води влітку 2003–2019 рр. в північній (1), середній (2) та південній (3) частинах лиману

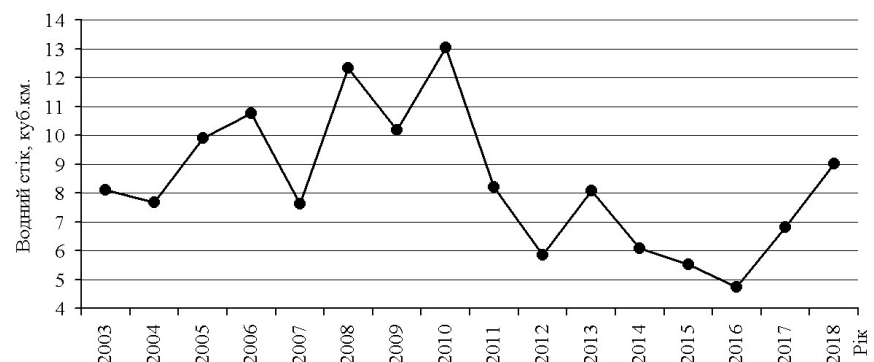


Рис. 16. Об'єми річного водного стоку р. Дністер у 2003–2018 рр. (Онищенко, 2019)

стровського лиману влітку 2003–2019 рр. на 0,04, 0,15 та 0,16 мСм/см на рік в північній, середній та південній частинах відповідно.

Також як і в випадку з температурним режимом, в середній та особливо в південній частинах лиману у вказані роки позначається більш значний вплив моря на зміни сольового режиму водойми, що пов'язано, в першу чергу, з тенденцією зменшення об'ємів стоку річки Дністер у 2003–2019 рр. внаслідок певних кліматичних змін над Європою і водозбором р. Дністер (Белокопытов, 2017).

Таким чином, базуючись на результатах проведеного аналізу, встановлено негативні тенденції в гідрологічному режимі Дністровського лиману. Зокрема для такої його характеристики як прозорість встановлено зниження величин, а для температури та електропровідності – зростання. Причини таких тенденцій частково можуть бути пояснені кліматичними змінами, але головними чинниками авторами вважається антропогенне втручання в природні гідрологічні цикли. Між тим, щоб довести справедливості останнього, та контролю за цим процесом, потрібен регулярний державний моніторинг на різних ділянках р. Дністер як гідрологічних характеристик, так і максимально повного набору екологічних характеристик водного середовища.

ВИСНОВКИ

За результатами багаторічних спостережень ОНУ підтверджено залежність характеристик гідрологічного режиму Дністровського лиману від впливу річкового стоку, інтрузії чорноморської води та вітрового режиму. Поєднання цих трьох чинників з орографічними та батиметричними особливостями лиману формує характерність просторового розподілу величин прозорості, температури та електропровідності води по акваторії лиману та межирічних змін величин.

Штучне зарегулювання річкового стоку вкупі з довгостроковими кліматичними змінами над водозбором р. Дністер та зменшенням об'ємів річкового стоку повинно було відбитися на характеристиках гідрологічного режиму Дністровського лиману. Так, за даними літніх експедицій 2003–2019 рр. встановлено більш ніж подвійне зниження прозорості води лиману, зростання середньої температури води в північній частині лиману більше ніж на один градус, позитивні багаторічні тренди середніх величин електропровідності води, що обов'язково буде мати негативні наслідки для лиманних біоценозів.

ПОДЯКИ ТА ФІНАНСУВАННЯ РОБІТ

Автори висловлюють подяку співробітникам РЦІМ ОНУ імені І.І. Мечникова, які приймали участь в експедиціях на Дністровський лиман.

Дослідження виконано в рамках наукових проектів, які фінансувались Міністерством освіти і науки України: «Визначити джерела і роль азотного навантаження в евтрофікації водних екосистем Нижнього Дністра і Чорного моря» (2017–2019 рр., наук. керівник Ковальова Н.В.) та «Вивчення впливу антропогенної діяльності в басейні Дністра на стан природних ресурсів в його дельтовій частині» (2020–2022 рр., наук. керівник Медінець С.В.).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Анализ влияния водохранилищ днестровских ГЭС на состояние Днестра: звіт молдавсько-української експертної групи по проекту Глобального екологічного фонду «Содействие трансграничному сотрудничеству и комплексному управлению водными ресурсами в бассейне реки Днестр». 2019. 64 с. – URL: <https://dniester-commission.com/wp-content/uploads/2019/11/Dnestr.pdf> (дата звернення 10.09.2020)

Белокопытов В. Н. Климатические изменения гидрологического режима Черного моря: дис. д-ра геогр. наук: 25.00.28. Севастополь, 2017. 377 с.

Газетов Є.І., Медінець В.І., Снігірев С.М. Дослідження гідрологічних характеристик Дністровського лиману у 2009–2011 рр. *Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення*: мат. всеукр. наук.-практ. конф. м. Одеса: ОДЕКУ, 2012. С. 85–88.

Газетов Є.І., Медінець В.І., Снігірев С.М. Гідрологічні дослідження Дністровського лиману у 2012–2017 рр. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2018. № 29. С. 47–56.

Гідроекологічний дослідницький моніторинг басейну Нижнього Дністра / Н.В. Ковалева та ін. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету*. 2010. № 44. С. 113–116.

Днестр без границ: результати проекту «Трансграничное сотрудничество и устойчивое управление в бассейне реки Днестр: фаза III – реализация Программы действий». 2013. 172 с. – URL: <https://www.osce.org/ru/ukraine/110670> (дата звернення 12.10.2020)

Онищенко Э.Г., Матыгин А.С., Коробов Р.М. Определение объемов годового стока реки Днестр при недостатке данных наблюдений в замыкающем створе. *Річки та лимани Причорномор'я на початку XXI сторіччя*: мат. всеукр. наук.-практ. конф. Одеса: ТЕС, 2019. С. 121–123.

Руководство по гидрологическим работам в морях и океанах: керівництво / за ред. Г.С. Иванова. Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. 725 с.

HQd Portable Meter: User Manual. Ed.7. USA, Loveland: Hach Lange GmbH, 2020. 58 p.

REFERENCES

Analiz vliyaniya vodokhranilishch dnestrovskikh GYeS na sostoyanie Dnestra. (Analysis of the Effects of the Dniester Reservoirs on the State of the Dniester River): Report of the Moldovan-Ukrainian expert group on the Global Environment Facility (GEF) project «Enabling Transboundary Cooperation and Integrated Water Resources Management in the Dniester River Basin». (2019). Retrieved from <https://dniester-commission.com/wp-content/uploads/2019/11/Dnestr.pdf> [In Russian].

Belokopytov, V. N. (2017). *Klimaticheskie izmeneniya gidrologicheskogo rezhima Chernogo moray. (Climatic changes of the hydrological regime of the Black Sea)*. (Doctoral Dissertation). Marine Hydrophysical Institute, Sevastopol. [In Russian].

Gazyetov, Ye. I., Medinets, V. I., & Snigirov, S. M. (2012). Doslidzhennya gidrologichnih harakteristik Dnistrovskogo limanu u 2009–2011 rr. (Investigation of the hydrological characteristics of the Dniester estuary in 2009–2011). Proceedings of the *Ly'many' pivnichno-zaxidnogo Pry'chornomor'ya: aktual'ni gidroekologichni problemy' ta shlyaxy' yix vy'rishennya*. (pp. 85–88.). Odessa: TES. [In Ukrainian].

Gazyetov, Ye. I., Medinets, V. I., & Snigirov, S. M. (2018). Hidrologichni doslidzhennya Dnistrov'skogo ly'manu u 2012–2017 rr. (Hydrological studies of the Dniester estuary in 2012–2017). *Man and environment. Issues of neoecology*, 29, 47–56. [In Ukrainian].

Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Konareva, O.P., Snigirov, S.M., Medinets, S.V., Soltys, I. Ye. (2010). Hidroekologichni doslidnitskiy monitoring baseynu Nizhnogo Dnistra (Hydroecological research monitoring of the Lower Dniester basin). *The Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Hydroecology*, 44, 113–116. [In Russian].

Dnestr bez granits (The Dniester without borders): The results of the project «Transboundary cooperation and sustainable management in the Dniester River basin: Phase III–Implementation of the Action Programme». (2013). Retrieved from <https://www.osce.org/ru/ukraine/110670> [In Russian].

Onishchenko, E. G., Matygin, A. S., & Korobov, R. M. (2019). Opredelenie obemov godovogo stoka reki Dnestr pri nedostatke dannykh nablyudeniy v zamykayushchem stvore (Determination of the Dniester river annual runoff volume with a lack of observational data in the outlet section). *Proceedings of the Richky' ta ly'many' Pry'chornomor'ya na pochatku XXI storichchya*. (pp. 121–123.). Odessa: TES. [In Russian].

Rukovodstvo po gidrologicheskim rabotam v moryah i okeanah (1977). [Manual on hydrological operations in seas and oceans], Leningrad: Gidrometeizdat, 725 p. [In Russian].

HQd Portable Meter (2020). User Manual. Ed.7. USA, Loveland: Hach Lange GmbH, 2020. 58 p.

Надійшла 16.05.2021

Е. И. Газетов, науч. сотрудник,
В. И. Мединец, канд. физ.-мат. наук, вед. науч. співробітник,
С. М. Снигирев, канд. биол. наук, вед. науч. сотрудник,
Н. В. Ковалева, канд. биол. наук, вед. науч. сотрудник,
С. В. Мединец, д-р природ. наук, вед. науч. сотрудник
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
Региональный межведомственный центр интегрированного
мониторинга и экологических исследований
пер. Маяковского 7, г. Одесса, 65082 Украина,
gazetov@gmail.com

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДНЕСТРОВСКОГО ЛИМАНА ПО ИССЛЕДОВАНИЯМ ЛЕТОМ 2003–2019 ГГ.

Резюме

Изучение особенностей многолетних изменений основных характеристик гидрологического режима Днестровского лимана в 2003–2019 гг. по результатам ежегодных экспедиций Одесского национального университета имени И. И. Мечникова. Измерения прозрачности, температуры и электропроводности воды в поверхностном и придонном слоях проводились по стандартным методикам с использованием диска Секки и портативного анализатора НАСН с датчиками температуры и электропроводности. На основе проведенных исследований летом 2003–2019 гг. установлено более чем двукратное снижение прозрачности воды Днестровского лимана. Установлено, что максимальные значения прозрачности наблюдались в центральных частях лимана, удаленных от населенных пунктов. Для указанных лет зафиксирован рост средней температуры воды для северной части лимана и ее снижение в средней и южной частях. Также для летнего периода указанных лет установлен рост средней электропроводности воды во всех частях лимана. Выявленные закономерности пространственного распределения гидрологических характеристик указывают на речной сток, интрузию морской воды в лиман и ветровую активность, как на определяющие факторы в формировании гидрологического режима лимана. Зафиксированные многолетние тренды снижения прозрачности и увеличения средних величин температуры и электропроводности воды в Днестровском лимане летом 2003–2019 гг. рассматриваются как следствие уменьшения объемов стока р. Днестр в силу долгосрочных климатических изменений над Европой и зарегулированности речного стока.

Ключевые слова: Днестровский лиман, гидрологический режим, прозрачность, температура, электропроводность воды.

Ye. I. Gazyetov**V. I. Medinets****S. M. Snigirov****N. V. Kovaleva****S. V. Medinets**

Odessa National I. I. Mechnikov University,
Regional Interdepartmental Center of Integrated
Monitoring and Environmental Research
7, Mayakovskogo Lane, Odessa, 65082, Ukraine,
gazyetov@gmail.com

HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE DNIESTER ESTUARY BY SURVEYS IN THE SUMMER'S OF 2003–2019

Abstract

Problem Statement and Purpose. The Lower Dniester delta and the Dniester estuary are very important because they are natural filters of the river water from pollution and suspended matter, as well as they are the habitat of a large number species of flora and fauna. The construction of reservoirs on the Dniester River in past completely changed the hydrological regime of the river itself and of the Dniester estuary. For these reasons a constant environmental monitoring of the aquatic environment are required. Since 2002 Odessa I. I. Mechnikov National University has been carrying out a wide range of environmental studies in the Dniester estuary, one of aspects of which is observation of hydrological characteristics. The purpose of this paper is to study long-term changes in transparency, temperature and electrical conductivity of the Dniester estuary water in the summer periods of 2003–2019.

Materials & Methods. Measurements of transparency, temperature and electrical conductivity of water in the Dniester estuary in the indicated years were carried out according to standard methods at 19 ecological stations. Statistical processing, analysis and mapping of the measurements results were conducted in EXCEL, ARCGIS, SURFER software's. Data analysis was based on a graphical representation of the spatial distribution of characteristics, as well as by identifying the features of long-term changes in these characteristics.

Main Results and Conclusions. On the basis of the summer surveys during 2003–2019 more than double decrease of water transparency mean values in the Dniester estuary has been established. It was found that the maximum transparency values were observed in the central parts of the estuary, far from settlements. For these years, an increase of the mean water temperature for the estuary northern part and its decrease in the middle and southern parts has been recorded. Also, for the summer period of these years, an increase of the mean water electrical conductivity in all parts of the estuary was established. The established features of spatial distribution of hydrological characteristics indicate to the river runoff, intrusion of seawater into the estuary, and wind activity as the determining factors in formation of the estuary hydrological regime. Recorded long-term trends of the means transparency values decreasing and the means temperature and electrical conductivity increasing of the Dniester estuary water in the summer of 2003–2019 are considered as consequences of the river discharge decreasing due to long-term climatic changes over Europe and man regulation of river flow.

Keywords: Dniester Estuary, hydrological regime, water transparency, temperature, conductivity.