УДК 556.551

МІНЛИВІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА ЯКОСТІ ВОДИ ПІВДЕННОЇ ЧАСТИНИ СУХОГО ЛИМАНУ В 2010-2015 РОКАХ

Ситов В.М., к. геогр. н., доц., Неверовський І.П.

Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів (ГМЦ ЧАМ)

Державної служби України з надзвичайних ситуацій, м. Одеса

Гриб О.М., к. г. н., доц., Сербова З.Ф., Гриб К.О., Сербов М.Г., к. г. н., доц.

Одеський державний екологічний університет (ОДЕКУ)

Міністерства освіти і науки України, м. Одеса

Коморін В.М., к. геогр. н., доц.

НДУ «Український науковий центр екології моря» (УкрНЦЕМ)

Міністерства екології та природних ресурсів України, м. Одеса

Оцінка мінливості показників хімічного складу південної частини Сухого лиману за період з 2010 по 2015 рр. виконувалася за даними вимірювань ГМЦ ЧАМ (рис. 1, **ст. 24**).

Для оцінки хімічного складу та якості вод в поверхневому шарі водної товщі в південній частині Сухого лиману за період з 05.07.2010 р. по 25.09.2015 р. використана наступна кількість показників:

– 180 виміряних значень температури води, солоності води, вмісту розчиненого у воді кисню, насичення води киснем, pH води, нафтових вуглеводнів (рис. 2-4);

– 60 виміряних значень фосфатів, фосфору загального, кремнію, нітратів, нітритів, азоту амонійного, азоту загального, синтетично-поверхнево активних речовин, фенолів (рис. 5-7).

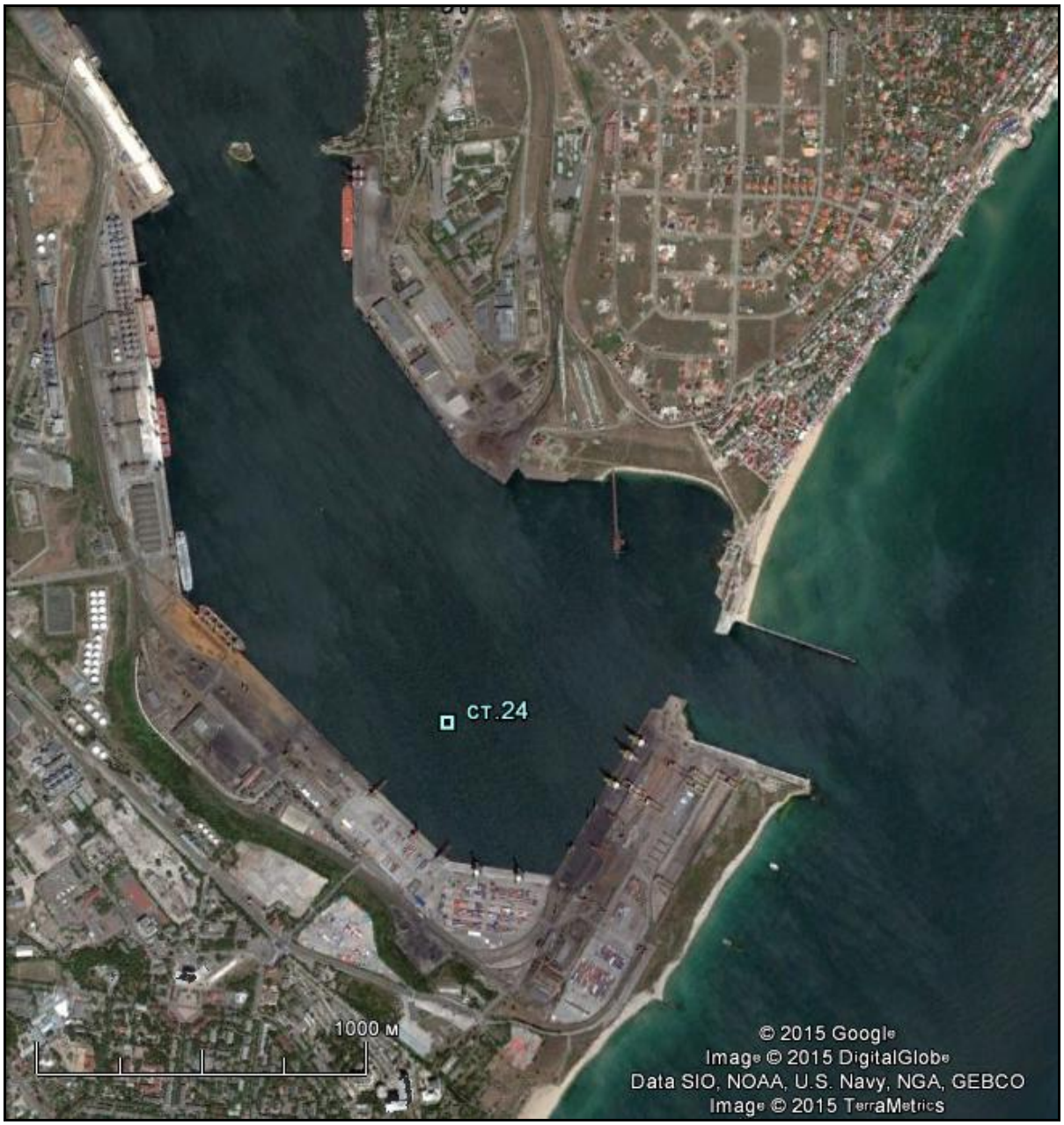

Рис. 1 – Пункт контролю хімічного складу та якості води в південній частині Сухого лиману ГМЦ ЧАМ (**ст. 24**)

Оцінка мінливості показників хімічного складу та якості вод південної частини Сухого лиману виконувалася за даними вимірювань лише в поверхневому шарі води з тієї причини, що вода з цього шару надходить до центральної (середньої) частини лиману, де приблизно 80% акваторії є мілководною.

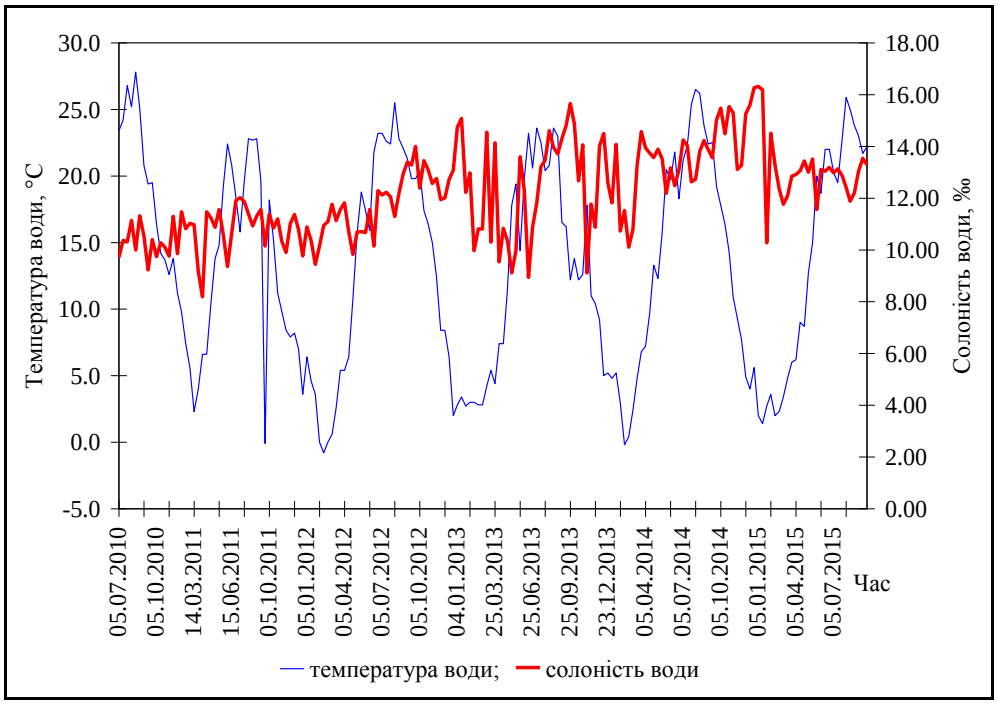

Рис. 2 – Мінливість виміряних значень температури та солоності води південної частини Сухого лиману (ст. 24) за період 2010-2015 рр.

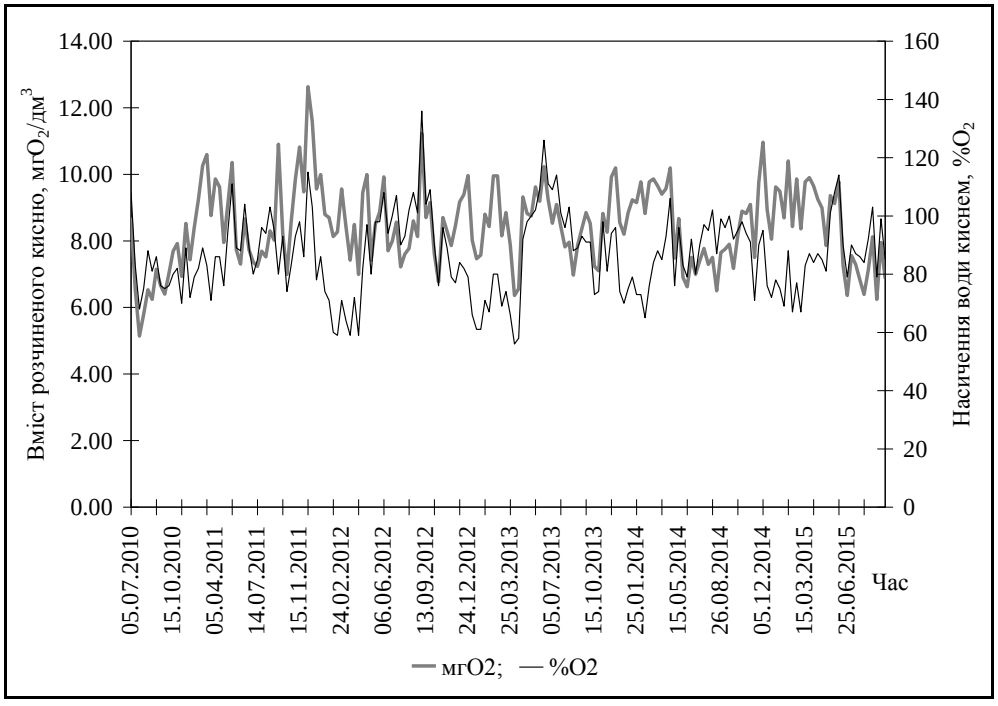

Рис. 3 – Мінливість вмісту розчиненого кисню та насичення киснем вод південної частини Сухого лиману (ст. 24) за період 2010-2015 рр.

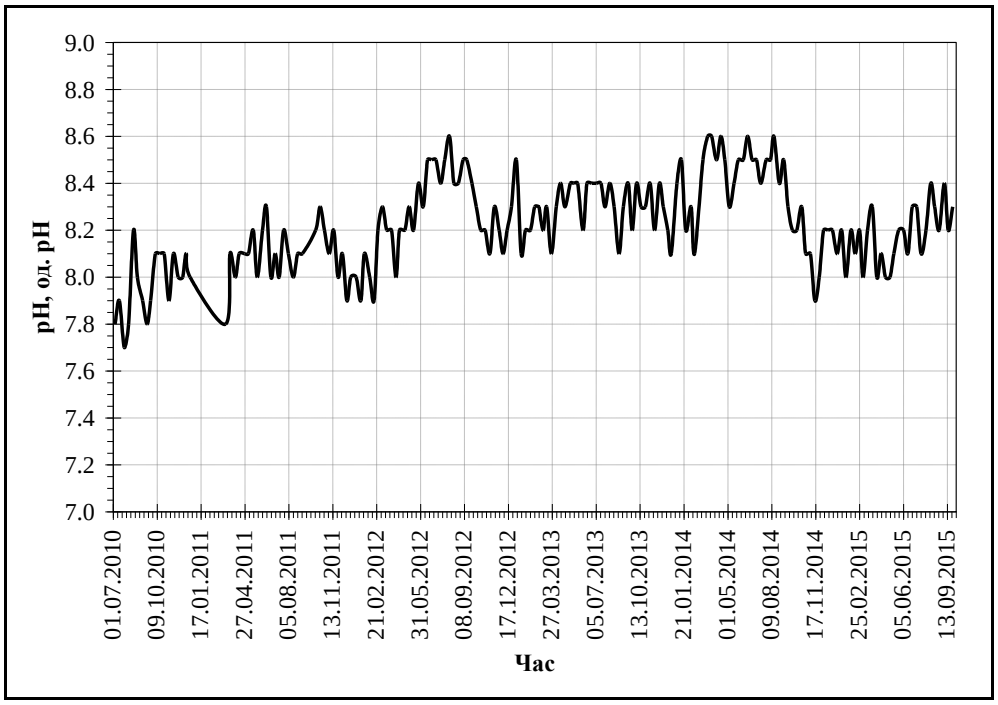

Рис. 4 – Мінливість виміряних значень pH води південної частини Сухого лиману (ст. 24) за період 2010-2015 рр.

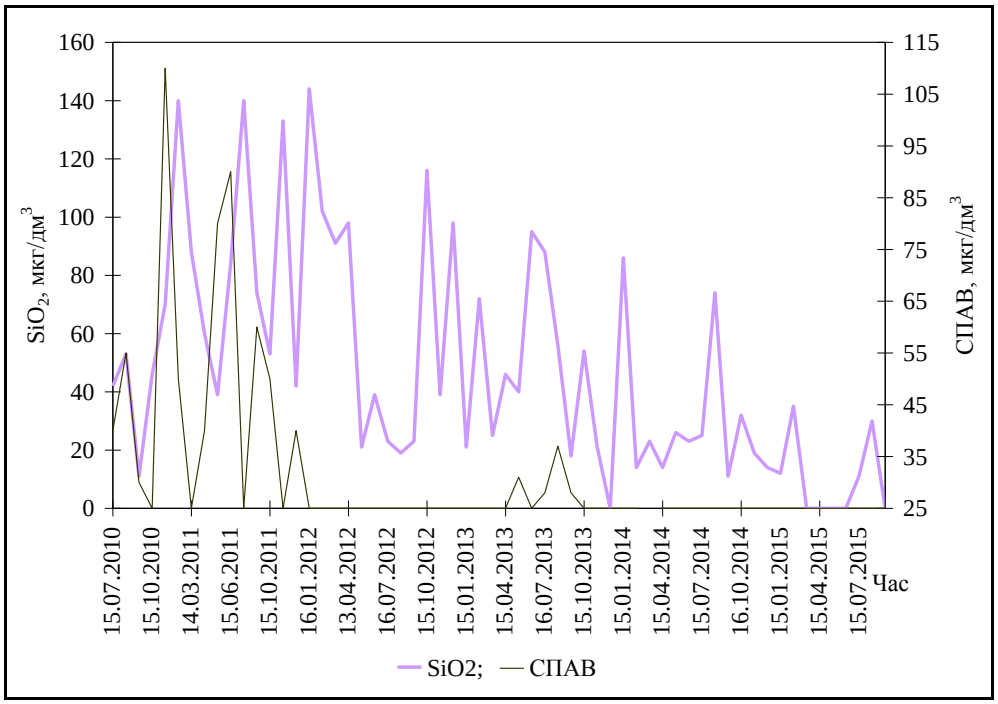

Рис. 5 – Мінливість виміряних концентрацій кремнію та СПАВ у воді південної частини Сухого лиману (ст. 24) за період 2010-2015 рр.

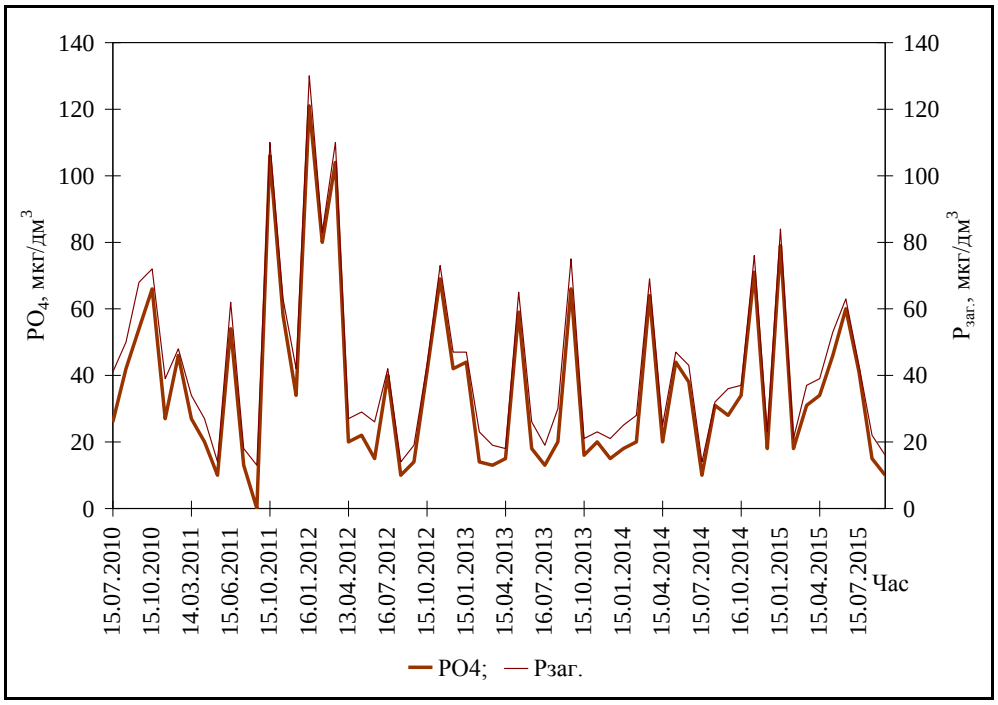

Рис. 6 – Мінливість виміряних значень фосфатів та фосфору загального у воді південної частини Сухого лиману (ст. 24) за період 2010-2015 рр.

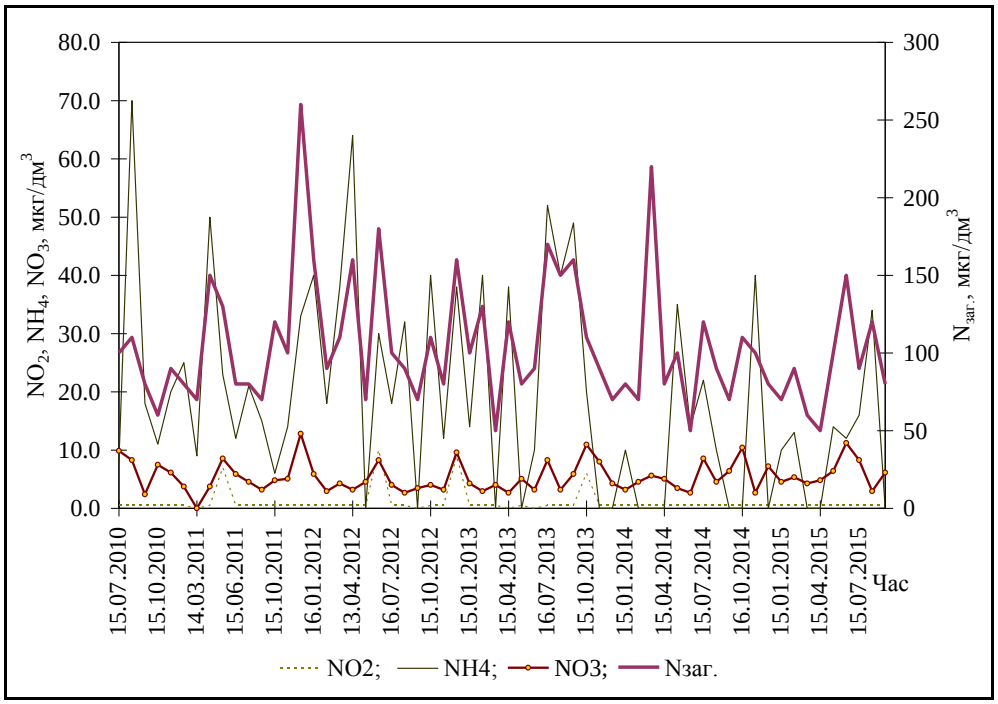

Рис. 7 – Мінливість нітратів, нітритів, азоту амонійного, азоту загального у воді південної частини Сухого лиману (ст. 24) за період 2010-2015 рр.

Для оцінки якості вод південної частини Сухого лиману використаний комплексний показник екологічного стану (*КПЕС*), який визначає екологічну стійкість вод даного водного об'єкту (ВО), а також показник екологічної надійності (*ПЕН*), що характеризує екологічну надійність вод ВО [1, 2]. *КПЕС* враховує: вміст забруднювальних речовин (ЗР); граничнодопустимі концентрації (ГДК) ЗР; лімітуючи ознаки шкідливості (ЛОШ) ЗР.

Для водойм рибогосподарського призначення встановлені обмеження для ЗР, що відносяться до однієї ЛОШ у вигляді:

$$\sum_{i=1}^{n}\left(П_i / H_i\right) < 1, \qquad (1)$$

де $П_i$, H_i – відповідно концентрація і норма (ГДК) i-ої речовини,

n – кількість речовин, які використовуються для оцінки якості води.

Для шкідливих речовин, що відносяться до однієї ЛОШ j: токсикологічної (т), санітарно-токсикологічної (с-т), органолептичної (о), рибогосподарської (р) і загально-санітарної (з-с), $КПЕС_j$ дорівнює

$$КПЕС_j = 1 - \sum_{i=1}^{n}\left(П_i / H_i\right)_j . \qquad (2)$$

Для параметрів загальних вимог (з-в), наприклад, розчинений кисень (O_2), pH та інші показники, $КПЕС_{з\text{-}в}$ визначається за виразом

$$КПЕС_{з\text{-}в} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} ПЕС_i , \qquad (3)$$

де n – кількість параметрів загальних вимог;

$ПЕС_i$ – показник екологічного стану за i-им параметром.

Якщо норма є ГДК параметра, то $ПЕС_i$ обчислюється за формулою:

$$ПЕС_i = \left(Н_i - П_i\right) / Н_i . \quad (4)$$

Якщо ж норма є мінімально допустимим значенням (наприклад, O_2), то використовується співвідношення:

$$ПЕС_i = \left(П_i - Н_i\right) / Н_i . \quad (5)$$

Середнє значення $\overline{КПЕС}$ обчислюється як середнє арифметичне всіх обчислених значень *КПЕС*.

Чим менше значення концентрації ЗР у воді, тим вище значення *КПЕС* і тим вище екологічна стійкість вод до забруднення.

Оцінка екологічного стану ВО виконується з використанням наступних оціночних параметрів $\overline{КПЕС}$ та $КПЕС_{min}$:

– якщо $\overline{КПЕС}$ та $КПЕС_{min} > 0$, то екологічний стан ВО оцінюється як «*стійкий*»;

– якщо $\overline{КПЕС} > 0$, а $КПЕС_{min} < 0$, то екологічний стан ВО оцінюється як «*в середньому стійкий з осередками нестійкості*» (осередками нестійкості можуть бути речовини, концентрація яких близька чи дорівнює ГДК);

– якщо $\overline{КПЕС}$ та $КПЕС_{min} < 0$, то екологічний стан ВО «*нестійкий*».

Екологічна надійність ВО визначається як вірогідність перевищення $\overline{КПЕС}$ нульового значення, що відповідає межі стійкості:

$$ПЕН = 1 - \frac{\chi^2}{2 \cdot N - M + 0{,}5 \cdot \chi^2}, \quad (6)$$

де *ПЕН* – показник екологічної надійності;

χ^2 – значення функції «хі-квадрат» при довірчій вірогідності, яка приймається 0,9;

N – загальне число значень $\overline{КПЕС}$;

M – число значень $\overline{КПЕС}$ менших критичного нульового значення.

Рівень надійності визначається з використанням наступних оціночних параметрів *ПЕН*:

– якщо *ПЕН* ≥ 0,9, то рівень «*високий*»;

– якщо 0,9 > *ПЕН* ≥ 0,8, то рівень «*прийнятний*»;

– якщо *ПЕН* < 0,8, то рівень «*низький*».

В тих випадках коли результатом розрахунок за формулою (6) є від'ємне значення, то *ПЕН* = 0, тобто при нестійкому екологічному стані екологічна надійність дорівнює нулю.

Оцінка якості вод південної частини Сухого лиману за період з 2010 по 2015 рр. виконувалася за такими показниками хімічного складу води: розчинений у воді кисень (O_2); азот амонійний (NH_4^+); нітрати (NO_3^-); нітрити (NO_2^-); фосфати (PO_4^{3-}); нафтопродукти (НП); синтетично-поверхнево активних речовин (СПАР); феноли.

Вимоги до вод рибогосподарського призначення і середні річні та багаторічні значення показників хімічного складу води південної частини Сухого лиману за період з 2010 по 2015 рр. представлені у табл. 1.

З табл. 1 видно, що для всіх років значення показників хімічного складу та якості води не перевищують ГДК (вимог) до вод рибогосподарського призначення. Отже, значення $\overline{КПЕС}$ і $КПЕС_{min}$ для всіх років є позитивним (>0), тобто екологічний стан водного середовища акваторії південної частини Сухого лиману у вказаний період можна оцінити як «*стійкий*». Оскільки всі значення $\overline{КПЕС}$ позитивні (>0), то рівень екологічної надійності в даному випадку є «*високий*».

Таблиця 1 – Вимоги до вод рибогосподарського призначення [1-3] і середні річні та багаторічні значення показників хімічного складу води південної частини Сухого лиману за період з 2010 по 2015 рр.

ЛОШ	Загальні вимоги (з-с)	Санітарно-токсикологічні (с-т)	Рибогосподарські (р)	Токсикологічні (т)				
Параметр	O_2	NO_3^-	Феноли	NO_2^-	NH_4^+	PO_4^{3-}	НП	СПАР
ГДК, мг/дм^3	**>4**	**40**	**0,001**	**0,08**	**2,9**	**11,5**	**0,05**	**0,1**
2010 р.	7,37	0,024	Немає	<0,005	0,025	0,044	Немає	0,057
2011 р.	8,98	0,023	Немає	<0,005	0,020	0,040	Немає	0,051
2012 р.	8,55	0,018	Немає	<0,005	0,033	0,048	<0,005	<0,025
2013 р.	8,48	0,020	Немає	<0,005	0,033	0,026	<0,005	<0,025
2014 р.	8,44	0,020	Немає	<0,005	0,011	0,033	<0,005	<0,025
2015 р.	8,39	0,022	Немає	<0,005	0,011	0,037	<0,005	<0,025
Середнє	**8,44**	**0,021**	**Немає**	**<0,005**	**0,026**	**0,037**	**<0,005**	**0,046**

Література

1. *Тучковенко Ю.С., Иванов В.А, Сапко О.Ю.* Оценка влияния береговых антропогенных источников на качество вод Одесского района северо-западной части Чёрного моря: Монография. – Севастополь: МГИ НАН Украины, ОГЭКУ, 2011. – 169 с.

2. *Гриб О.М., Бєлов В.В., Отченаш Н.Д.* Оцінка, прогнозування та управління якістю водних ресурсів: Конспект лекцій. – Одеса: ОДЕКУ, 2015. – 105 с.

3. *Обобщённый* перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воде рыбохозяйственных водоёмов. – М: Главрыбвод Минрыбхоз СССР, 1990. – 45 с.