

УДК 613.164

## ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ШУМУ: ПРОБЛЕМА АДЕКВАТНОСТІ

**Колганов А.В., Мищенко І.А.**

\*Донецький інститут ринку та соціальної політики;

\*\*Донецький національний медичний університет  
(kolg\_ira@mail.ru)

З метою підвищення адекватності гігієнічної оцінки проведено дослідження, результати якого показують можливість доповнення загальновізнаної енергетичної моделі для непостійного шуму оцінкою його інформаційних характеристик. Гіпотеза обґрунтовується тим, що, з точки зору теорії аналізаторів, основною для них є функція зв'язку. Проілюстрована методика розрахунку таких характеристик. На прикладі непостійних шумів, характерних для деяких робочих місць у вугільній та металургійній промисловості, із застосуванням дисперсійного та регресійного аналізу показано, що в зміну порогів слухової чутливості достовірний внесок вносять інформаційні характеристики непостійного шуму (ентропія, кількість перероблюваної інформації). Зроблено висновок про їх зв'язок з технологічним процесом, що дозволяє робітнику використовувати непостійний шум, як неінструментальне джерело інформації та необхідності подальшого вивчення подібних біологічних ефектів в інших галузях промисловості та на транспорті.

*Ключові слова: непостійний шум, енергетична модель, інформаційні характеристики, вплив, порогови слухової чутливості.*

### Вступ

Загальноприйняті вимоги до характеристик, які використовуються для гігієнічної оцінки параметрів будь-якого небезпечного (шкідливого) фактору виробничого або оточуючого середовища, можна звести, у загальному підсумку, до наступного: значення вимірних (розрахованих) характеристик повинні давати, із достатньо високим ступенем ймовірності, уявлення про його біологічну активність (ступень небезпеки для здоров'я). Стосовно шуму, динаміку вимог, пов'язаних із поглибленням наших знань з проблеми, можна представити у вигляді ланцюжка: рівень шуму  $\rightarrow$  рівень шуму + спектральні характеристики  $\rightarrow$  доза шуму. Цей висновок ґрунтується на аналізі наукових праць засновників різних шкіл, що вивчали проблему: Андрієвої-Галаніної Є.Ц., Kryter K.D., Burns W. та ін. [1, 2, 3]. Подальші розвідки у цій галузі дали змогу уточнити, що енергетична концепція [3] дає достатньо задовільні результати тільки при використанні її для оцінки дії постійного шуму [4].

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Якщо енергетична концепція є універсальною, то незалежно від характеру розподілу імпульсів непостійного шуму у часі, функціональні зміни викликані ними, повинні бути однаковими. Між тим в експерименті [4] встановлено, що періодична і випадкова послідовність імпульсів з ідентичними фізичними характеристиками і однаковою енергією мають різну біологічну активність: чим більшою є невизначеність поточного рівня шуму, тим більші зміни в організмі він викликає.

Це, певно, пов'язано з тим, що будь-який аналізатор, у тому числі і слуховий, по-перше, постачає організму сенсорну інформацію, необхідну для життєдіяльності, по-друге, забезпечує власне самозбереження. Між тим, в умовах дії шуму працівники, з різних мотивів (відсутність певних засобів забезпечення інформацією, власна безпека, контроль роботи обладнання тощо) вимушені користуватись шумом, як не інструментальним джерелом інформації [5]. Більше

того: у деяких операторів виокремлення акустичного сигналу з фонового шуму складає зміст, сутність професії [6, 7]. В таких умовах названі аспекти роботи аналізатору вступають у протиріччя: з одного боку він повинен мати досить високу здатність розпізнавати корисні сигнали, з іншого, з метою власного збереження – зменшувати чутливість. Якщо виходити з другої функції аналізатору і розглядати шум тільки як шкідливий фактор, то застосування енергетичної концепції (доза — біоефект) [8] для захисту працівників і встановлення ГДР, до певної міри виправдане, не дивлячись на опубліковані дані щодо різної біологічної активності постійних і переривчастих (імпульсних) шумів однакової енергії [9].

#### Невирішені питання

Філогенетично, з точки зору класичної теорії аналізаторів [10], основною для живих організмів є функція, що забезпечує біологічний зв'язок (у людини – сприйняття мови), орієнтацію у просторі (пасивна і активна локація положення, швидкості і спрямованості руху джерела звуку), сприйняття не комунікативних сигналів. Такий підхід вимагає врахування показників інформативності шуму, як одного із варіантів саме не комунікативних сигналів. Крім того для забезпечення надійності сприйняття мови чи не мовних акустичних сигналів природного і штучного походження [11] (функція біологічного зв'язку), виникає необхідність внесення змін до «Гігієнічної класифікації...» [12], що вимагає серйозного обґрунтування.

#### Мета дослідження

Обґрунтувати необхідність доповнення енергетичної концепції біологічної активності шуму інформаційною складовою у випадках дії на організм людини непостійного шуму для подальшого вдосконалення гігієнічних нормативів.

#### Методи дослідження

Дослідження виконане на підприємствах вугільної та металургійної промисловості. Об'єми вибірок склали: операто-

ри прокатних цехів металургійних заводів – 117 осіб; гірничопрацівники – 69 осіб; оператори сейсмопрогнозу вугільних шахт – 36 осіб. Прилади і методи вимірювання шуму відповідають ДСН 3.3.6.037 – 99 [13] та ГОСТ 12.1.050 – 86 [14]. Аналізувалися дози шуму:

$$Dш = L_e + 10 \lg T / T_0 \text{ [15].}$$

На всіх робочих місцях операторів сейсмопрогнозу вугільних шахт паралельно проводився запис шуму і акустичних сигналів стаціонарним обладнанням (технологічна вимога) і вибірково на інших робочих місцях металургійної і вугільної промисловості (магнітофони, самописець рівня) для подальшого аналізу фізичних характеристик імпульсів: тривалість імпульсів і пауз, час наростання імпульсів тощо. Аналіз свідчить, що на кожному робочому місці вони мають свої особливості. Так, на початку процесу прокату метал має дуже високу температуру і при обробці генерує середньо частотні імпульси тривалістю 0,9-1,2 с з відносно великим (до 0,4 с) часом наростання. У зоні різання гільйотинними чи барабанними ножицями метал холодний, імпульси короткі (0,3-0,5 с), час наростання переднього фронту до 0,1 с. Є своя специфіка при прокаті труб, видобутку вугілля (детальніше [5]). 84,0 ± 5,2 % гірничопрацівників та 89,1 ± 4,6 % операторів прокатних станів, згідно проведеного опитування, використовують шум, як джерело інформації в процесі роботи. Інформаційні характеристики розраховували із використанням формул теорії інформації [16].

Ентропія шуму:

$$* H(A) = - \sum p(a_i) \log_2 p(a_i),$$

де  $p(a_i)$  – ймовірність появи події  $a$  (для нашого випадку – імпульсу шуму певного рівня) в  $i$ -тому діапазоні. Шаг квантування – 4 дБА (п.1 дод.3 [13]), відрізок часу – 30 хв. (п. 4.1.2 [13]), кількість відліків – 360 (п. 4.1.13 [13]) (табл. 1).

Приклад розрахунку ентропії шуму:

Таблиця 1.

Приклад розрахунку ентропії шуму

Інтервали рівней шуму (п.1 дод.3 [13])	Кількість відліків в інтервалі	Відносна частота	$-p(a_i)\log_2 p(a_i)$
78 – 82	14	0,04	0,19
83 – 87	36	0,10	0,33
88 – 92	40	0,11	0,35
93 – 97	49	0,14	0,39
98 – 102	169	0,46	0,51
103 – 107	18	0,05	0,22
108 – 112	18	0,05	0,22
113 – 117	9	0,03	0,14
118 – 122	7	0,02	0,11
Сума	360	1,00	$H(A) = 2,46$ біт

Приклад розрахунку (реальний алфавіт символів, які впізнають оператори, біля 40 знаків, для ілюстрації використовуємо 9 символів) наведений в таблиці 2.

Таким чином, як видно з табл. 2, сигнал  $A_1$ , який прозвучав 240 раз, був сприйнятий, як  $B_1$  (правильно) – 222 рази, як  $B_2$  (помилка) – 2 рази, як  $B_3$  (помилка) – 8 разів тощо.

Таблиця 2.

Приклад розрахунку (реальний алфавіт символів, які впізнають оператори, біля 40 знаків, для ілюстрації використовуємо 9 символів)

Сигнал	Кількість	Прийнято як									Кількість помилок
		$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	$B_7$	$B_8$	$B_9$	
$A_1$	240	222	2	8	-	3	-	5	-	-	18
$A_2$	117	2	111	-	4	-	-	-	-	-	6
$A_3$	63	-	3	51	2	1	1	2	3	-	12
$A_4$	182	2	3	3	161	2	4	-	1	6	21
$A_5$	311	4	3	3	1	277	2	8	10	3	34
$A_6$	342	2	2	3	8	5	314	3	3	2	28
$A_7$	105	-	1	-	-	3	-	100	1	-	5
$A_8$	92	11	1	-	1	6	-	1	81	1	11
$A_9$	14	14	-	-	1	-	-	-	-	13	1

Використовуючи ф-лу (\*) і стовпчик 2 таблиці за алгоритмом з «Приклад 1», отримуємо  $H(A)$ , останній рядок таблиці (разом: стовпчики 2 – 11) –

$H(B)$ , послідовно всі елементи матриці  $A_i B_j$  та загальну кількість сигналів (у прикладі – 1466) –  $H(A, B)$ . Підставляючи значення  $H(A)$ ,  $H(B)$ ,  $H(A, B)$  у ф-лу (\*\*\*) , отримуємо  $I(A, B)$ . Для наведеного прикладу 2,25 біт/симв.

Для операторів сейсмопрогнозу, які ведуть письмову реєстрацію впізнаних акустичних імпульсів, виникає можливість обчислення не тільки ентропії джерела, але й кількості переробленої інформації.

Ентропія сумісної події:

$$** H(A, B) = -\sum_i \sum_j p(a_i b_j) \log_2 p(a_i b_j),$$

де  $p(a_i b_j)$  – ймовірність прийому повідомлення  $a_i$  як  $b_j$ .

Кількість переробленої інформації:

$$*** I(A, B) = H(A) + H(B) - H(A, B),$$

де  $H(A)$  – ентропія джерела (ф-ла \*),  $H(B)$  – ентропія приймача, яка розраховується за (\*), але замість дев'ятисимвольного алфавіту (9 інтервалів рівня коливань шуму) використовувався реальний алфавіт сигналів, які фіксують оператори: СІ – сейсмоакустичний імпульс, Ос – осипання, БУ – буріння по вугіллю, БП – буріння по породі тощо.

Біологічну активність шуму вивчали за даними тональної порогової аудіометрії (методика за [17]).

Статистичну обробку даних (середні арифметичні, дисперсії, стандартні відхилення, дисперсійний та регресійний аналіз) проводили загальноприйнятими методами [18].

### Результати та їх обговорення

На всіх обстежених робочих місцях шуми, незалежно від галузі, за фізичними характеристиками [13], відносяться до широкосмугових, непостійних (табл. 3). Середній вік обстежених у професійних групах достовірно не відрізняється (34 – 37 рр.;  $p > 0,05$ ), а пороги слухової чут-

**Характеристика акустичного середовища на робочих місцях**

Робоче місце	Характеристики шуму					
	Часові	Наростання переднього фронту, с.	Тривалість імпульсу, с.	$\Delta$ (дБАІ – дБА)	Рівні, дБА	Еквівал. рівні, дБА
Оператори прокатних станів	Переривч. та імпульс.	0,1 – 0,4	0,3 – 1,2	До 3 Більше 7	81 – 122	88 – 102
Гірничопрацівники	Переривч.	Більше 0,5	Хвилини	-	80 – 106	92 – 98
Оператори СП	Мінливий	-	-	-	52 – 62	59 – 60

ливості до тону 4000 Гц (ППСЧ<sub>4000</sub> – постійний; ТЗПСЧ<sub>4000</sub> – тимчасове зміщення порогу) і середні пороги на мовних частотах (250; 500; 1000; 2000 Гц; ППСЧ<sub>y</sub> та ТЗПСЧ<sub>y</sub>) залежать від професії і характеристик діючого шуму (табл. 4).

**Характеристика порогів слуху у обстежених**

Професійна група	Пороги слуху			
	ППСЧ <sub>z</sub>	ТЗПСЧ <sub>z</sub>	ППСЧ <sub>4000</sub>	ТПСЧ <sub>4000</sub>
Оператори прокатних станів	7,4 ± 0,9	4,8 ± 0,6	24,1 ± 1,9	12,4 ± 0,8
Гірничопрацівники	7,8 ± 1,4	–*	21,4 ± 2,2	–*
Оператори СП	20,6 ± 1,2	17,5 ± 1,6	14,4 ± 1,4	11,1 ± 1,3

\*Тимчасові зміщення порогу не аналізувалися, бо з моменту припинення роботи і до виїзду на поверхню, де проводилася аудіометрія, проходило, як правило, більше години.

Найбільш помітною відмінністю проаналізованих аудіограм є характерне погіршення слухової чутливості на мовних частотах у операторів СП, що, мабуть, характерно для всіх операторів, змістом роботи яких є переробка акустичної інформації, бо аналогічні зміни слуху відбуваються і у авіадиспетчерів [19]. Ще однією особливістю аудіограм є досить високі пороги слуху, як постійні, так і тимчасові (зважаючи на досить низькі, менші за ГДР, еквівалентні рівні шуму). Частково це можна пов'язати із значно більшим

**Внесок енергії та ентропії у біологічну активність шуму**

Результативна ознака, дБ	Професійна група	Показники сили впливу			Частка неконтрольованих факторів
		Енергії	Ентропії	їх градацій	
ППСЧ <sub>z</sub>	Гірничопр.	0,131***	0,106***	-	0,77
ППСЧ <sub>z</sub>	Металурги <sup>А</sup>	0,045*	0,031*	0,093**	0,83
ППСЧ <sub>4000</sub>	Гірничопр.	0,260***	0,065**	-	0,67
ППСЧ <sub>4000</sub>	Металурги <sup>А</sup>	0,168***	0,071**	-	0,76

<sup>А</sup>Оператори прокатних станів; \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ ; \*\*\* —  $p < 0,001$ .

емоційним напруженням у операторів СП, яке полягає у можливості кримінальної відповідальності за наслідки помилок, які привели до травмування чи загибелі людей (у операторів прокатних станів – дефіцит часу, підвищена відповідальність, у гірничопрацівників ще й «власний ризик»).

Для відповіді на питання, чи вносить ентропія, кількість переробленої акустичної інформації вагому долю у біологічну активність шуму, провели двофакторний

**Таблиця 4.**

дисперсійний аналіз, де факторами виступали доза шуму (за [15]) та ентропія (для операторів СП – кількість переробленої акустичної інформації), результативною ознакою – пороги слуху.

З табл. 5 видно, що показники сили впливу ( $z^2$  – квадрати кореляційних відношень результативної ознаки і фактора) достовірні для всіх проаналізованих величин, не дивлячись на досить велику частку впливу неконтрольованих факторів (67 % – 83 %).

Виділити обґрунтовані градації енергії та ентропії у операторів сейсмопрогнозу практично неможливо: вони працюють в одному приміщенні і прослуховують інформацію від одних і тих же джерел, тому дисперсійний аналіз для них не

**Таблиця 5.**

проводили. З метою виокремлення впливу об'єму переробленої акустичної інформації, до перерахованих факторів ввели стаж (логіка: більше стаж, більша енергія, більший

об'єм інформації) і побудували рівняння регресії. З'ясувалося, що цими факторами пояснюється від 10,9 % до 46,2 % дисперсії результативної ознаки. Так, для показників слухової чутливості у мовному діапазоні (ППСЧ<sub>y</sub> + ТЗПСЧ<sub>y</sub>):

$$U = -0,53 - 7,16I_n + 0,35D_{ш} + 0,34C,$$

де  $I_n$  – кількість переробленої інформації;  $D_{ш}$  – доза шуму;  $C$  – стаж.

Регресією від цих факторів можна пояснити 40,7 % дисперсії при  $R^2 = 0,638$  ( $p < 0,001$ ).

### Висновки

1. Біологічна активність непостійних шумів, поряд з їх енергетичними характеристиками, значною мірою (у деяких випадках, за даними дисперсійного і регресійного аналізу частки їх впливів майже однакові) визначається інформаційними характеристиками.
2. Біологічні ефекти, пов'язані з інформаційними характеристиками, викликаються, як мінімум, двома обставинами: перша – параметри шуму залежать від технологічного процесу, що у даний момент реалізується, друга – частина цих характеристик має сигнальне значення.

### Перспективи подальших досліджень

Враховуючи викладені та опубліковані раніше дані [5, 11] необхідно з'ясувати:

1. Роль інформаційних характеристик непостійного шуму в інших галузях промисловості (машинобудівній, на транспорті тощо), особливо у високотехнологічних з сучасними засобами відображення інформації.
2. Вплив необхідності використання шуму, як сигналу не інструментального походження, у формуванні напруженості праці.

### Література

1. Андреева-Галанина Е.Ц. Шум и шумовая болезнь / Е.Ц. Андреева-Галанина, С.В. Алексеев, А.В. Кадыскин, Г.А. Суворов – Л.: Медицина, 1972. – 303 с.
2. Kryter K.D. The effect of noise on men / K.D. Kryter – New York and London: Academic Press, Ins., 1970. – 633 p.
3. Burns W. Hearing of noise industry / W. Burns, D.W. Robinson – London: HMSO, 1970. – 241 p.
4. Суворов Г.А. Импульсный шум и его влияние на организм человека / Г.А. Суворов, А.М. Лихницкий – Л.: Медицина, 1975. – 207 с.
5. Колганов А.В. Психофизиологические особенности влияния шума на организм человека / А.В. Колганов – Донецк: Норд-Пресс – ДИРСР, 2007. – 148 с.
6. Колганова І.А. Особливості розпізнавання акустичних сигналів на фоні шуму операторами сейсмоакустичних станцій / І.А. Колганова, В.В. Мухін // Український журнал з проблем медицини праці. – 2007. – № 1. – С. 48-53.
7. Назаренко В.І. Гігієнічна оцінка шумового навантаження на орган слуху телефоністів сучасного цифрового зв'язку / В.І. Назаренко // Український журнал з проблем медицини праці. – 2007. – № 1. – С. 9-14.
8. Мухін В.В. Технологія визначення допустимих термінів роботи у шкідливих умовах / В.В. Мухін, Г.С. Пердерій, А.М. Пономаренко та ін. // Современные технологии в медицине труда. – Донецк: ФЛП Дмитренко, 2009. – С. 39-41.
9. Панкова В.Б. Отологические эффекты импульсного шума / В.Б. Панкова, Е.Л. Синева // Вестник оториноларингологии. – № 1. – С. 10-12.
10. Позин Н.В. Элементы теории биологических анализаторов / Н.В. Позин, И.А. Любинский, О.В. Левашов и др. – М.: Наука, 1978. – 360 с.
11. Мищенко І.А. Вплив змісту сигналів на біологічну активність шуму в умовах напруженої праці / І.А. Мищенко, В.І. Назаренко, А.В. Колганов // Ук-

- раїнський журнал з проблем медицини праці. – 2011. — №3 (27). – С.27-32.
12. Гігієнічна класифікація праці. Гігієнічні нормативи ГН 3.3.5.-8-6.6.1-083 – 2001 / МОЗ України. – К., 2001 – 47 с.
  13. ДСН 3.3.6.037 – 99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку, інфразвуку: МОЗ України 1.12.99., постановова № 37 // [http: document.ua](http://document.ua).
  14. ГОСТ 12.1.050 – 86. ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах. – М.: Изд-во стандартов, 1986.
  15. Денисов Э.И. Физические основы и методика расчета дозы шума / Э.И. Денисов // Гигиена труда и профзаболевания. – 1979. – №11. – С. 24-28.
  16. Шеннон К.Э. Работы по теории информации и кибернетике. / К.Э. Шеннон – М.: Изд-во иностр. л-ры, 1963. – 829 с.
  17. Гігієна праці : (методи досліджень та санітарно-епідеміологічний нагляд) / [Александрова Л. Г., Веремей М. І., Гвозденко Л. Т. та ін] ; за ред. А. М. Шевченка, О. П. Яворовського. – Вінниця : НОВА КНИГА, 2005. – 528 с.
  18. Колганов А.В. Математичні методи у психології: навчальний посібник / А.В. Колганов – Донецьк: Ноулідж (Донецьке відділення), 2011. – 166 с.
  19. Бархаш Г. И. Изменения функционального состояния слухового анализатора при работе за пультами управления, связанной с восприятием информации в виде речи / Г. И. Бархаш // Гигиена труда и профессиональные заболевания. – 1970. – № 7. – С. 32–35.

### Резюме

#### ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ШУМА: ПРОБЛЕМА АДЕКВАТНОСТИ

*Колганов А.В., Мищенко И.А.*

С целью повышения адекватности гигиенической оценки, проведено исследование, результаты которого показыва-

ют возможность дополнения общепризнанной энергетической модели для постоянного шума, оценкой его информационных характеристик. Гипотеза обосновывается тем, что, с точки зрения теории анализаторов, основной для них является функция связи. Проиллюстрирована методика расчета таких характеристик. На примере непостоянных шумов, характерных для некоторых рабочих мест в угольной и металлургической промышленности, с применением дисперсионного и регрессионного анализа показано, что в изменение порогов слуховой чувствительности достоверный вклад вносят информационные характеристики непостоянного шума (энтропия, количество перерабатываемой информации). Сделан вывод об их связи с технологическим процессом, что позволяет рабочему использовать непостоянный шум, как неинструментальный источник информации и необходимости дальнейшего изучения подобных биологических эффектов в других отраслях промышленности и на транспорте.

*Ключевые слова: непостоянный шум, энергетическая модель, информационные характеристики, влияние, пороги слуховой чувствительности.*

### Summary

#### HYGIENIC ASSESSMENT OF NOISE: THE PROBLEM OF ADEQUACY

*Kolganov A.V., Mischenko I.A.*

The results of investigation shows that well-known energetical model for changeable noise should be complete with assessment of its informational characteristics for improving of hygienic assessment adequacy. Method of calculation of these characteristics is illustrated. The hypothesis is based on main analyzers function is connection according the analyzers theory. Each analyzer, including auricular, supplies the body with sensory information, providing, along with it, their own safety. In the noise conditions the workers are forced to use it as an additional source of information. For some

occupations (operators of seismic forecast, telephone operators, traffic controllers etc.) detection of acoustic signal in background noise is essence of activity. These analyzers functions have a contradiction: on the one hand, the analyzer should be very sensitive, and on the other hand, it should increase the thresholds of perception for own safety. It is established that informational characteristics of changeable noise (entropy, the amount of processed data) make a credible contribution in the change of the thresholds of auditory sensitivity (for example of changeable noises for some work places in the coal and steel industry with using dispersion and regression analysis). Their significance is determined by strong relationship with technological proses. At the begining of rolled metal has a very high temperature and during

processing generates pulses of mid-range 0.9-1.2 s. with a relatively large (up to 0.4 s) the leading front time increasing. In the area of cutting shears metal is cold with high-frequency and short pulses (0.3-0.5 s) with the leading front time increasing to 0.1 seconds. etc. A conclusion about their relationship with technological proses which allows workers to use a changeable noise as non-instrumental source of information and nessesaty of further investigation such biological effects in different branches of industry and transport is made.

*Keywords: Irregular noise, energy model, information characteristics, impact, thresholds of auditory sensitivity.*

*Впервые поступила в редакцию 27.02.2013 г.  
Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования*

УДК 551:502

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ОДЕСЬКОГО УЗБЕРЕЖЖЯ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА 2010-2012 РОКИ**

**Шепель А.П., Золотарьов О.М., Карпенко Г.В.,  
Подгорна І.В., Канцева І.М.**

*Державна екологічна інспекція Північно-Західного регіону Чорного моря,  
м. Одеса*

В останні роки при проведенні досліджень стану Чорного моря, виявлено, що на якість морського середовища впливають забруднення, що надходять в акваторії внутрішніх морських вод з об'єктів, розташованих у прибережній смузі. Представлені результати аналізу зворотної води з підприємств — водокористувачів за 2010-2012 рр. Наведено питомі скиди по забруднюючим речовинам — фосфатам, азоту амонію, азоту нітратів і нітритів в Одеському регіоні. Зроблено аналіз динаміки якості балас-тних вод в період 2010-2012 років.

*Ключові слова: екологічний стан Чорного моря, джерело забруднення, скид зворотних вод, біогенні речовини.*

Сучасний екологічний стан Чорного моря формується під впливом значного обсягу забруднень, що надходять до його вод. Основними чинниками антропогенного та техногенного тиску на морське середовище є: наднормативний вміст мінеральних та органічних речовин у

річковому стоці; забруднення річкового стоку антропогенного походження, яке включає значні обсяги скидів зворотних та стічних вод; забруднення прибережної частини моря внаслідок діяльності берегових об'єктів, забруднення морського середовища внаслідок судноплавства та