

УДК 504.45.058; 504.4.054; 504.064

КП 87.19.03

№ держреєстрації 0119U103483

Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ УКРАЇНИ  
НДУ «Український науковий центр екології моря»  
(УкрНЦЕМ)

65009, м.Одеса, вул. Французький бульвар, 89;  
тел.(0482) 431262, факс (0572) 431263, e-mail: accem@te.net.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор УкрНЦЕМ

канд. геогр. наук,

старш. наук. співроб.

Коморін В.М.

«23» січня 2020 року



ЗВІТ  
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

Оцінка та діагноз екологічного стану довкілля Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України у 2019 р.

ОЦІНКА ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ ТА ХАРАКТЕРИСТИК ЗАБРУДНЕННЯ  
МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА УКРАЇНИ НЕБЕЗПЕЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ.

ТОМ 2

Науковий керівник НДР

Заступник директора – начальник морського  
інформаційно-аналітичного центру, к.геогр.н.

В.В. Український

2019

Рукопис закінчено 28 грудня 2019 р.

Результати цієї роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ, протокол  
від 23 січня 2020 р. № 1



## СПИСОК АВТОРІВ

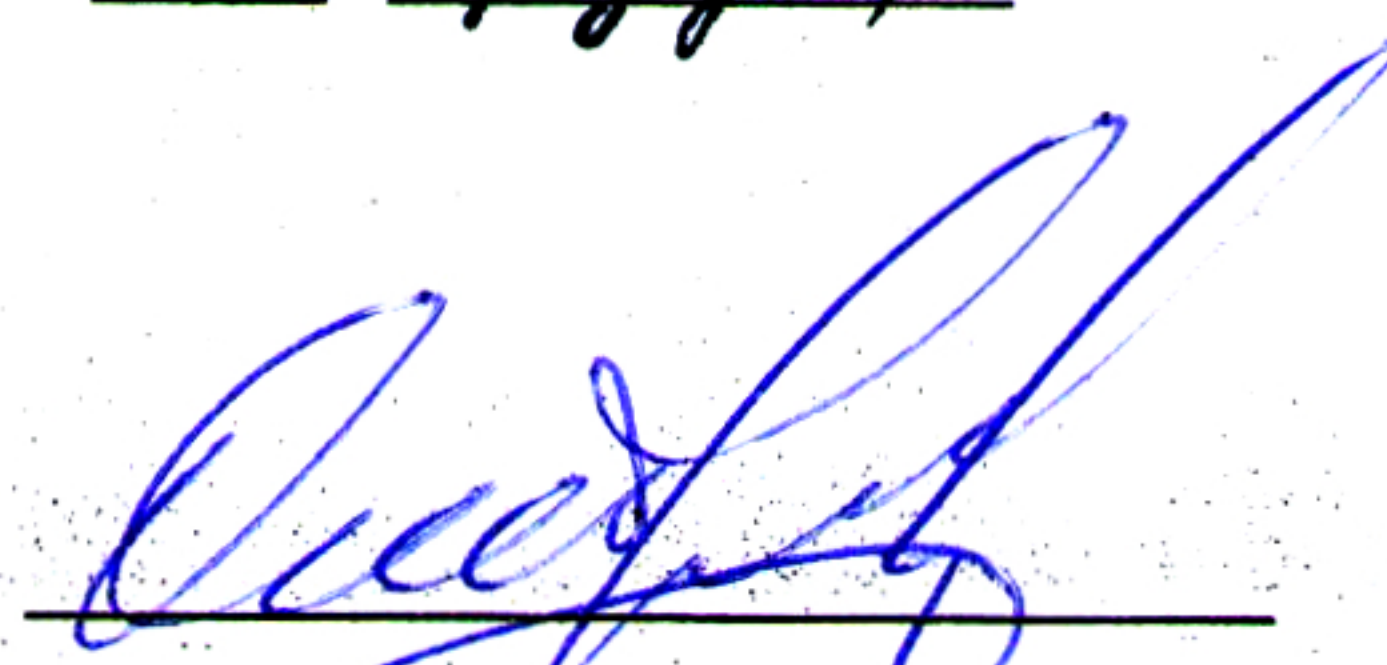
Відповідальний виконавець,  
начальник відділу аналітичних  
досліджень та організації  
моніторингу (ВАДтаОМ)



Ю.М. Деньга

"27" грудня 2019

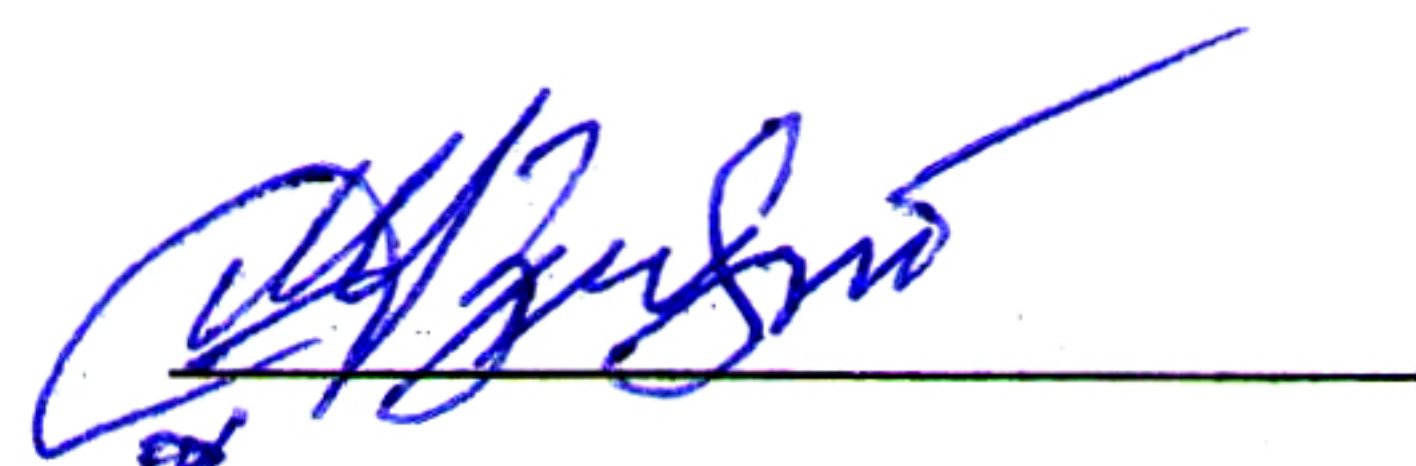
Завідувач лабораторії хіміко-  
аналітичних досліджень (ЛХАД)  
ВАДтаОМ



Ю.В. Олейнік

"28" грудня 2019

Завідувач сектором баз даних  
моніторингу Причорноморських  
країн відділу інформаційного  
забезпечення наукових  
досліджень



О.В. М'яснікова

"27" грудня 2019

Технічні виконавці: В.І. Балакін, В.О. Білозер, В.Ю. Волков, І.В. Вострикова,  
Т.П. Вострикова, В.П. Горяєв, О.Є. Домрачев, Г.Г. Золотарьов,  
М.Г. Золотарьов, В.А. Колосов, М.О. Літвінова, О.О. Остапов, В.В. Писаренко



## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 51 с., рис. 12, табл. 13, джерел 3

ЧОРНЕ МОРЕ В МЕЖАХ ВИКЛЮЧНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ, ЗАБРУДНЮЮЧІ РЕЧОВИНИ, МОРСЬКА ВОДА, ДОННІ ВІДКЛАДЕННЯ, БІОТА, БАЗОВА ОЦІНКА.

Оцінка та діагноз екологічного стану довкілля Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України у 2019 р. (Оцінка характеристик забруднення морського середовища України небезпечними речовинами. Том 2).

Об'єкт дослідження – морські води і екосистема Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України.

Мета НДР – оцінка екологічного стану морського середовища Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України в 2019 році та порівняння екологічного стану з базовою оцінкою (добрий екологічний стан) за період з 2012 по 2017 роки, відповідно до імплементації Директив ЄС (2008/56/ЄС) і (2008/105/ЄС) згідно з Угодою про асоціацію між Україною та Європейським Союзом.

Методи дослідження – в НДР використовувалися традиційні методи аналітичного узагальнення даних та статистичного аналізу, на підставі екологічних спостережень виконаних Українським науковим центром екології моря в 2019 році.

Результати дослідження – на підставі аналізу даних досліджень вод Чорного моря була дана оцінка екологічного стану відповідно дескриптору D8, D9 за гранично допустимими концентраціями відповідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS), за відсутності сполуки в директиві екологічний стан оцінювався за гранично допустимими концентраціями відповідно українського законодавства (ГДК), або екологічних нормативів (ЕН). Виконана оцінка за дескриптором D8, D9 стану морського довкілля Чорного моря в межах виключної економічної зони України.

## ЗМІСТ

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....                                                  | 5  |
| 1 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН МОРСЬКОЇ ВОДИ ЗА ВМІСТОМ                                                            |    |
| ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН .....                                                                             | 7  |
| 1.1 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом токсичних металів .....                | 10 |
| 1.2 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом хлорорганічних пестицидів .....        | 13 |
| 1.3 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом поліхлорованих біфенілів .....         | 15 |
| 1.4 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом поліароматичних вуглеводнів.....       | 17 |
| 2 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ ПО РАЙОНАМ ЗА                                                     |    |
| ВМІСТОМ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН .....                                                                     | 23 |
| 2.1. Токсичні метали в донних відкладеннях .....                                                       | 24 |
| 2.2. Хлорорганічні пестициди в донних відкладеннях.....                                                | 25 |
| 2.3 Поліхлоровані біфеніли в донних відкладеннях .....                                                 | 28 |
| 2.4 Поліароматичні вуглеводні в донних відкладеннях.....                                               | 29 |
| 3 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН БІОЛОГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ЗА ВМІСТОМ                                                     |    |
| ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН .....                                                                             | 37 |
| 3.1 Коефіцієнт забруднення біологічних об’єктів, оцінка стану забруднення .....                        | 38 |
| ВИСНОВКИ (ПОРІВНЯННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖУВАНИХ РАЙОНІВ ПЗЧМ В 2019 РОЦІ З БАЗОВОЮ ОЦІНКОЮ)..... | 42 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ .....                                                                          | 51 |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ГДК – гранично допустимі концентрації;

ДДД – діхлордіфенілдіхлоретан;

ДДЕ – діхлордіфенілдіхлоретілен;

ДДТ – п,п-діхлордіфенілтрихлоретан;

ЕН – екологічний норматив;

ПАВ – поліциклічні ароматичні вуглеводні;

ПХБ – полі хлоровані біфеніли;

ПЗЧМ – північно західна частина моря;

УкрНЦЕМ – Український науковий центр екології моря;

ХОП – хлорорганічні пестициди;

ТМ – токсичні метали;

Кз – коефіцієнт забруднення;

Al – алюміній;

Ar-1254 – стандартна суміш індивідуальних ПХБ з ПХБ-16 по ПХБ-65;

Ar-1260 – стандартна суміш індивідуальних ПХБ з ПХБ-28 по ПХБ-73;

As – миш'як;

BaA/228 – геохімічний маркер: співвідношення концентрації

бензо(а)антрацену до суми концентрацій сполук з молекулярною масою 228;

Cd – кадмій;

Co – кобальт;

Cr – хром;

Cu – мідь;

MAC-EQS – гранично допустима концентрація - екологічний стандарт якості відповідно директиві ЄС 2013/39/EU (maximum allowable concentration – ecological quality standard);

Fe – залізо;

Fl/(Fl+Py) – геохімічний маркер: співвідношення концентрації флуорантена до суми концентрацій флуорантену та пірену;

Ph/An – відношення фенатрену до антрацену;

(Py+Flu)/(Chr+Ph) – відношення суми пірену та флуорантену до суми хризену та фенантрени;

(An/178) – відношення антрацену до суми сполук з молекулярною масою 178;

Flu/(Flu+Py) – відношення флуорантену до суми флуорантену та пірену;

Hg – ртуть;

WFD – Водна рамкова директива 2000/60/ЄС (Water Framework Directive)

Mn – марганець;

Ni – нікель;

Pb – свинець;

Zn – цинк;

$\alpha$ -HCH –  $\alpha$  гексахлорциклогексан;

$\beta$ -HCH –  $\beta$  гексахлорциклогексан;

$\Sigma$  ДДТ – сума п,п-діхлордіфенілтрихлоретану та його метаболітів;

$\Sigma$  циклодієнових – сума алдріну, ділдріну та ендріну;

$\Sigma$  HCH – сума ліндану та його ізомерів;

$\Sigma$  ПАВ – сума концентрацій поліароматичних вуглеводнів;

B(a)P<sub>eq</sub> – бензо(а)піреновий еквівалент;

## 1 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН МОРСЬКОЇ ВОДИ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

Стан морської води в 2019 році оцінювався за такими забруднюючими речовинами як: токсичні метали (ТМ), хлорорганічні пестициди (ХОП), поліхлоровані біфеніли (ПХБ) та поліароматичні вуглеводні (ПАВ).

Для оцінки використовувався коефіцієнт забруднення (Кз).

Кз відображає концентрацію всіх забруднюючих речовин одного типу в окремий проміжок часу в заданому районі. Цей коефіцієнт розраховується як сума відношень концентрації кожної забруднюючої сполуки до її гранично допустимої концентрації відповідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS), або гранично допустимої концентрації відповідно українського законодавства (ГДК), або екологічного нормативу (ЕН) віднесеної до кількості вимірювань проведених в заданий проміжок часу. Точність відображення стану району, за допомогою коефіцієнту, залежить від кількості станцій моніторингу в досліджуваному районі та кількості спостережень за проміжок часу, який оцінюється.

Екологічний стан морської води за допомогою Кз оцінюється:

- Дуже добрий коли Кз менше 0,5;
- Добрий коли Кз від 0,5 до 1,0;
- Задовільний коли Кз від 1,0 до 2,5;
- Поганий коли Кз від 2,5 до 5,0;
- Дуже поганий коли Кз більше 5,0.



Північно західна частина Чорного моря (ПЗЧМ) оцінюється по районах розподілу відкритої частини моря на західну та східну і прибережну зони моря південного Криму визначених в [1] та по водних масивах визначених районів «Перехідних вод» та «Прибережних вод» відповідно до Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС (WFD) [2] (рис. 1.1).

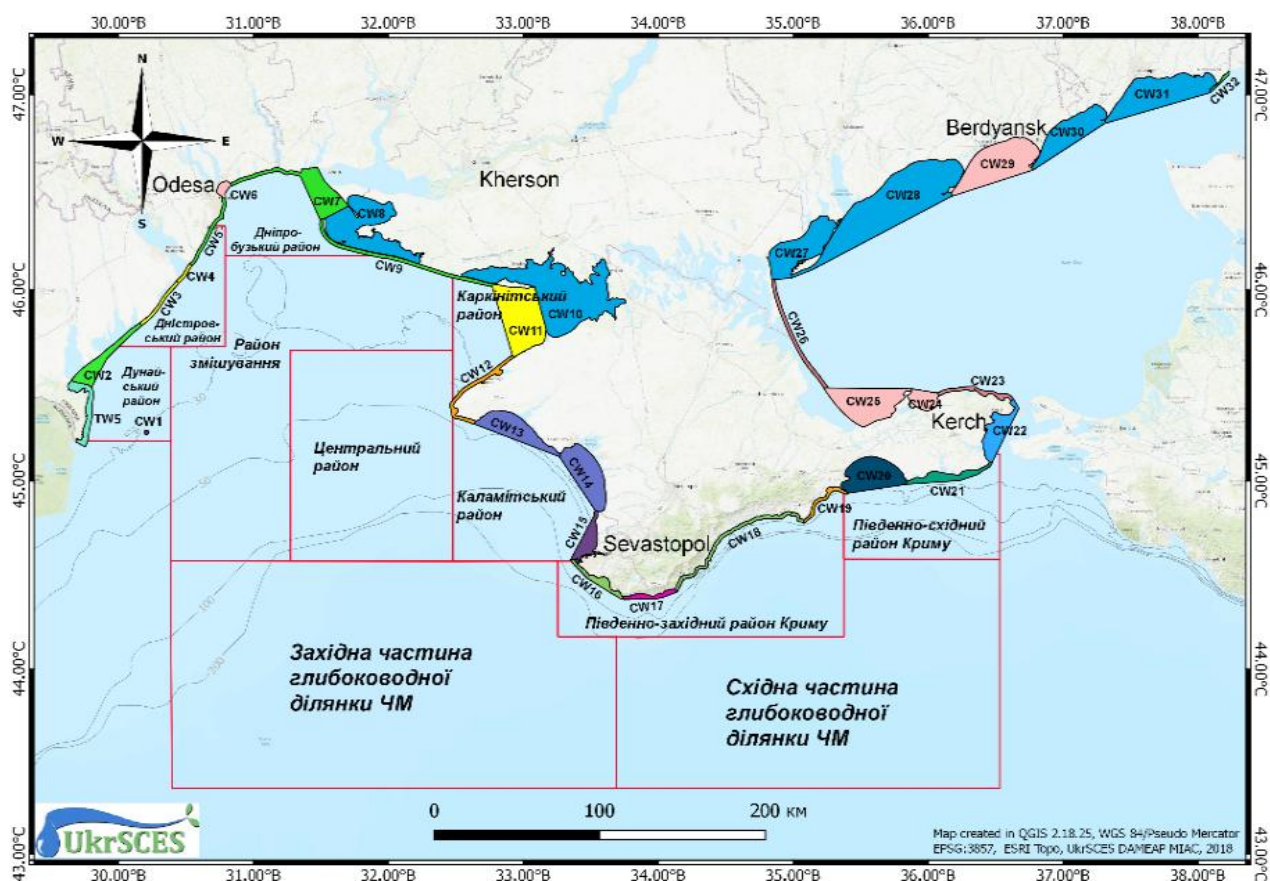


Рисунок 1.1 – Карта районів морського середовища ПЗЧМ

В таблиці 1.1 наведені координати станцій.

Таблиця 1.1 – Координати станцій на яких проводився відбір проб у 2019 році

| Умовне позначення станції | Довгота, ° | Широта, ° |
|---------------------------|------------|-----------|
| Дунайський р-н            |            |           |
| Ст. 6                     | 29.86167   | 45.35310  |
| Ст. 10-8                  | 29.86833   | 45.32368  |
| Ст. 10-9                  | 29.87258   | 45.32467  |
| Ст. 10-15                 | 29.87162   | 45.32162  |
| Ст. 10-22                 | 29.87555   | 45.31928  |
| Ст. 17                    | 29.84073   | 45.25612  |
| Ст. 18                    | 29.81617   | 45.27273  |
| Ст. 6                     | 29.86250   | 45.35250  |
| Ст. 10-8                  | 29.86785   | 45.32428  |
| Ст. 10-9                  | 29.87247   | 45.32608  |
| Ст. 10-15                 | 29.87195   | 45.32213  |
| Ст. 10-22                 | 29.87563   | 45.31890  |
| Ст. 17                    | 29.84622   | 45.26363  |
| Ст. 18                    | 29.81585   | 45.27350  |
| Ст. 1a                    | 30.25180   | 45.33863  |



## Продовження таблиці 1.1

| Умовне позначення станції | Довгота, ° | Широта, ° |
|---------------------------|------------|-----------|
| Дніпровський р-н          |            |           |
| 2а                        | 31.00205   | 46.33333  |
| Ст. 1                     | 31.10547   | 46.35965  |
| Зона змішування           |            |           |
| Ст. 2                     | 31.2350    | 45.2159   |
| Ст.16                     | 31.0000    | 45.8325   |
| Ст.17                     | 31.2506    | 45.6667   |
| Західна частина ЧМ        |            |           |
| Ст.3                      | 31.3041    | 44.2162   |
| Ст. 4                     | 31.5632    | 44.1216   |
| Ст. 5                     | 31.8195    | 43.3998   |
| Ст6                       | 32.8732    | 43.4183   |
| Східна частина ЧМ         |            |           |
| Ст. 7                     | 34.7733    | 43.3697   |
| Ст. 8                     | 36.0586    | 43.5384   |
| CW1                       |            |           |
| Ст. 15                    | 30.21056   | 45.25333  |
| TW5                       |            |           |
| Ст. 7                     | 29.76500   | 45.33917  |
| Ст. 7-1                   | 29.77453   | 45.33575  |
| Ст. 7-2                   | 29.78667   | 45.32898  |
| Ст. 8                     | 29.79955   | 45.32252  |
| Ст. 19                    | 29.78600   | 45.29167  |
| Ст. 7                     | 29.76417   | 45.33750  |
| Ст. 7-1                   | 29.77417   | 45.33583  |
| Ст. 7-2                   | 29.78667   | 45.32833  |
| Ст. 8                     | 29.79867   | 45.32300  |
| Ст. 19                    | 29.79010   | 45.29167  |
| Д 8                       | 29.80033   | 45.32282  |
| Д 19                      | 29.78560   | 45.29142  |
| Ст. 14                    | 29.77389   | 45.29861  |
| CW2                       |            |           |
| Ст. 13                    | 29.784     | 45.603    |
| CW3                       |            |           |
| Ст. 12                    | 30.253     | 45.873    |
| CW4                       |            |           |
| Затока                    | 30.4722    | 46.0769   |
| Затока                    | 30.5139    | 46.0846   |
| Ст. 11                    | 30.4703    | 46.0636   |
| CW5                       |            |           |
| Пляж «Аркадія»            | 30.7683    | 46.4275   |
| Сан. Чкаловський          | 30.7719    | 46.4436   |
| 411 батарея               | 30.7303    | 46.3675   |
| Мис М. Фонтан             | 30.7722    | 46.4386   |
| Пляж «Аркадія»            | 30.7683    | 46.4275   |
| Пляж «Дельфін»            | 30.7692    | 46.4517   |

Продовження таблиці 1.1

| Умовне позначення станції   | Довгота, ° | Широта, ° |
|-----------------------------|------------|-----------|
| CW5                         |            |           |
| СБО порту та м. Чорноморськ | 30.6347    | 46.1981   |
| СБО «Південна»              | 30.7548    | 46.3493   |
| CW6                         |            |           |
| Пляж «Лузанівка» 1          | 30,7694    | 46,5531   |
| Пляж «Лузанівка» 2          | 30,7585    | 46,5488   |
| Порт Одеса                  | 30,7492    | 46,4942   |
| CW7                         |            |           |
| Коблево                     | 31.174     | 46.628    |
| порт Південний              | 31.029     | 46.602    |
| Ст. 3                       | 31.6121    | 46.4592   |
| Ст. 20                      | 31.461     | 46.611    |
| CW8                         |            |           |
| За                          | 31.8255    | 46.4835   |
| Ст. 19                      | 31.724     | 46.393    |
| CW9                         |            |           |
| Ст. 18                      | 31.667     | 46.222    |

### 1.1 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом токсичних металів

В таблиці 1.2 та на рисунку 1.2 наведені значення Кз для ртуті (Hg), кадмію (Cd), свинцю (Pb), нікелю (Ni) та середній Кз для ТМ в поверхневому та придонному шарах води за даними 2019 року по районах. Оцінка екологічного стану проводилась згідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS).

Таблиця 1.2 – Кз ТМ морської води по районах у 2019 році

| Район            |          | Кз ТМ | Кз Hg | Кз Cd | Кз Pb | Кз Ni |
|------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CW1 (о. Зміїний) | поверхня | 0.1   | 0.214 | 0.136 | 0.053 | 0.016 |
| CW1 (о. Зміїний) | дно      | 0.04  | 0     | 0.073 | 0.074 | 0     |
| CW2              | поверхня | 0.19  | 0.657 | 0     | 0.109 | 0     |
| CW2              | дно      | 0.25  | 0.829 | 0.067 | 0.119 | 0     |
| CW3              | поверхня | 0.09  | 0.136 | 0.17  | 0.058 | 0     |
| CW3              | дно      | 0.33  | 0.536 | 0.65  | 0.125 | 0     |
| CW4              | поверхня | 0.13  | 0.171 | 0.229 | 0.113 | 0.022 |
| CW4              | дно      | 0.05  | 0     | 0.05  | 0.131 | 0     |
| CW5              | поверхня | 0.11  | 0.122 | 0.196 | 0.105 | 0     |
| CW5              | дно      | 1.16  | 4.286 | 0.289 | 0.057 | 0     |
| CW6              | поверхня | 0.41  | 1.243 | 0.157 | 0.25  | 0     |

Продовження таблиці 1.2

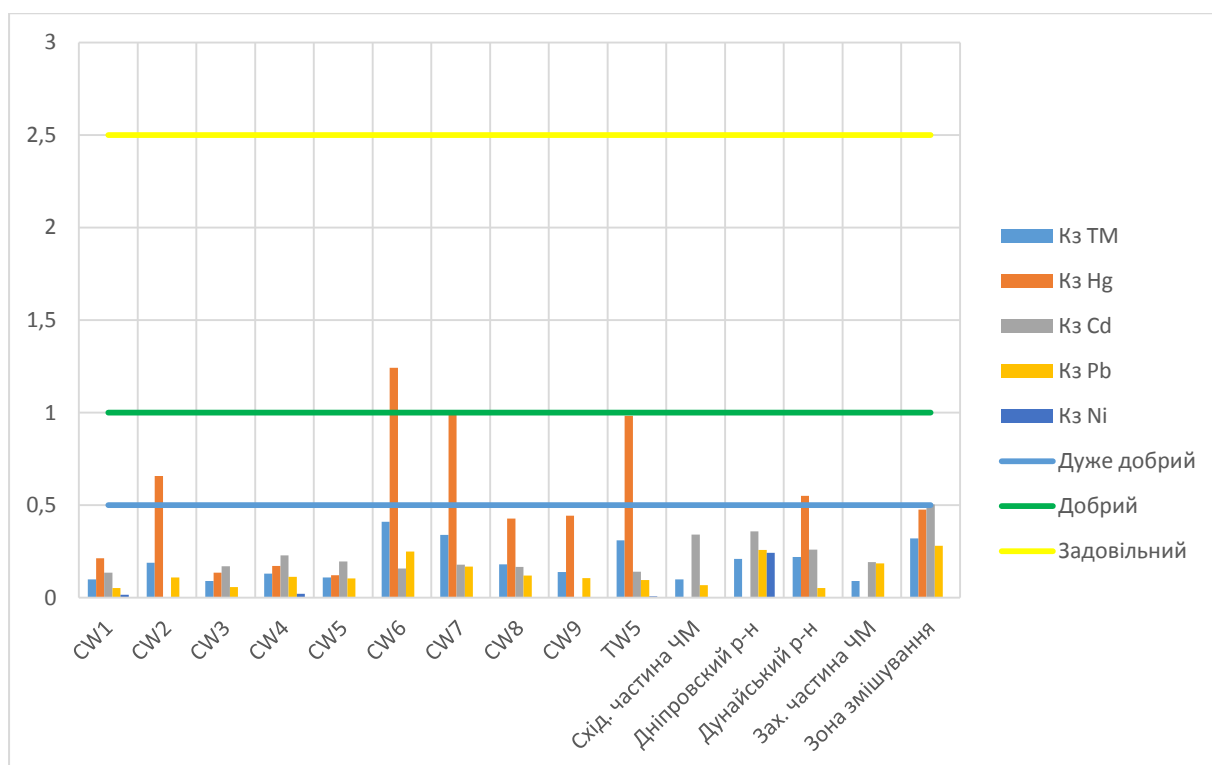
| Район              |          | Кз ТМ | Кз Hg | Кз Cd | Кз Pb | Кз Ni |
|--------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CW6                | дно      |       |       |       |       |       |
| CW7                | поверхня | 0.34  | 0.996 | 0.179 | 0.168 | 0     |
| CW7                | дно      | 0.19  | 0.421 | 0.082 | 0.271 | 0     |
| CW8                | поверхня | 0.18  | 0.429 | 0.166 | 0.119 | 0     |
| CW8                | дно      | 0.39  | 0.2   | 1.224 | 0.127 | 0     |
| CW9                | поверхня | 0.14  | 0.443 | 0     | 0.106 | 0     |
| CW9                | дно      | 0.25  | 0.643 | 0.187 | 0.174 | 0     |
| TW5                | поверхня | 0.31  | 0.983 | 0.142 | 0.096 | 0.008 |
| TW5                | дно      | 0.49  | 1.664 | 0.167 | 0.111 | 0.006 |
| Східна частина ЧМ  | поверхня | 0.1   | 0     | 0.342 | 0.068 | 0     |
| Східна частина ЧМ  | дно      |       |       |       |       |       |
| Дніпровський р-н   | поверхня | 0.21  | 0     | 0.358 | 0.258 | 0.243 |
| Дніпровський р-н   | дно      |       |       |       |       |       |
| Дунайський р-н     | поверхня | 0.22  | 0.55  | 0.261 | 0.052 | 0     |
| Дунайський р-н     | дно      | 0.22  | 0.632 | 0.225 | 0.028 | 0.002 |
| Західна частина ЧМ | поверхня | 0.09  | 0     | 0.194 | 0.186 | 0     |
| Західна частина ЧМ | дно      |       |       |       |       |       |
| Зона змішування    | поверхня | 0.32  | 0.476 | 0.504 | 0.281 | 0     |
| Зона змішування    | дно      | 0.31  | 0.729 | 0.275 | 0.236 | 0     |

Із таблиці 1.2 та рисунку 1.2 видно:

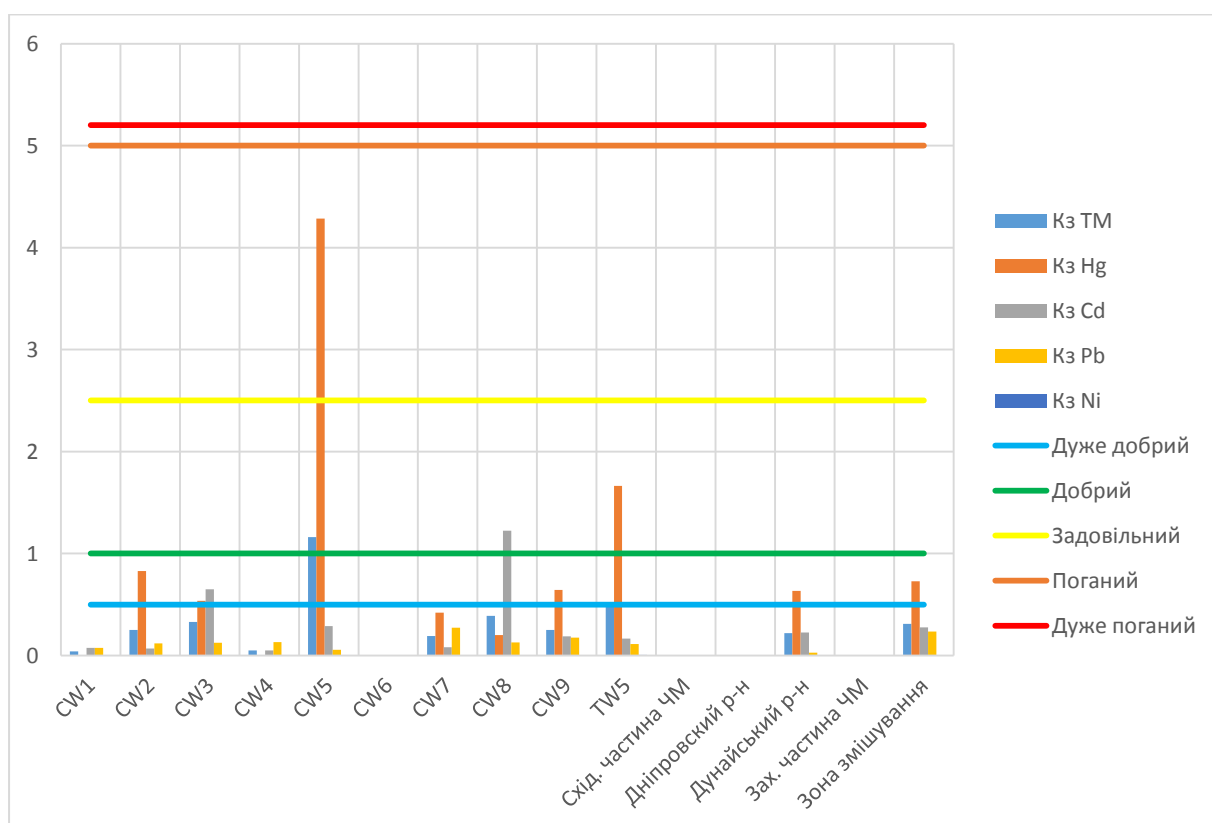
-в 2019 році Кз ТМ в районі CW5 в придонному шарі води відповідає задовільному екологічному стану, на це вплинула висока концентрації ртуті в цьому районі - Кз Hg відповідає поганому екологічному стану.

- по іншим районам Кз ТМ відповідають дуже доброму та доброму екологічному стану, але теж зафіксовані підвищені концентрації металів: Кз Hg в поверхневому шарі води району CW6 та придонному шарі води району TW5 відповідає задовільному екологічному стану, Кз Cd в придонному шарі води району CW8 відповідає задовільному екологічному стану.





а)



б)

а – Кз ТМ поверхневий шар води

б – Кз ТМ придонний шар води

Рисунок 1.2 – Кз ТМ морської води по районах у 2019 році

## 1.2 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом хлорорганічних пестицидів

В таблиці 1.3 та на рисунку 1.3 наведений середній Кз для ХОП та Кз для окремих ХОП в поверхневому та придонному шарах води за даними 2019 року по районах. Оцінка екологічного стану проводилась згідно директиви ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS).

Таблиця 1.3 – Кз ХОП поверхневого та придонного шарів морської води в 2019 році

| Район             |          | Кз ХОП | Кз ДДТ <sup>1</sup> | Кз ΣДДТ <sup>2</sup> | Кз ΣНСН <sup>3</sup> | Кз ГХБ <sup>4</sup> | Кз гептахлором | Кз Σ циклодієнових <sup>5</sup> |
|-------------------|----------|--------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------|---------------------------------|
| CW1 (о. Зміїний)  | поверхня | 0.23   | 0.927               | 0.371                | 0.099                | 0                   | 0              | 0                               |
| CW1 (о. Зміїний)  | дно      | 459.4  | 1.496               | 0.599                | 0.261                | 0                   | 2753           | 0                               |
| CW2               | поверхня | 0.47   | 1.876               | 0.755                | 0.212                | 0                   | 0              | 0                               |
| CW2               | дно      | 0.08   | 0.326               | 0.13                 | 0                    | 0                   | 0              | 0                               |
| CW3               | поверхня | 0.19   | 0.8                 | 0.32                 | 0.039                | 0                   | 0              | 0                               |
| CW3               | дно      | 48.63  | 3.289               | 1.374                | 0.093                | 0                   | 287            | 0.012                           |
| CW4               | поверхня | 0.68   | 2.678               | 1.072                | 0.354                | 0                   | 0              | 0                               |
| CW4               | дно      | 0.19   | 0.712               | 0.285                | 0.154                | 0                   | 0              | 0                               |
| CW5               | поверхня | 0.18   | 0.684               | 0.275                | 0.109                | 0                   | 0              | 0                               |
| CW5               | дно      | 32.47  | 0.413               | 0.165                | 0.094                | 0                   | 194            | 0                               |
| CW6               | поверхня | 0.12   | 0.458               | 0.184                | 0.103                | 0                   | 0              | 0                               |
| CW6               | дно      |        |                     |                      |                      |                     |                |                                 |
| CW7               | поверхня | 0.2    | 0.754               | 0.302                | 0.139                | 0                   | 0              | 0                               |
| CW7               | дно      | 0.17   | 0.651               | 0.26                 | 0.099                | 0                   | 0              | 0                               |
| CW8               | поверхня | 0.51   | 2.051               | 0.82                 | 0.205                | 0                   | 0              | 0                               |
| CW8               | дно      | 1.67   | 6.855               | 2.742                | 0.437                | 0                   | 0              | 0                               |
| CW9               | поверхня | 0.24   | 0.916               | 0.366                | 0.154                | 0                   | 0              | 0                               |
| CW9               | дно      | 0.2    | 0.763               | 0.305                | 0.159                | 0                   | 0              | 0                               |
| TW5               | поверхня | 37.76  | 0.552               | 0.221                | 0.043                | 0                   | 225            | 0                               |
| TW5               | дно      | 25.84  | 0.678               | 0.271                | 0.148                | 0                   | 153            | 0                               |
| Східна частина ЧМ | поверхня | 0.27   | 0.995               | 0.398                | 0.207                | 0                   | 0              | 0                               |
| Східна частина ЧМ | дно      |        |                     |                      |                      |                     |                |                                 |
| Дніпровський р-н  | поверхня | 0.64   | 2.603               | 1.041                | 0.182                | 0                   | 0              | 0                               |
| Дніпровський р-н  | дно      | 0.21   | 0.812               | 0.325                | 0.117                | 0                   | 0              | 0                               |
| Дунайський р-н    | поверхня | 30.7   | 0.464               | 0.185                | 0.084                | 0.003               | 183            | 0.257                           |
| Дунайський р-н    | дно      | 48.76  | 0.414               | 0.17                 | 0.101                | 0                   | 291            | 0.046                           |

Продовження таблиці 1.3

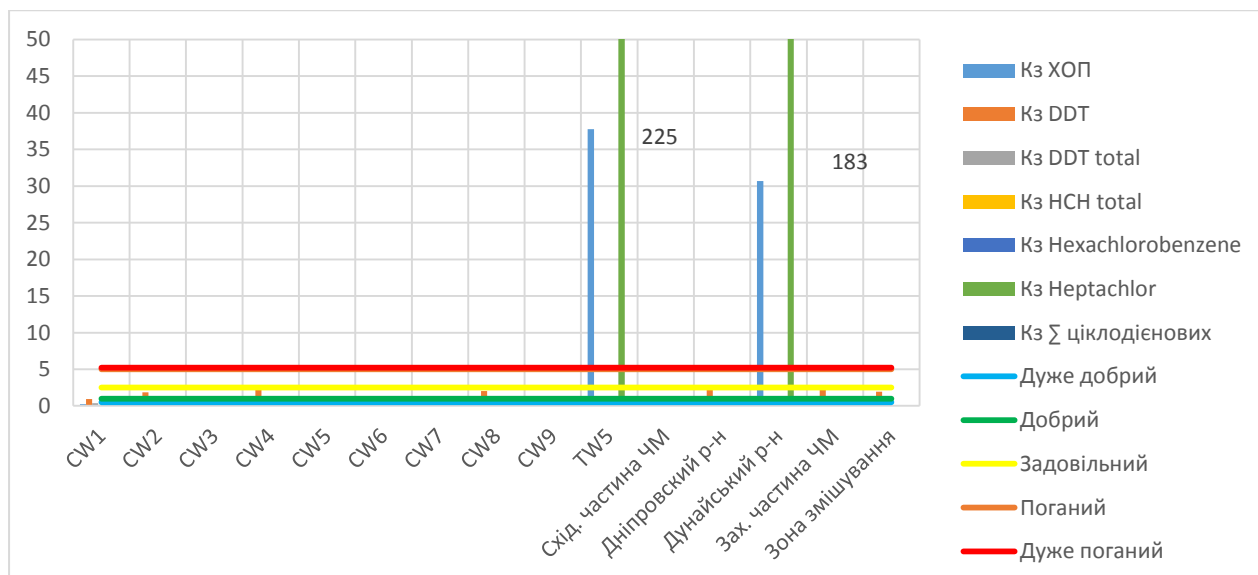
| Район                                                                                                                            |          | Кз ХОП | Кз ДДТ <sup>1</sup>                   | Кз $\Sigma$ ДДТ <sup>2</sup> | Кз $\Sigma$ НСН <sup>3</sup> | Кз ГХБ <sup>4</sup> | Кз гептахлором | Кз $\Sigma$ циклодієнових <sup>5</sup> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|----------------|----------------------------------------|
| Західна частина ЧМ                                                                                                               | Поверхня | 0.67   | 2.713                                 | 1.091                        | 0.221                        | 0                   | 0              | 0                                      |
| Західна частина ЧМ                                                                                                               | дно      | 0.13   | 0.535                                 | 0.214                        | 0.009                        | 0                   | 0              | 0                                      |
| Зона змішування                                                                                                                  | поверхня | 0.48   | 1.96                                  | 0.788                        | 0.128                        | 0                   | 0              | 0                                      |
| Зона змішування                                                                                                                  | дно      | 0.49   | 1.953                                 | 0.782                        | 0.202                        | 0                   | 0              | 0                                      |
| 1 – п,п-діхлордіфенілтрихлоретан<br>2 – сума ДДТ та його метаболітів<br>3 – сума ліндану та його ізомерів<br>4 – гексахлорбензол |          |        | 5 – сума алдріну, ділдріну та ендріну |                              |                              |                     |                |                                        |

Як видно із таблиці 1.3 та рисунку 1.3:

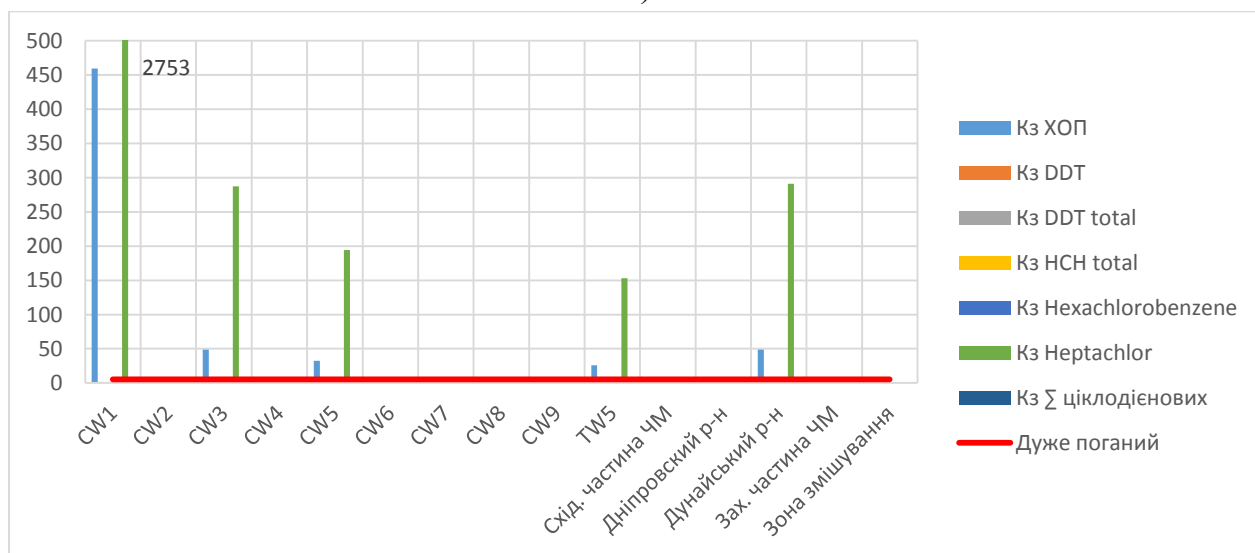
- в 2019 році Кз гептахлором в придонному шарі води в районах CW1, CW3, CW5 та в поверхневому і придонному шарі води в районах TW5, Дунайський р-н відповідає дуже поганому екологічному стану, що відобразилось на загальному стані морської води по забрудненню ХОП в цих районах - Кз ХОП відповідає дуже поганому стану.

- Також зафіксовані підвищенні концентрації ДДТ та його метаболітів. Кз ДДТ в поверхневому шарі води в районах CW2, CW4, CW8, Дніпровський р-н, західна частина ЧМ, зона змішування відповідає задовільному та поганому екологічному стану, в придонному шарі води в районах CW1, CW3, CW8, зона змішування відповідає задовільному, поганому та дуже поганому екологічному стану. Це відобразилось в придонному шарі води району CW8 на Кз ХОП, який знаходиться на рівні задовільного екологічного стану.

- Кз іншими ХОП має значення дуже доброго екологічного стану.



а)



б)

а – Кз ХОП поверхневий шар води

б – Кз ХОП придонний шар води

Рисунок 1.3 – Кз ХОП морської води по районах в 2019 році

### 1.3 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом поліхлорованих біфенілів

В таблиці 1.4 та на рисунку 1.4 наведені Кз ПХБ поверхневого та придонного шарів морської води по районам у 2019 році.

Оскільки в директиві ЄС 2013/39 не має обмежень по концентраціям ПХБ не діоксинового ряду, оцінка забруднення ПХБ морської води

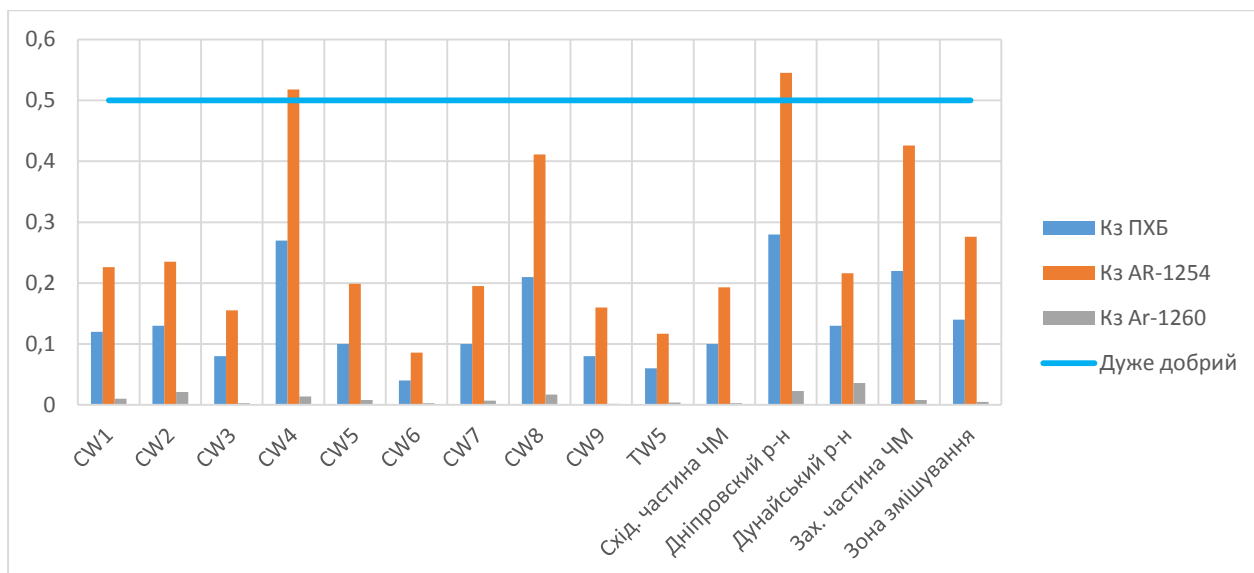


проводилась відносно ЕН для груп індивідуальних ПХБ від ПХБ-16 до ПХБ-65 (Ar-1254) та від ПХБ-28 до ПХБ-73 (Ar-1260).

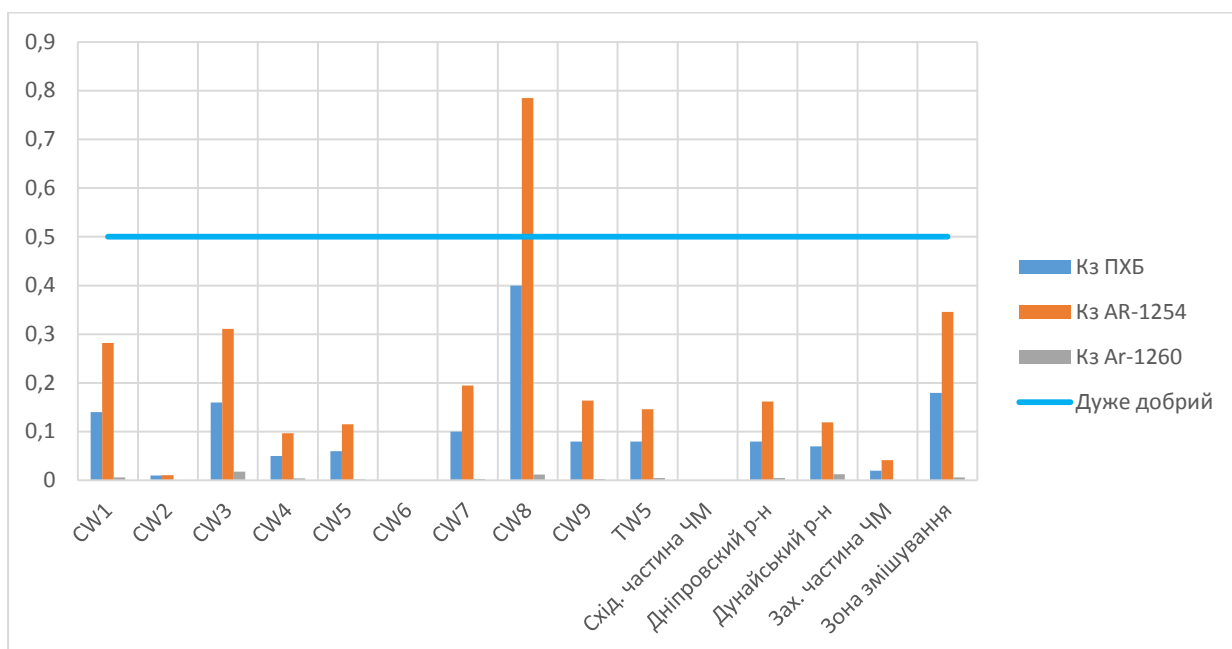
Таблиця 1.4 – Кз ПХБ поверхневого та придонного шару морської води в 2019 році

| Район              |          | Кз ПХБ | Кз Ar -1254 | Кз Ar-1260 |
|--------------------|----------|--------|-------------|------------|
| CW1 (о. Зміїний)   | поверхня | 0.12   | 0.226       | 0.01       |
| CW1 (о. Зміїний)   | дно      | 0.14   | 0.282       | 0.006      |
| CW2                | поверхня | 0.13   | 0.235       | 0.021      |
| CW2                | дно      | 0.01   | 0.011       | 0.001      |
| CW3                | поверхня | 0.08   | 0.155       | 0.003      |
| CW3                | дно      | 0.16   | 0.311       | 0.018      |
| CW4                | поверхня | 0.27   | 0.518       | 0.014      |
| CW4                | дно      | 0.05   | 0.097       | 0.004      |
| CW5                | поверхня | 0.1    | 0.199       | 0.008      |
| CW5                | дно      | 0.06   | 0.115       | 0.002      |
| CW6                | поверхня | 0.04   | 0.086       | 0.003      |
| CW6                | дно      |        |             |            |
| CW7                | поверхня | 0.1    | 0.195       | 0.007      |
| CW7                | дно      | 0.1    | 0.195       | 0.003      |
| CW8                | поверхня | 0.21   | 0.411       | 0.017      |
| CW8                | дно      | 0.4    | 0.785       | 0.012      |
| CW9                | поверхня | 0.08   | 0.16        | 0.002      |
| CW9                | дно      | 0.08   | 0.164       | 0.003      |
| TW5                | поверхня | 0.06   | 0.117       | 0.004      |
| TW5                | дно      | 0.08   | 0.146       | 0.005      |
| Східна частина ЧМ  | поверхня | 0.1    | 0.193       | 0.003      |
| Східна частина ЧМ  | дно      |        |             |            |
| Дніпровський р-н   | поверхня | 0.28   | 0.545       | 0.023      |
| Дніпровський р-н   | дно      | 0.08   | 0.162       | 0.005      |
| Дунайський р-н     | поверхня | 0.13   | 0.216       | 0.036      |
| Дунайський р-н     | дно      | 0.07   | 0.119       | 0.013      |
| Західна частина ЧМ | поверхня | 0.22   | 0.426       | 0.008      |
| Західна частина ЧМ | дно      | 0.02   | 0.042       | 0.001      |
| Зона змішування    | поверхня | 0.14   | 0.276       | 0.005      |
| Зона змішування    | дно      | 0.18   | 0.346       | 0.006      |

Як видно із таблиці 1.4 та рисунку 1.4 Кз ПХБ у 2019 році по всіх районах в придонному та поверхневому шарі води відповідають дуже доброму екологічному стану.



а)



б)

а – Кз ПХБ поверхневий шар води

б – Кз ПХБ придонний шар води

Рисунок 1.4 – Кз ПХБ морської води по районах в 2019 році

#### 1.4 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом поліароматичних вуглеводнів

В таблиці 1.5 та на рисунку 1.5 наведені Кз ПАВ поверхневого та

придонного шарів морської води по районах в 2019 році. Кз розраховувався відносно MAC-EQS.

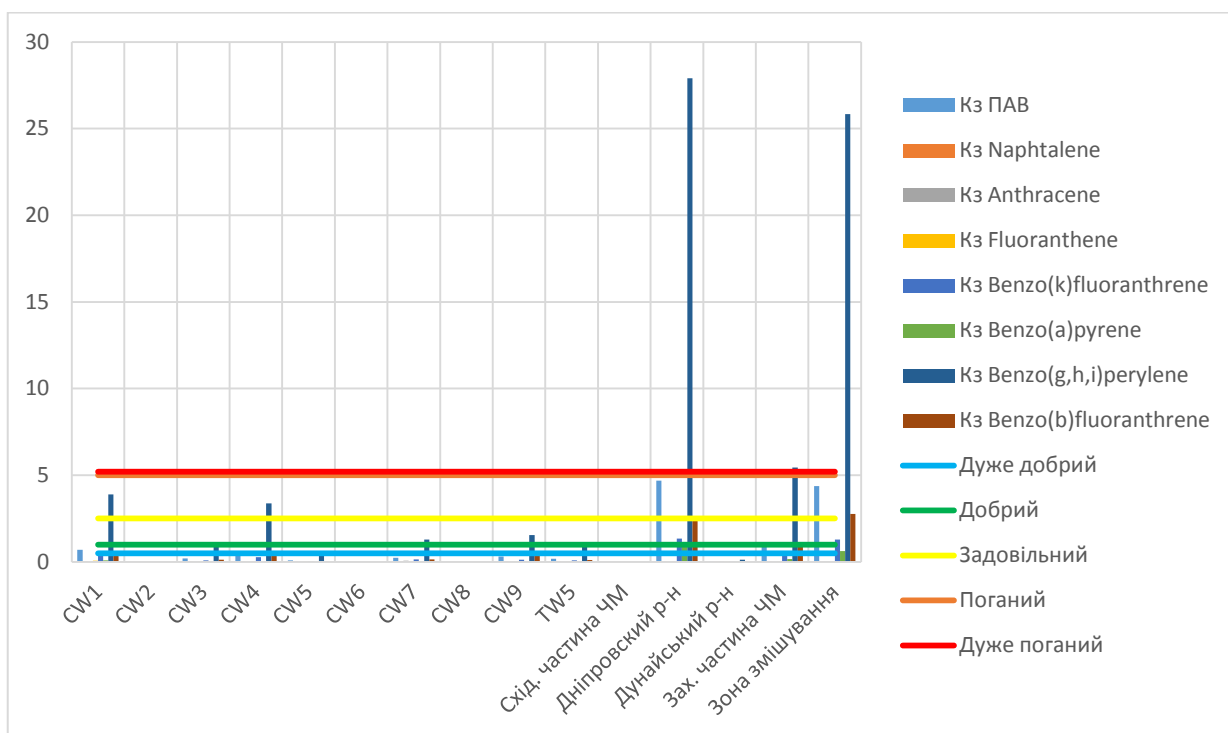
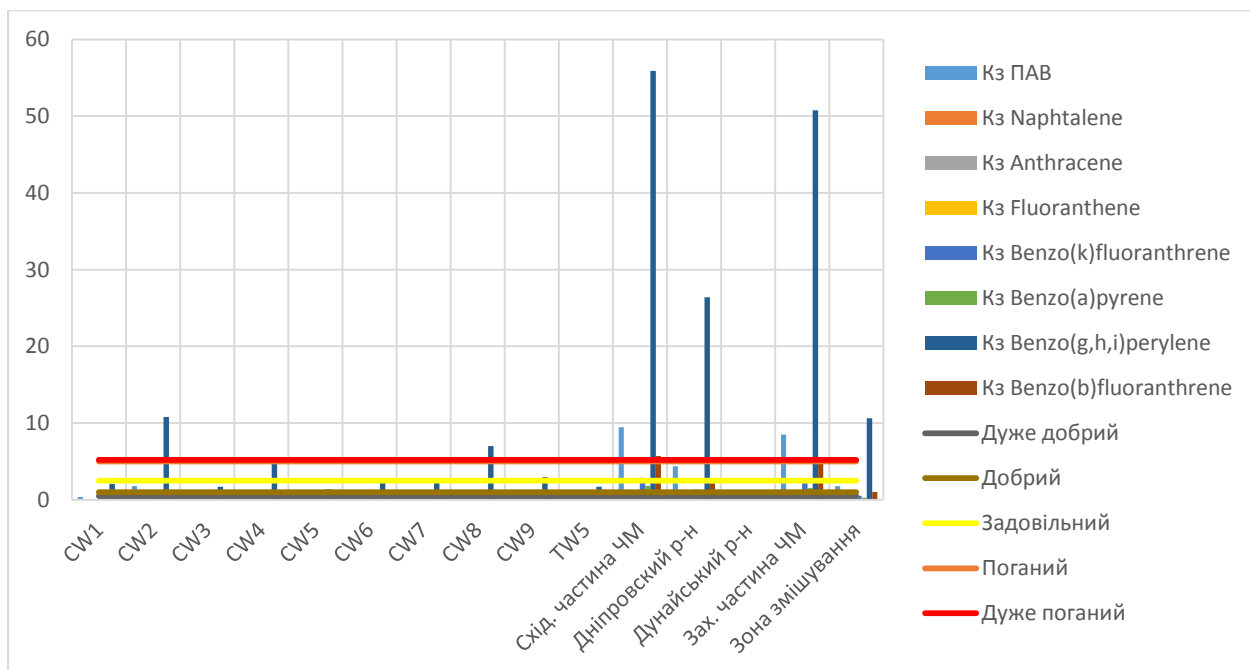
Загальні показники забрудненості морської води ПАВ знаходяться на низькому рівні та відповідають дуже доброму та доброму екологічному стану, крім районів CW2 та CW8, де в поверхневому шарі води Кз ПАВ відповідає задовільному екологічному стану.

Але слід відмітити, що концентрації окремих ПАВ були на високому рівні майже по всіх районах спостережень:

- Кз бензо(g,h,i)періленом відповідало задовільному, поганому та дуже поганому екологічному стану по всіх районах, крім CW2, CW5, CW8 в придонному шарі води та в Дунайському районі в поверхневому та придонному шарах води;
- Кз бензо(к)флуорантенom відповідало задовільному та поганому стану по районах: східна частина ЧМ, західна частина ЧМ в поверхневому шарі води, Дніпровський р-н в поверхневому та придонному шарах води, зона змішування в придонному шарі води;
- Кз бензо(а)піреном відповідало задовільному екологічному стану по районах: східна частина ЧМ та західна частина ЧМ в поверхневому шарі води;
- Кз бензо(b)флуорантенom відповідало задовільному, поганому та дуже поганому екологічному стану по районах CW2, східна частина ЧМ та західна частина ЧМ в поверхневому шарі води; Дніпровський р-н та зона змішування в поверхневому та придонному шарах води.

Таблиця 1.5 – Кз ПАВ поверхневого та придонного шарів морської води у 2019 році

| Район              |          | Кз ПАВ | Кз нафталіном | Кз антраценом | Кз флуорантеном | Кз бензо(к)флуорантеном | Кз бензо(а)піреном | Кз бензо(г,х,і)періленом | Кз бензо(б)флуорантеном |
|--------------------|----------|--------|---------------|---------------|-----------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|
| CW1                | поверхня | 0.36   | 0             | 0.001         | 0.03            | 0.156                   | 0.052              | 2.073                    | 0.214                   |
| CW1                | дно      | 0.69   | 0             | 0.007         | 0.071           | 0.399                   | 0.08               | 3.89                     | 0.381                   |
| CW2                | поверхня | 1.8    | 0             | 0             | 0.032           | 0.579                   | 0.171              | 10.78                    | 1.065                   |
| CW2                | дно      | 0      | 0             | 0             | 0               | 0                       | 0                  | 0                        | 0                       |
| CW3                | поверхня | 0.28   | 0             | 0             | 0.012           | 0.168                   | 0.009              | 1.72                     | 0.059                   |
| CW3                | дно      | 0.2    | 0             | 0.003         | 0.007           | 0.085                   | 0.012              | 1.14                     | 0.132                   |
| CW4                | поверхня | 0.96   | 0             | 0             | 0.024           | 0.489                   | 0.091              | 5.323                    | 0.774                   |
| CW4                | дно      | 0.58   | 0             | 0.001         | 0.023           | 0.268                   | 0                  | 3.366                    | 0.429                   |
| CW5                | поверхня | 0.26   | 0             | 0.009         | 0.094           | 0.143                   | 0.031              | 1.375                    | 0.148                   |
| CW5                | дно      | 0.09   | 0             | 0             | 0.004           | 0.041                   | 0                  | 0.524                    | 0.048                   |
| CW6                | поверхня | 0.42   | 0             | 0.014         | 0.072           | 0.252                   | 0                  | 2.423                    | 0.207                   |
| CW6                | дно      |        |               |               |                 |                         |                    |                          |                         |
| CW7                | поверхня | 0.5    | 0             | 0.008         | 0.048           | 0.319                   | 0.002              | 2.79                     | 0.302                   |
| CW7                | дно      | 0.24   | 0             | 0.071         | 0.023           | 0.144                   | 0.015              | 1.287                    | 0.148                   |
| CW8                | поверхня | 1.12   | 0             | 0             | 0               | 0.361                   | 0                  | 7                        | 0.507                   |
| CW8                | дно      | 0      | 0             | 0             | 0               | 0                       | 0                  | 0                        | 0                       |
| CW9                | поверхня | 0.49   | 0             | 0             | 0.014           | 0.161                   | 0.031              | 2.951                    | 0.261                   |
| CW9                | дно      | 0.3    | 0             | 0.003         | 0.012           | 0.129                   | 0.041              | 1.549                    | 0.347                   |
| TW5                | поверхня | 0.3    | 0             | 0.036         | 0.019           | 0.131                   | 0.022              | 1.687                    | 0.173                   |
| TW5                | дно      | 0.18   | 0             | 0.005         | 0.019           | 0.084                   | 0.024              | 1.013                    | 0.111                   |
| Східна частина ЧМ  | поверхня | 9.47   | 0             | 0.005         | 0.043           | 2.865                   | 1.823              | 55.89                    | 5.696                   |
| Східна частина ЧМ  | дно      |        |               |               |                 |                         |                    |                          |                         |
| Дніпровський р-н   | поверхня | 4.38   | 0             | 0             | 0.016           | 1.34                    | 0.738              | 26.415                   | 2.145                   |
| Дніпровський р-н   | дно      | 4.68   | 0             | 0.007         | 0.03            | 1.346                   | 0.871              | 27.902                   | 2.629                   |
| Дунайський р-н     | поверхня | 0.14   | 0             | 0.282         | 0.027           | 0.048                   | 0.004              | 0.605                    | 0.039                   |
| Дунайський р-н     | дно      | 0.03   | 0             | 0.028         | 0.016           | 0.027                   | 0.007              | 0.123                    | 0.016                   |
| Західна частина ЧМ | поверхня | 8.52   | 0             | 0.04          | 0.044           | 2.524                   | 1.543              | 50.753                   | 4.721                   |
| Західна частина ЧМ | дно      | 1.02   | 0             | 0.006         | 0.003           | 0.612                   | 0.165              | 5.451                    | 0.929                   |
| Зона змішування    | поверхня | 1.78   | 0             | 0.004         | 0.023           | 0.519                   | 0.277              | 10.626                   | 1.043                   |
| Зона змішування    | дно      | 4.37   | 0             | 0.025         | 0.033           | 1.295                   | 0.63               | 25.837                   | 2.758                   |



а – поверхневий шар води

б – придонний шар води

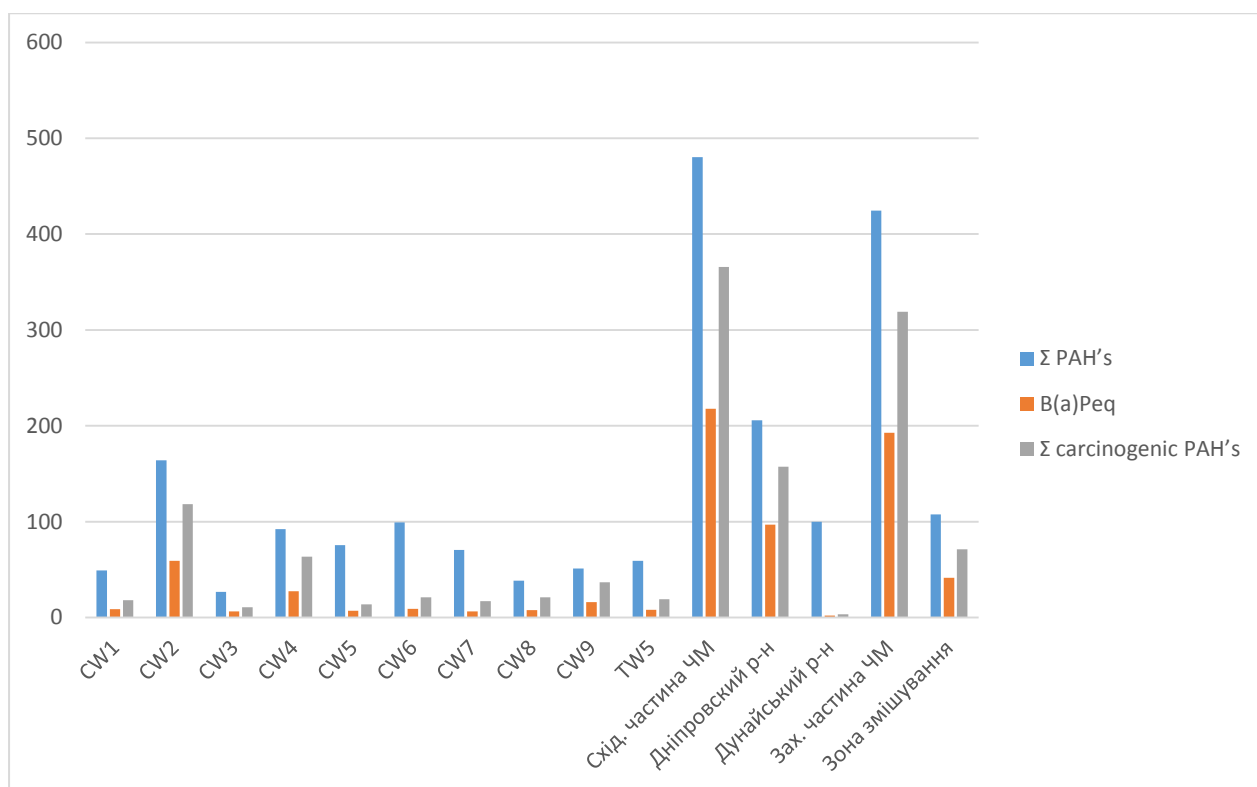
Рисунок 1.5 – Кз ПАВ морської води по районах в 2019 році



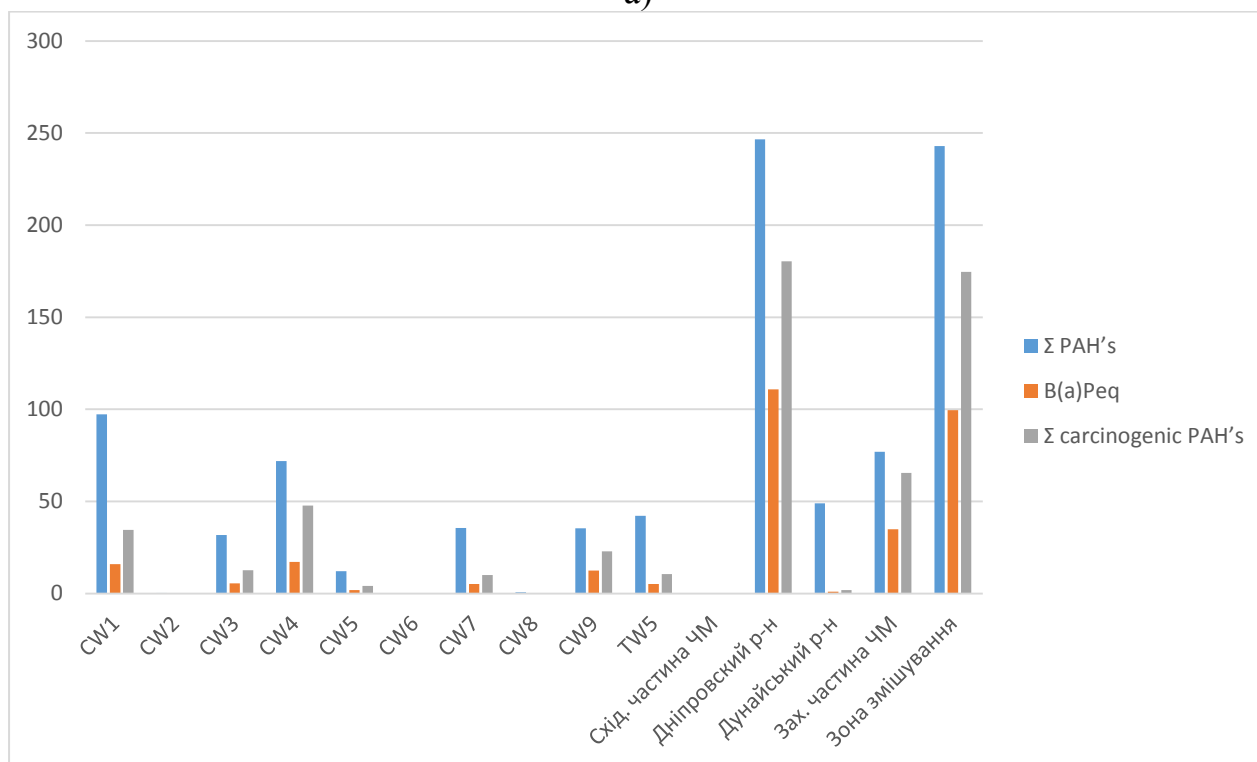
Таблиця 1.6 – Сума ПАВ, бензо(а)піреновий еквівалент та сума канцерогенних ПАВ в поверхневому та придонному шарах морської води у 2019 році

| Район                 | Σ ПАВ                | B(a)P <sub>eq</sub> | Σ sarc<br>ПАВ | Σ ПАВ              | B(a)P <sub>eq</sub> | Σ sarc<br>ПАВ |
|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------|--------------------|---------------------|---------------|
|                       | поверхневий шар води |                     |               | придонний шар води |                     |               |
| CW1                   | 49.18                | 8.81                | 18.14         | 97.23              | 15.95               | 34.63         |
| CW2                   | 164.1                | 58.99               | 118.2         | 0.27               | 0.0003              | 0             |
| CW3                   | 26.82                | 6.29                | 10.76         | 31.73              | 5.61                | 12.65         |
| CW4                   | 92.02                | 27.41               | 63.36         | 71.87              | 17.19               | 47.77         |
| CW5                   | 75.56                | 6.99                | 13.78         | 12.07              | 1.89                | 4.21          |
| CW6                   | 99.06                | 8.96                | 20.89         |                    |                     |               |
| CW7                   | 70.47                | 6.43                | 17.01         | 35.61              | 5.13                | 10.09         |
| CW8                   | 38.27                | 7.53                | 20.87         | 0.7                | 0.01                | 0.19          |
| CW9                   | 51.16                | 15.86               | 36.79         | 35.35              | 12.45               | 22.93         |
| TW5                   | 58.95                | 8.12                | 18.97         | 42.18              | 5.13                | 10.59         |
| Східна частина<br>ЧМ  | 480.3                | 217.8               | 365.8         |                    |                     |               |
| Дніпровський р-н      | 205.6                | 96.72               | 157.2         | 246.5              | 110.9               | 180.3         |
| Дунайський р-н        | 99.95                | 1.99                | 3.2           | 48.97              | 0.96                | 1.91          |
| Західна частина<br>ЧМ | 424.6                | 192.6               | 318.9         | 76.99              | 34.89               | 65.52         |
| Зона змішування       | 107.4                | 41.55               | 71.14         | 242.9              | 99.61               | 174.6         |

В таблиці 1.6 та на рисунку 1.6 наведені середні значення суми ПАВ ( $\Sigma$  ПАВ), бензо(а)піренового еквіваленту (B(a)P<sub>eq</sub>) та суми канцерогенних ПАВ ( $\Sigma$  sarc ПАВ) в поверхневому та придонному шарах морської води по районах у 2019 році. Показники  $\Sigma$  ПАВ, B(a)P<sub>eq</sub> та суми канцерогенних ПАВ по всіх районах знаходяться на значному рівні. Забрудненість морської води ПАВ порівняно з базовою оцінкою зросла.



а)



б)

а – поверхневий шар води

б – придонний шар води

Рисунок 1.6 – Середні значення  $\Sigma$  ПАВ, B(a)Peq та  $\Sigma$  sarc ПАВ в поверхневому та придонному шарах морської води по районах у 2019 році

## 2 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ ПО РАЙОНАМ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

Стан донних відкладень оцінювався за такими забруднюючими речовинами як: токсичні метали (ТМ), хлорорганічні пестициди (ХОП), сума фенолів та поліароматичні вуглеводні (ПАВ). В процесі оцінки розглядався 2019 рік.

Для оцінки використовувались коефіцієнт забруднення (Кз).

Кз відображає концентрацію всіх забруднюючих речовин одного типу в окремий проміжок часу в донних відкладеннях заданого району чи водного масиву. Цей коефіцієнт винаходиться як сума відношень концентрації кожної забруднюючої сполуки до її гранично допустимої концентрації відповідно українського законодавства (ГДК), або екологічного нормативу (ЕН), що віднесена до кількості вимірювань проведених в заданий проміжок часу. Точність відображення стану об'єкту за допомогою коефіцієнту залежить від кількості проаналізованих проб в досліджуваному районі та кількості спостережень за проміжок часу, який оцінюється..

Екологічний стан донних відкладень за допомогою Кз оцінюється:

для ТМ

- Дуже добрий коли Кз менше 0,5;
- Добрий коли Кз від 0,5 до 1,0;
- Задовільний коли Кз від 1,0 до 1,25;
- Поганий коли Кз від 1,25 до 2,5;
- Дуже поганий коли Кз більше 2,5



для органічних сполук

- Дуже добрий коли Кз менше 0,2;
- Добрий коли Кз від 0,2 до 1,0;
- Задовільний коли Кз від 1,0 до 5,0;
- Поганий коли Кз від 5,0 до 25;
- Дуже поганий коли Кз більше 25



## 2.1. Токсичні метали в донних відкладеннях

В таблиці 2.1 та на рисунку 2.1 наведені Кз ТМ в донних відкладеннях по районах в 2019 році. Для токсичних металів Кз розраховувався у відношенні до ЕН.

Таблиця 2.1 – Кз ТМ в донних відкладеннях по районах в 2019 році

| Район               | Кз<br>ТМ | Кз<br>Zn | Кз<br>Co | Кз<br>As | Кз<br>Cu | Кз<br>Cd | Кз<br>Pb | Кз<br>Ni | Кз<br>Cr | Кз<br>Hg |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| CW1<br>(о. Зміїний) | 0.29     | 0.34     | 0.11     | 0.23     | 0.44     | 0.24     | 0.23     | 0.48     | 0.10     | 0.45     |
| CW2                 | 0.11     | 0.13     | 0.03     | 0.11     | 0.05     | 0.17     | 0.10     | 0.02     | 0.23     | 0.11     |
| CW3                 | 0.04     | 0.03     | 0.06     | 0.14     | 0.01     | 0.09     | 0.05     | 0.01     | 0.00     | 0.00     |
| CW4                 | 0.24     | 0.23     | 0.31     | 0.19     | 0.26     | 0.35     | 0.10     | 0.20     | 0.25     | 0.29     |
| CW5                 | 0.46     | 0.51     | 0.34     | 0.25     | 0.73     | 0.29     | 0.21     | 0.63     | 0.50     | 0.68     |
| CW7                 | 0.22     | 0.27     | 0.19     | 0.17     | 0.14     | 0.24     | 0.09     | 0.14     | 0.18     | 0.60     |
| CW8                 | 0.40     | 0.40     | 0.23     | 0.30     | 0.44     | 0.40     | 0.19     | 0.92     | 0.37     | 0.33     |
| CW9                 | 0.14     | 0.07     | 0.01     | 0.15     | 0.01     | 0.15     | 0.08     | 0.01     | 0.20     | 0.60     |
| TW5                 | 0.75     | 1.46     | 0.54     | 0.29     | 0.93     | 0.42     | 0.28     | 1.40     | 0.90     | 0.57     |
| Дніпровський р-н    | 0.45     | 0.44     | 0.39     | 0.38     | 0.54     | 0.20     | 0.19     | 1.22     | 0.39     | 0.34     |
| Дунайський р-н      | 0.50     | 0.56     | 0.46     | 0.29     | 0.60     | 0.26     | 0.26     | 1.04     | 0.59     | 0.43     |
| Західна частина ЧМ  | 0.84     | 0.63     | 1.00     | 0.38     | 1.57     | 1.05     | 0.21     | 1.96     | 0.28     | 0.48     |
| Зона змішування     | 0.42     | 0.34     | 0.30     | 0.24     | 0.87     | 0.26     | 0.18     | 1.05     | 0.23     | 0.29     |
| Східна частина ЧМ   | 0.97     | 0.52     | 1.17     | 0.34     | 1.67     | 1.01     | 0.15     | 1.89     | 0.31     | 1.68     |

Як видно із таблиці 2.1 та рисунку 2.1 Кз ТМ по всім районам відповідають дуже доброму та доброму екологічному стану, але спостерігалися і підвищені концентрації окремих металів:

- в водному масиві TW5 Кз Zn та Кз Ni відповідає поганому екологічному стану;
- в Дніпровському (Дніпро - Бузькому) районі середній Кз Ni відповідає задовільному екологічному стану;
- в Дунайському районі середній Кз Ni відповідає задовільному екологічному стану;
- в західній частині ЧМ Кз Cu та Кз Ni відповідають поганому екологічному стану, Кз Cd відповідає задовільному екологічному стану;

- в районі змішування середній Кз Ні відповідає задовільному екологічному стану;

- в східній частині ЧМ Кз Cu, Кз Ні та Кз Hg відповідають поганому екологічному стану, Кз Co та Кз Cd відповідають задовільному екологічному стану.

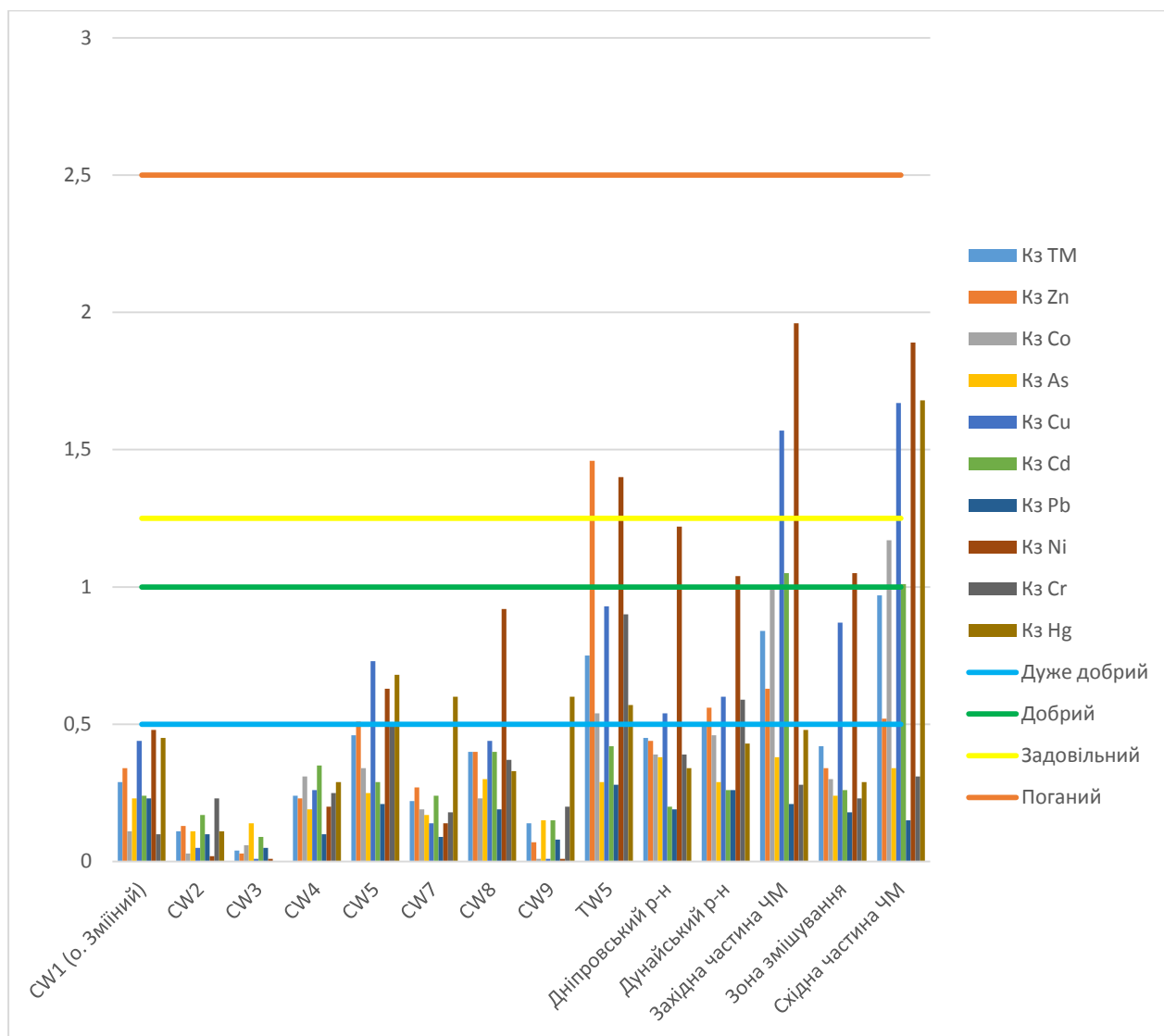


Рисунок 2.1 – Кз ТМ донних відкладень по районах в 2019 році

## 2.2. Хлорорганічні пестициди в донних відкладеннях

В таблиці 2.2 наведені Кз ХОП в донних відкладеннях по районах в 2019 році. Для ХОП Кз розраховувався як відношення до ЕН.

Таблиця 2.2 – Кз ХОП в донних відкладеннях по районах в 2019 році

| Район                 | Кз<br>ХОП | Кз<br>$\Sigma$ ДДТ | Кз $\alpha$ -<br>НСН | Кз $\beta$ -<br>НСН | Кз<br>Лінданом | Кз<br>$\Sigma$ НСН | Кз<br>гексахлорбензолом | Кз<br>гептахлором | Кз<br>алдріном | Кз<br>дільдріном |
|-----------------------|-----------|--------------------|----------------------|---------------------|----------------|--------------------|-------------------------|-------------------|----------------|------------------|
| CW1<br>(о. Зміїний)   | 8.61      | 10.2               | 0.03                 | 4.96                | 59.93          | 1.61               | 0.00                    | 0.69              | 0.07           | 0.00             |
| CW2                   | 0.15      | 0.54               | 0.00                 | 0.00                | 0.80           | 0.01               | 0.00                    | 0.00              | 0.00           | 0.00             |
| CW3                   | 0.18      | 1.00               | 0.00                 | 0.00                | 0.63           | 0.01               | 0.00                    | 0.00              | 0.00           | 0.00             |
| CW4                   | 2.23      | 2.00               | 0.00                 | 0.00                | 4.10           | 0.03               | 0.00                    | 0.00              | 0.11           | 13.79            |
| CW5                   |           |                    |                      |                     |                |                    |                         |                   |                |                  |
| CW7                   | 2.69      | 19.09              | 0.00                 | 0.00                | 4.98           | 0.05               | 0.00                    | 0.00              | 0.06           | 0.00             |
| CW8                   | 1.11      | 3.48               | 0.00                 | 3.50                | 0.00           | 0.70               | 1.30                    | 0.90              | 0.11           | 0.00             |
| CW9                   | 0.08      | 0.63               | 0.00                 | 0.00                | 0.00           | 0.00               | 0.00                    | 0.00              | 0.07           | 0.00             |
| TW5                   | 1.46      | 6.66               | 0.00                 | 0.43                | 4.71           | 0.14               | 0.00                    | 0.73              | 0.03           | 0.43             |
| Дніпровський<br>р-н   | 0.80      | 1.36               | 0.00                 | 3.31                | 0.19           | 0.66               | 1.52                    | 0.00              | 0.05           | 0.15             |
| Дунайський<br>р-н     | 2.45      | 9.39               | 0.03                 | 0.36                | 11.13          | 0.2                | 0.16                    | 0.59              | 0.00           | 0.15             |
| Західна<br>частина ЧМ | 3.28      | 6.95               | 0.60                 | 8.80                | 7.15           | 2.13               | 1.96                    | 1.86              | 0.08           | 0.00             |
| Зона<br>змішування    | 2.00      | 4.70               | 0.00                 | 3.87                | 7.60           | 0.85               | 0.00                    | 0.90              | 0.06           | 0.00             |
| Східна<br>частина ЧМ  | 2.09      | 2.76               | 0.00                 | 4.40                | 7.96           | 0.96               | 0.00                    | 2.71              | 0.00           | 0.00             |

Як видно із таблиці 2.2 та рисунку 2.2:

- в водному масиві CW1 Кз ХОП відповідає поганому екологічному стану, підвищене забруднення  $\Sigma$ ДДТ,  $\beta$ -НСН, лінданом та  $\Sigma$ НСН. Кз  $\Sigma$ ДДТ відповідає поганому екологічному стану, Кз  $\beta$ -НСН та Кз  $\Sigma$ НСН відповідає задовільному екологічному стану, Кз ліндану знаходиться на рівні дуже поганого екологічного стану;

- в водних масивах CW2, CW3, CW9 Кз ХОП відповідає дуже доброму екологічному стану;

- в водному масиві CW4 Кз ХОП відповідає задовільному екологічному стану, зафіксовано підвищене забруднення ДДТ, лінданом та дільдріном (Кз  $\Sigma$ ДДТ та Кз лінданом відповідає задовільному екологічному стану, Кз дільдріном відповідає поганому екологічному стану) ;



- в водному масиві CW5 дослідження донних відкладень на вміст ХОП не проводились;

- в водному масиві CW7 Кз ХОП відповідає задовільному екологічному стану, підвищений рівень забруднення  $\Sigma$ ДДТ, лінданом (Кз  $\Sigma$ ДДТ відповідає поганому екологічному стану, Кз ліндану відповідає задовільному екологічному стану) ;

- в водному масиві TW5 Кз ХОП відповідає задовільному екологічному стану, підвищений рівень забруднення  $\Sigma$ ДДТ та лінданом (Кз  $\Sigma$ ДДТ відповідає поганому екологічному стану та Кз ліндану відповідає задовільному екологічному стану) ;

- в Дніпровському (Дніпро - Бузькому) районі Кз ХОП відповідає доброму екологічному стану, але зафіксовано підвищений рівень забруднення  $\Sigma$ ДДТ,  $\beta$ -НСН та гексахлорбензолом (Кз  $\Sigma$ ДДТ, Кз  $\beta$ -НСН та Кз гексахлорбензолом відповідає задовільному екологічному стану) ;

- в Дунайському районі Кз ХОП відповідає задовільному екологічному стану, зафіксовано підвищений рівень забруднення  $\Sigma$ ДДТ та лінданом (Кз  $\Sigma$ ДДТ та Кз лінданом відповідає поганому екологічному стану) ;

- в західній частині ЧМ Кз ХОП відповідає задовільному екологічному стану, зафіксоване підвищене забруднення  $\Sigma$ ДДТ,  $\beta$ -НСН, лінданом,  $\Sigma$ НСН, гексахлорбензолом, гептахлором (Кз  $\Sigma$ ДДТ, Кз  $\beta$ -НСН, Кз лінданом відповідає поганому екологічному стану, Кз  $\Sigma$ НСН, Кз гексахлорбензолом, Кз гептахлором відповідають задовільному екологічному стану) ;

- в районі змішування та східній частині ЧМ Кз ХОП відповідає задовільному екологічному стану, зафіксовано підвищене забруднення  $\Sigma$ ДДТ,  $\beta$ -НСН, лінданом та гептахлором в східній частині ЧМ (Кз  $\Sigma$ ДДТ та Кз  $\beta$ -НСН відповідає задовільному екологічному стану, Кз лінданом - поганому, Кз гептахлором відповідає задовільному екологічному стану).

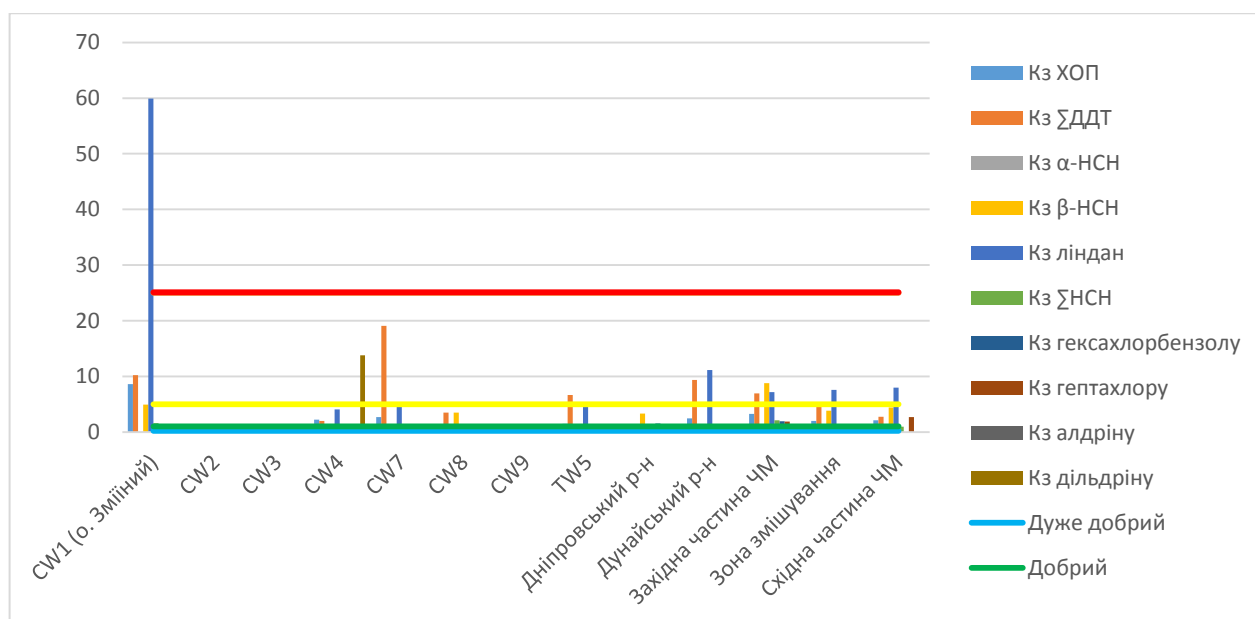


Рисунок 2.2 – Кз ХОП донних відкладень по районах в 2019 році

### 2.3 Поліхлоровані біфеніли в донних відкладеннях

В таблиці 2.3 та на рисунку 2.3 наведені Кз ПХБ в донних відкладеннях по районах в 2019 році. Для ПХБ Кз розраховувався у відношенні до ЕН.

Таблиця 2.3 – Кз ПХБ донних відкладень по районам в 2019 році

| Район              | Кз ПХБ | Кз Ar-1254 | Кз Ar-1260 |
|--------------------|--------|------------|------------|
| CW1 (о. Зміїний)   | 1.77   | 3.43       | 0.11       |
| CW2                | 0.13   | 0.24       | 0.01       |
| CW3                | 0.09   | 0.16       | 0.01       |
| CW4                | 1.63   | 3.22       | 0.03       |
| CW5                |        |            |            |
| CW7                | 2.03   | 3.96       | 0.09       |
| CW8                | 0.33   | 0.65       | 0.01       |
| CW9                | 0.09   | 0.17       | 0.01       |
| TW5                | 0.93   | 1.73       | 0.13       |
| Дніпровський р-н   | 0.66   | 1.28       | 0.04       |
| Дунайський р-н     | 0.94   | 1.77       | 0.11       |
| Західна частина ЧМ | 0.47   | 0.82       | 0.12       |
| Зона змішування    | 0.49   | 0.94       | 0.03       |
| Східна частина ЧМ  | 1.60   | 3.07       | 0.12       |

Як видно із таблиці 2.3 та рисунку 2.3:

- в водних масивах CW1, CW4, CW7, східній частині ЧМ Кз ПХБ відповідає задовільному екологічному стану, підвищений рівень забруднення Ar-1254 (Кз Ar-1254 відповідає задовільному екологічному стану);
- в водних масивах CW2, CW3, CW9 Кз ПХБ відповідає дуже доброму екологічному стану;
- в водному масиві CW5 дослідження на вміст ПХБ не проводились.
- в інших районах Кз ПХБ відповідає доброму екологічному стану.

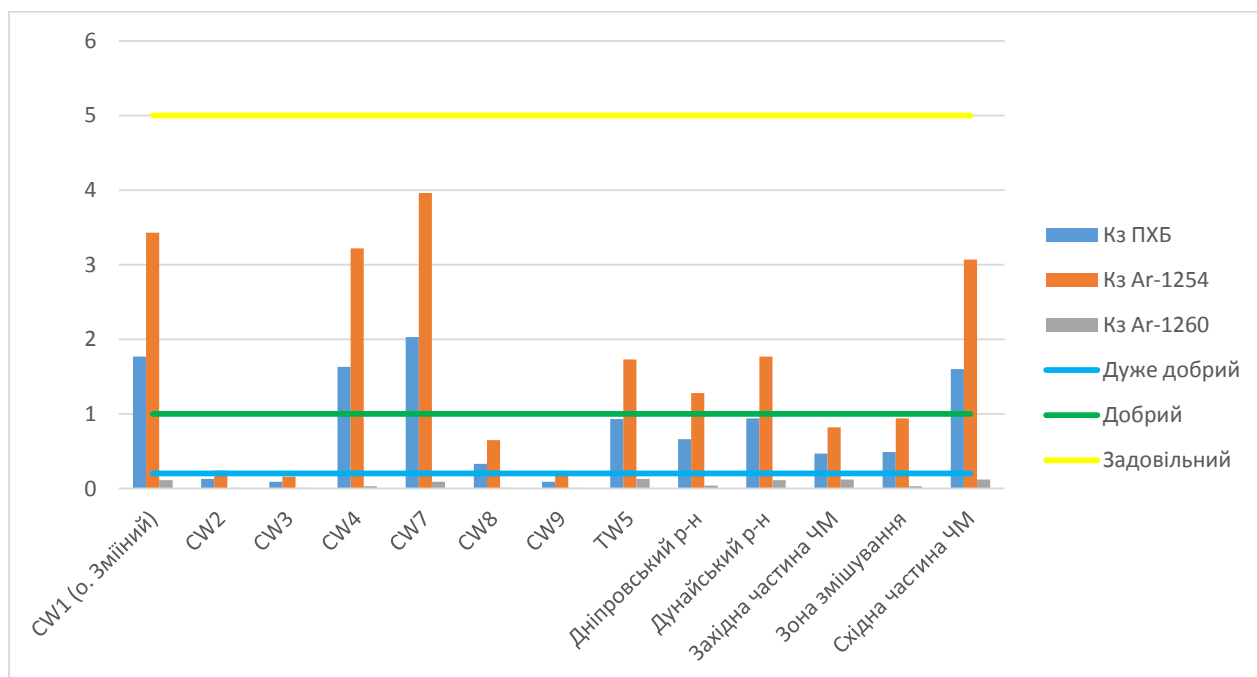


Рисунок 2.3 – Кз ПХБ донних відкладень по районах в 2019 році

## 2.4 Поліароматичні вуглеводні в донних відкладеннях

В таблиці 2.4 наведені середні значення  $\sum$  ПАВ,  $B(a)P_{eq}$ , суми канцерогенних ПАВ та геохімічних маркерів які розраховані по середнім значенням концентрацій ПАВ для донних відкладень по районах в 2019 р.

Геохімічні маркери, такі як відношення фенантрону до антрацену ( $Ph/An$ ), відношення суми пірену та флуорантену до суми хризену та фенантрону ( $(Py+Flu)/(Chr+Ph)$ ), відношення антрацену до суми сполук з

молекулярною масою 178 (An/178), відношення флуорантену до пірену (Flu/Py), відношення флуорантену до суми флуорантену та пірену (Flu/(Flu+Py)), відношення бензо(а)антрацену до суми сполук з молекулярною масою 228 (BaA/228). В таблиці 2.5 наведена оцінка характеру забруднень ПАВ та ймовірних джерел надходження забруднень за геохімічними маркерами по районах в 2019 р. [3].

Із таблиці 2.4 видно, що сума канцерогенних ПАВ перевищує B(a)Peq і це характеризує присутність сполук, що не надають високий токсичний вплив на біологічні об'єкти, але можуть накопичуватись в них.

Як видно із таблиці 2.5:

- по середнім даним концентрації ПАВ в донних відкладеннях водних масивів та районів переважають забруднення які надходять в результаті горіння (мусору, рослин (трави), нафтопродуктів, тощо). Але в водних тілах SW1, SW2, Дніпровський (Дніпро - Бузький) район, східна частина ЧМ характер забруднень донних відкладень змішаний, де присутні забруднення, що надходять без участі процесів горіння;

- по забрудненості донних відкладень Дніпровський район та східна частина ЧМ характеризується як забруднені;

- водний масив SW8 та зона змішування як дуже забруднені, інші водні масиви та райони характеризуються як мало забруднені (дивись таблицю 2.5).

Таблиця 2.4 – Середні концентрації ПАВ та геохімічні маркери донних відкладень в 2019 році

| Район              | $\Sigma$ ПАВ | B(a)P <sub>eq</sub> | Сума канцерогенних ПАВ | Ph/An | (Py+Flu)/(Chr+Ph) | An/178 | Flu/Py | Flu/Flu+Py | BaA/228 |
|--------------------|--------------|---------------------|------------------------|-------|-------------------|--------|--------|------------|---------|
| CW1 (о. Зміїний)   | 246.8        | 31.8                | 59.5                   | 12.6  | 1.18              | 0.08   | 1.10   | 0.52       | 0.49    |
| CW2                | 247.9        | 46.8                | 86.9                   | 14.0  | 0.73              | 0.07   | 1.19   | 0.54       | 0.50    |
| CW3                | 58.9         | 7.5                 | 20.1                   | 0.6   | 0.67              | 0.64   | 1.27   | 0.56       | 0.58    |
| CW4                | 82.8         | 10.6                | 28.9                   | 3.1   | 0.56              | 0.48   | 1.73   | 0.62       | 0.68    |
| CW7                | 118.4        | 13.5                | 29.6                   | 5.3   | 0.77              | 0.15   | 1.39   | 0.58       | 0.48    |
| CW8                | 526.6        | 71.1                | 166.5                  | 8.8   | 1.00              | 0.11   | 1.26   | 0.55       | 0.43    |
| CW9                | 68.2         | 10.5                | 25.6                   | 0.9   | 0.61              | 0.54   | 1.22   | 0.55       | 0.54    |
| TW5                | 113.3        | 21.8                | 41.9                   | 5.0   | 1.20              | 0.33   | 1.01   | 0.50       | 0.51    |
| Дніпровський р-н   | 451.2        | 65.0                | 133.7                  | 12.0  | 0.54              | 0.10   | 1.10   | 0.52       | 0.48    |
| Дунайський р-н     | 76.4         | 13.4                | 29.4                   | 5.4   | 1.22              | 0.30   | 1.06   | 0.51       | 0.49    |
| Західна частина ЧМ | 169.7        | 34.8                | 70.3                   |       | 0.83              | 0.05   | 1.32   | 0.57       | 0.44    |
| Зона змішування    | 526.8        | 110.8               | 223.9                  | 6.3   | 1.24              | 0.14   | 1.18   | 0.54       | 0.51    |
| Східна частина ЧМ  | 283.3        | 44.5                | 91.5                   | 54.7  | 0.49              | 0.07   | 1.18   | 0.54       | 0.42    |

Таблиця 2.5 – Оцінка характеру забруднень ПАВ та ймовірних джерел надходження забруднень в 2019 році

| Район               | Оцінка Ph/An<br>(вірогідність 66,7%) | Оцінка (Py+Flu)/<br>(Chr+Ph)<br>(вірогідність 70,8%) | Оцінка An/178 (вірогідність 50%)                                               | Оцінка Flu/Py<br>(вірогідність 50%) | Оцінка Flu/Flu+Py<br>(вірогідність 79,2%)                                        | Оцінка BaA/228<br>(вірогідність 66,7%) | Класифікація проб за забрудненістю |
|---------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|
| CW1<br>(о. Зміїний) | петрогені ПАВ                        | пірогені ПАВ                                         | ПАВ від лігніт, викиди дизельного палива та мазуту                             | спалювання вугілля                  | пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот) | пірогені ПАВ                           | мало забруднені                    |
| CW2                 | петрогені ПАВ                        | пірогені ПАВ                                         | ПАВ від лігніт, викиди дизельного палива та мазуту                             | спалювання вугілля                  | пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот) | пірогені ПАВ                           | мало забруднені                    |
| CW3                 | пірогені ПАВ                         | пірогені ПАВ                                         | ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти | спалювання вугілля                  | пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот) | пірогені ПАВ                           | мало забруднені                    |
| CW4                 | пірогені ПАВ                         | пірогені ПАВ                                         | ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти | петрогені >1,4 ПАВ                  | пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот) | пірогені ПАВ                           | мало забруднені                    |
| CW7                 | пірогені ПАВ                         | пірогені ПАВ                                         | ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти | спалювання вугілля                  | пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот) | пірогені ПАВ                           | мало забруднені                    |
| CW8                 | пірогені ПАВ                         | пірогені ПАВ                                         | ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти | спалювання вугілля                  | пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот) | пірогені ПАВ                           | дуже забруднені                    |

## Продовження таблиці 2.5

| Район              | Оцінка Ph/An<br>(вірогідність 66,7%) | Оцінка (Py+Flu)/<br>(Chr+Ph)<br>(вірогідність 70,8%) | Оцінка An/178 (вірогідність 50%)                                               | Оцінка Flu/Py<br>(вірогідність 50%) | Оцінка Flu/Flu+Py<br>(вірогідність 79,2%)                                        | Оцінка BaA/228<br>(вірогідність 66,7%) | Класифікація проб за забрудненістю |
|--------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|
| CW9                | пірогені ПАВ                         | пірогені ПАВ                                         | ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти | спалювання вугілля                  | пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот) | пірогені ПАВ                           | мало забруднені                    |
| TW5                | пірогені ПАВ                         | пірогені ПАВ                                         | ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти | спалювання вугілля                  | петрогені ПАВ (більшість НП та продуктів їх горіння)                             | пірогені ПАВ                           | мало забруднені                    |
| Дніпровський р-н   | петрогені ПАВ                        | пірогені ПАВ                                         | ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти | спалювання вугілля                  | пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот) | пірогені ПАВ                           | забруднені                         |
| Дунайський р-н     | пірогені ПАВ                         | пірогені ПАВ                                         | ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти | спалювання вугілля                  | пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот) | пірогені ПАВ                           | мало забруднені                    |
| Західна частина ЧМ |                                      | пірогені ПАВ                                         | ПАВ від лігніт, викиди дизельного палива та мазуту                             | петрогені >1,4 ПАВ                  | пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот) | пірогені ПАВ                           | мало забруднені                    |
| Зона змішування    | пірогені ПАВ                         | пірогені ПАВ                                         | ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти | спалювання вугілля                  | пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот) | пірогені ПАВ                           | дуже забруднені                    |
| Східна частина ЧМ  | петрогені ПАВ                        | петрогені ПАВ                                        | ПАВ від лігніт, викиди дизельного палива та мазуту                             | спалювання вугілля                  | пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот) | пірогені ПАВ                           | забруднені                         |



В таблиці 2.6 та на рисунку 2.4 наведені Кз ПАВ в донних відкладеннях по районах в 2019 році. Для ПАВ Кз розраховувався у відношенні до ЕН.

Таблиця 2.6 – Кз ПАВ в донних відкладеннях по районах в 2019 році

| Район              | Кз ПАВ | Кз Нафталін | Кз Фенантрен | Кз Антрацен | Кз Флуорантен | Кз Бензо (а) антрацен | Кз Хрізен | Кз Бензо (к) флуорантен | Кз Бензо (а) пірен | Кз Індено (1,2,3cd) пірен | Кз Бензо (g,h,i) перілен |
|--------------------|--------|-------------|--------------|-------------|---------------|-----------------------|-----------|-------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------|
| CW1 (о. Зміїний)   | 0.73   | 0.34        | 1.97         | 0.23        | 1.69          | 0.43                  | 0.48      | 0.26                    | 0.38               | 0.49                      | 0.47                     |
| CW2                | 0.83   | 0.15        | 1.46         | 0.09        | 2.09          | 0.68                  | 0.68      | 0.41                    | 0.46               | 0.69                      | 0.54                     |
| CW3                | 0.19   | 0.22        | 0.19         | 0.30        | 0.25          | 0.12                  | 0.09      | 0.10                    | 0.07               | 0.31                      | 0.09                     |
| CW4                | 0.25   | 0.37        | 0.18         | 0.53        | 0.17          | 0.15                  | 0.08      | 0.36                    | 0.08               | 0.41                      | 0.11                     |
| CW5                |        |             |              |             |               |                       |           |                         |                    |                           |                          |
| CW7                | 0.69   | 4.34        | 0.38         | 0.06        | 0.68          | 0.23                  | 0.27      | 0.36                    | 0.08               | 0.43                      | 0.26                     |
| CW8                | 1.79   | 2.80        | 2.44         | 0.36        | 3.86          | 1.09                  | 1.42      | 0.84                    | 0.80               | 2.07                      | 1.12                     |
| CW9                | 0.21   | 0.29        | 0.22         | 0.23        | 0.25          | 0.10                  | 0.08      | 0.11                    | 0.08               | 0.34                      | 0.18                     |
| TW5                | 0.38   | 0.20        | 0.42         | 0.17        | 0.78          | 0.31                  | 0.32      | 0.22                    | 0.21               | 0.35                      | 0.32                     |
| Дніпровський р-н   | 1.39   | 0.68        | 2.63         | 0.36        | 3.25          | 1.03                  | 1.25      | 0.57                    | 0.91               | 1.15                      | 0.89                     |
| Дунайський р-н     | 0.25   | 0.24        | 0.23         | 0.14        | 0.51          | 0.19                  | 0.21      | 0.14                    | 0.13               | 0.31                      | 0.21                     |
| Західна частина ЧМ | 0.59   | 0.37        | 0.83         | 0.05        | 1.00          | 0.32                  | 0.35      | 0.33                    | 0.31               | 0.92                      | 0.61                     |
| Зона змішування    | 2.00   | 3.68        | 1.34         | 0.19        | 3.50          | 1.43                  | 1.10      | 1.03                    | 1.20               | 2.25                      | 1.81                     |
| Східна частина ЧМ  | 0.91   | 1.04        | 1.60         | 0.14        | 1.67          | 0.43                  | 0.54      | 0.46                    | 0.42               | 1.23                      | 0.75                     |

Як видно із таблиці 2.6 забруднення ПАВ в донних відкладеннях:

- в водних масивах CW1 та CW2 Кз ПАВ відповідає доброму екологічному стану, але зафіксовано підвищене забруднення фенантеном та флуорантеном (Кз фенантеном та флуорантеном відповідає задовільному екологічному стану);

- в водних масивах CW3 та CW9 Кз ПАВ відповідає дуже доброму екологічному стану;

- в водних масивах CW4, TW5, Дунайському районі, західній частині ЧМ Кз ПАВ за 2017 рік відповідає доброму екологічному стану;

- в водних масивах CW5 та CW6 дослідження донних відкладень на вміст ПАВ не проводились;

- в водному масиві CW7 Кз ПАВ відповідає доброму екологічному стану, але зафіксоване підвищене забруднення нафталіном (Кз нафталіном відповідає задовільному екологічному стану);

- в водному масиві CW8 Кз ПАВ відповідає задовільному екологічному стану, зафіксовано підвищене забруднення нафталіном, фенантреном, флуорантеном, бензо(а)антраценом, хрізеном, індено(1,2,3cd)піреном, бензо(g,h,i)періленом (Кз цими сполуками відповідає задовільному екологічному стану);

- в Дніпровському (Дніпро - Бузькому) районі Кз ПАВ відповідає задовільному екологічному стану, підвищене забруднення фенантреном, флуорантеном, бензо(а)антраценом, хрізеном, індено(1,2,3cd)піреном (Кз цими сполуками відповідає задовільному екологічному стану);

- в зоні змішування Кз ПАВ відповідає задовільному екологічному стану, зафіксовано підвищене забруднення нафталіном, фенантреном, флуорантеном, бензо(а)антраценом, хрізеном, бензо(к)флуорантеном, бензо(а)піреном, індено(1,2,3cd)піреном, бензо(g,h,i)періленом (Кз цими сполуками відповідає задовільному екологічному стану);

- в східній частині ЧМ Кз ПАВ відповідає доброму екологічному стану, але зафіксовано підвищене забруднення нафталіном, фенантреном, флуорантеном, індено(1,2,3cd)піреном (Кз цими сполуками відповідає задовільному екологічному стану).

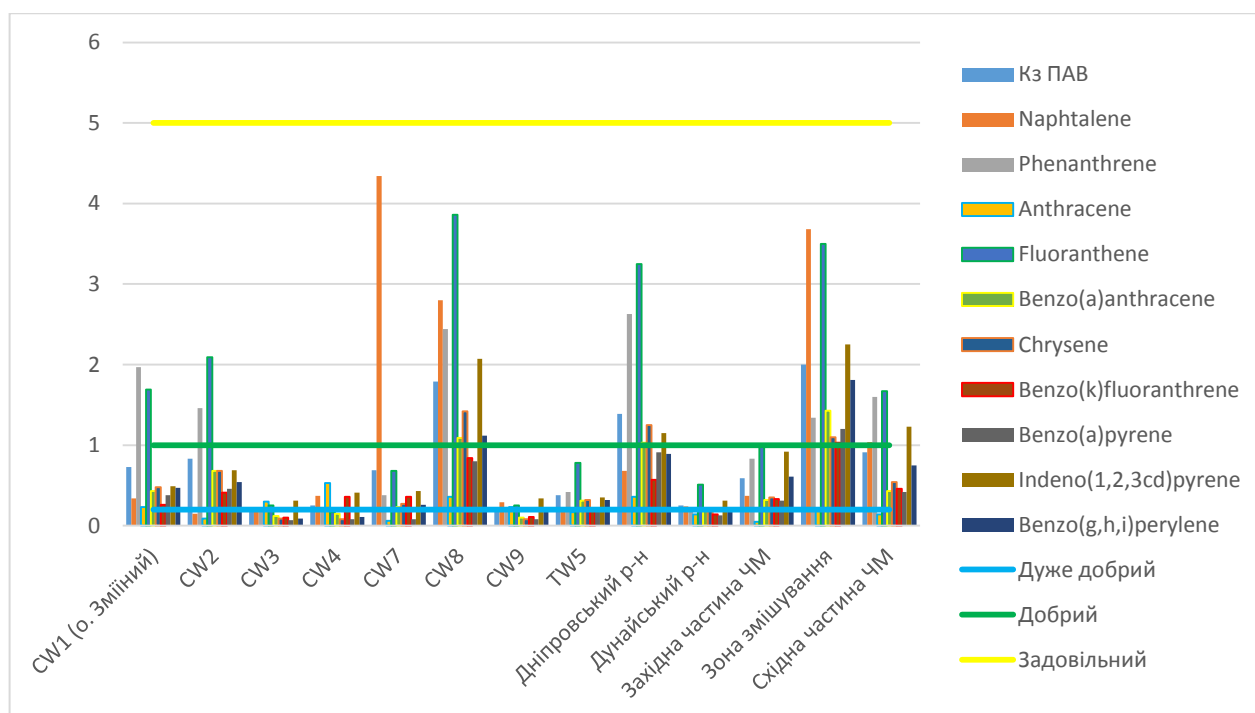


Рисунок 2.4 – Кз ПАВ донних відкладень по районах в 2019 році

### 3 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

Стан біологічних об'єктів в 2019 році оцінювався за такими забруднюючими речовинами як: токсичні метали (ТМ), хлорорганічні пестициди (ХОП) та поліароматичні вуглеводні (ПАВ).

Для оцінки використовувались коефіцієнти забруднення (Кз).

Кз відображає концентрацію всіх забруднюючих речовин одного типу в окремий проміжок часу в біологічному об'єкті. Цей коефіцієнт розраховується як сума відношень концентрації кожної забруднюючої сполуки до її гранично допустимої концентрації, відповідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS), або гранично допустимої концентрації, відповідно українського законодавства (ГДК), або екологічного нормативу (ЕН), що віднесена до кількості вимірювань проведених в заданий проміжок часу.

Екологічний стан біологічних об'єктів за допомогою Кз оцінюється:

для ТМ:

Дуже добрий коли

Кз менше 0,5;

Добрий коли

Кз від 0,5 до 1,0;

Задовільний коли

Кз від 1,0 до 1,25;

Поганий коли

Кз від 1,25 до 2,5;

Дуже поганий коли

Кз більше 2,5



для органічних сполук:

Дуже добрий коли

Кз менше 0,2;

Добрий коли

Кз від 0,2 до 1,0;

Задовільний коли

Кз від 1,0 до 5,0;

Поганий коли

Кз від 5,0 до 25;

Дуже поганий коли

Кз більше 25

### 3.1 Коефіцієнт забруднення біологічних об'єктів, оцінка стану забруднення

В таблиці 3.1 наведені Кз ТМ, ХОП, ПАВ в біологічних об'єктах, виловлених в різних водних масивах та районах Чорного моря за даними 2019 року.

Кз забруднюючих речовин розраховувались відносно МАС-EQS.

Таблиця 3.1 – Кз ТМ, ХОП, ПАВ в біологічних об'єктах за 2019 рік

| Назва біологічного об'єкту | Район | Кз Hg | Кз ХОП | Кз гексахлорбензолу | Кз гептахлору | Кз ПАВ | Кз Флуорантену | Кз B(a)P <sub>eq</sub> |
|----------------------------|-------|-------|--------|---------------------|---------------|--------|----------------|------------------------|
| бичок                      | CW1   | 1.35  | 0      | 0                   | 0             | 1.76   | 0.22           | 3.29                   |
| бичок                      | CW5   |       | 6522   | 0.62                | 13044         | 1.9    | 0.72           | 3.07                   |
| мідія                      | CW1   | 0.3   |        |                     |               |        |                |                        |
| мідія                      | CW5   |       | 665    | 0.20                | 1331          | 7.85   | 0.99           | 14.7                   |
| мідія                      | CW6   | 0.65  |        |                     |               |        |                |                        |
| мідія                      | CW7   | 0.39  |        |                     |               | 12.22  | 2.04           | 22.39                  |
| рапана                     | CW1   | 2.05  | 2402   | 0.48                | 4805          |        |                |                        |
| рапана                     | CW5   |       | 0      | 0                   | 0             | 1.0    | 0.07           | 1.92                   |

Як видно з таблиці 3.1 середні рівні забрудненості молюсків виловлених:

- в водному масиві CW1 знаходяться в поганому стані, Кз ТМ (ртуттю) –погано, Кз ХОП – дуже погано (Кз гептахлором відповідає дуже поганому рівню), Кз ПАВ – погано (Кз B(a)P<sub>eq</sub> відповідає поганому рівню). В цілому показники забрудненості молюсків залишились на рівні базової оцінки;

- в водному масиві CW5 знаходяться в дуже поганому стані, Кз ХОП – дуже погано (Кз гептахлором відповідає дуже поганому рівню), Кз ПАВ – погано (Кз B(a)P<sub>eq</sub> відповідає поганому рівню);

- в водному масиві CW6 молюски знаходяться в доброму стані;

- в водному масиві CW7 знаходяться в поганому стані, Кз ТМ (ртуттю) – покращився до дуже доброго стану, Кз ПАВ – покращився з дуже поганого до поганого, (Кз B(a)Peq) відповідає поганому рівню).

Забрудненість риби (дивись таблицю 3.1), виловленої в водному масиві:

- CW1 знаходиться в поганому стані, Кз ТМ (ртуттю) –погано, Кз ХОП – покращився до дуже доброго стану, Кз ПАВ – задовільно (Кз B(a)Peq відповідає задовільному рівню);

- CW5 знаходиться в дуже поганому стані, Кз ХОП – дуже погано (високій рівень забрудненості гептахлором Кз гептахлором - дуже погано), Кз ПАВ – задовільно (Кз B(a)Peq відповідає задовільному рівню).

На рисунках 3.1 та 3.2 відображені середні ступені забрудненості ТМ, ХОП, ПАВ біологічних об'єктів виловлених в різних районах та водних масивах ПЗЧМ.

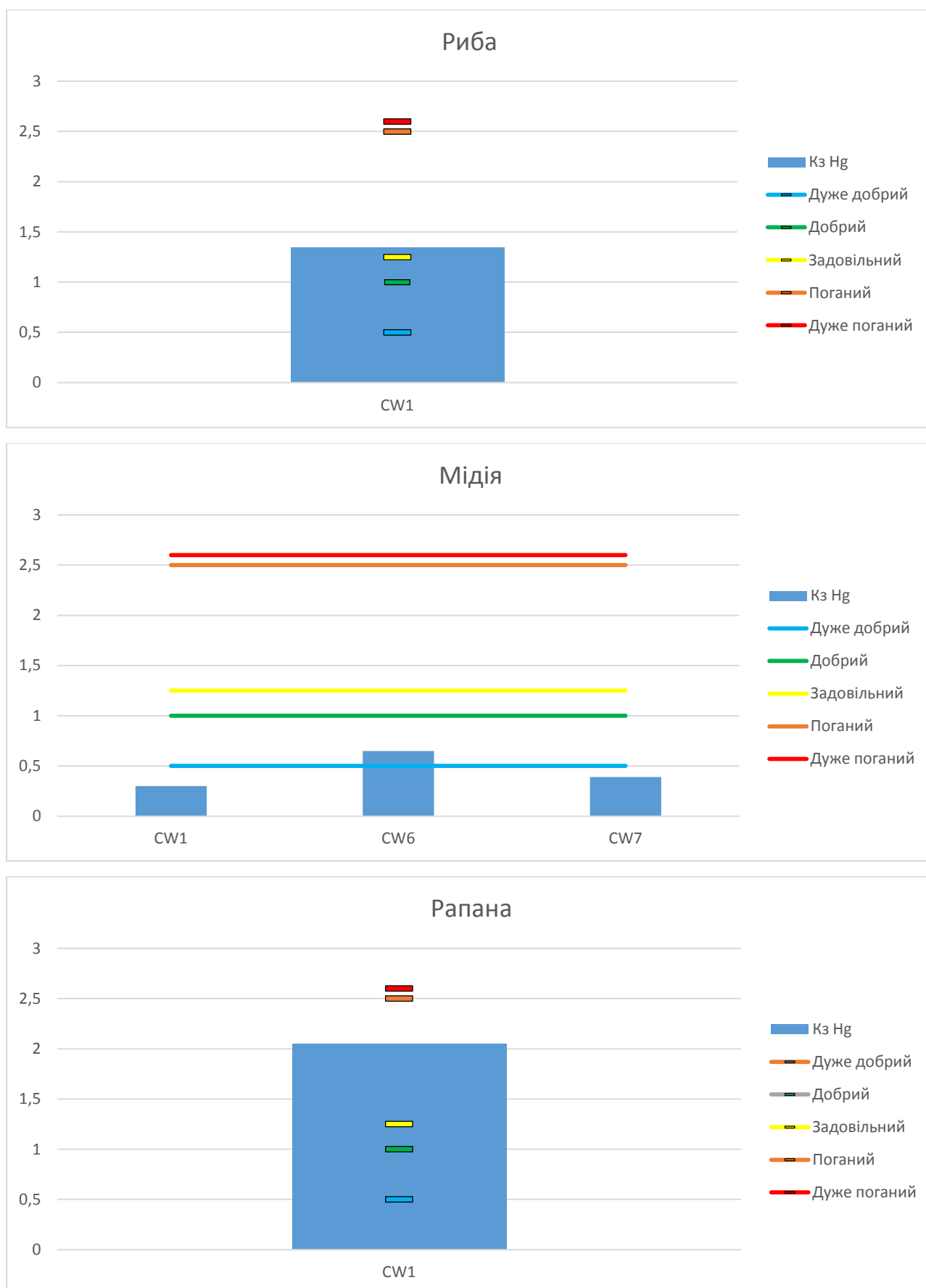


Рисунок 3.1 – Середні Кз ТМ риби, мідії та рапана по районах ПЗЧМ

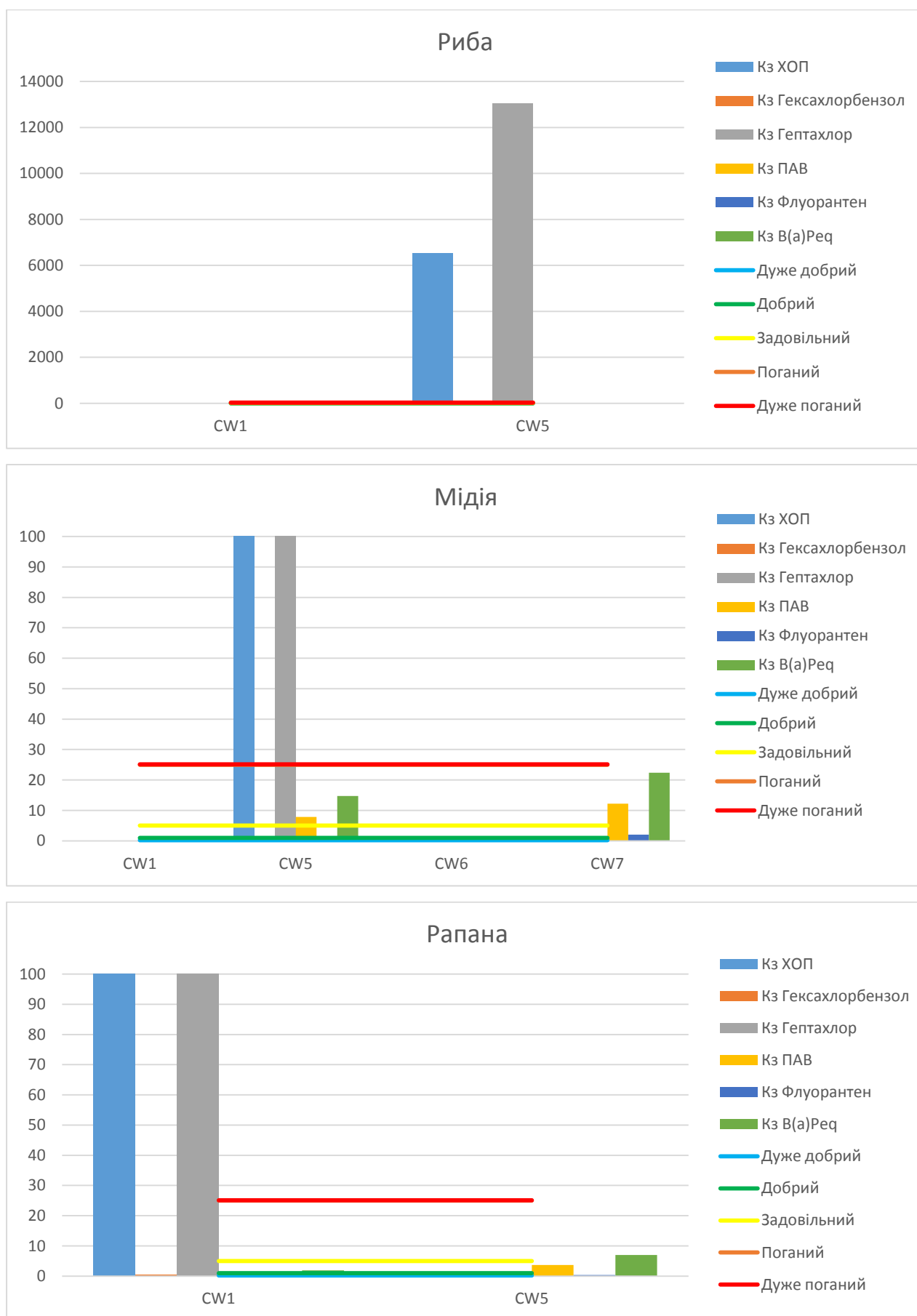


Рисунок 3.2 – Середні Кз ХОП та Кз ПАВ риби, мідії, рапана по районах ПЗЧМ



## ВИСНОВКИ (ПОРІВНЯННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖУВАНИХ РАЙОНІВ ПЗЧМ В 2019 РОЦІ З БАЗОВОЮ ОЦІНКОЮ)

### 1 Водний масив CW1, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан поліпшився;
- придонний шар води має дуже поганий екологічний стан і у порівнянні з базовою оцінкою він не змінився. Забруднення гептахлором порівняно з базовою оцінкою зросло - Кз дорівнює 2753, в базовій оцінці Кз гептахлором дорівнювало 16.84, забруднення Ar-1260 знизилось до рівня дуже добре;
- донні відкладення мають поганий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан погіршився. Забруднення зросло, Кз  $\Sigma$ ДДТ дорівнює 10.2, Кз  $\beta$ -НСН дорівнює 4.96, Кз лінданом дорівнює 59.93, Кз  $\Sigma$ НСН дорівнює 1.61, відповідно в базовій оцінці Кз дорівнювали 1.88, 3.59, 2.22, 0.76.

### 2 Водний масив TW5, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже поганий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «добрий», тобто екологічний стан погіршився. Вдмічається високе забруднення гептахлором, Кз гептахлором дорівнює 225, в базовій оцінці 5.17, також спостерігалось підвищене забруднення бензо(g,h,i)періленом, Кз яким дорівнює 1.687;
- придонний шар води має дуже поганий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «дуже добрий», тобто екологічний стан погіршився. Високе забруднення гептахлором, Кз дорівнює 153, в базовій оцінці Кз гептахлору дорівнювало 0.77, також спостерігалось підвищене забруднення бензо(g,h,i)періленом - Кз яким дорівнює 1.013 та ртуттю - Кз якої дорівнює

1.664;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан не змінився. Але зросло забруднення Zn, Кз яким змінювалося від 0.58 до 1.46,  $\Sigma$ ДДТ, Кз яким змінювалося від 2.83 до 6.66, лінданом, Кз яким змінювалося від 2.32 до 4.71, Ar-1254, Кз яким змінювалося від 0.9 до 1.73. Забруднення Ar-1260 знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану.

### 3 Дунайський район, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже поганий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан погіршився, Відмічається високе забруднення гептахлором, Кз яким дорівнює 30.7, а в базовій оцінці Кз гептахлором дорівнювало 12.2;

- придонний шар води має теж дуже поганий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан погіршився, Високе забруднення гептахлором, Кз яким дорівнює 48.76, а в базовій оцінці Кз гептахлором дорівнювало 10.4;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «добрий», тобто екологічний стан погіршився. Зросло забруднення  $\Sigma$ ДДТ, Кз яким змінювалося від 0.91 до 9.39, лінданом, Кз – від 3.82 до 11.13, Ar-1254, Кз від 0.71 до 1.77.

### 4 Водний масив CW2, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має задовільний екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «дуже поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня «дуже добре» але зросло забруднення ДДТ, Кз яким дорівнює 1.876, а в базовій оцінці Кз ДДТ дорівнювало 0.16, також зросло забруднення бензо(g,h,i)пері леном, Кз яким дорівнює 10.78 та бензо(b)флуорантеном, Кз яким дорівнює 1.065;

- придонний шар води має дуже добрий екологічний стан порівняно з

базовою оцінкою «дуже поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення ртуттю, гептахлором, ДДТ, Ar-1254 знизились до рівня «доброго» та «дуже доброго» екологічного стану;

- донні відкладення мають дуже добрий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення  $\Sigma$ ДДТ,  $\beta$ -НСН, лінданом, Ar-1254, Ar-1260 знизилось до доброго екологічного стану.

#### 5 Водний масив CW3, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «дуже поганий», тобто екологічний стан поліпшився, знизилось забруднення гептахлором до рівня «дуже добре»;

- придонний шар води має дуже поганий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою стан не змінився, але показники забруднення ХОП зросли, в 2019 році Кз гептахлором 287, Кз ДДТ 3.289, Кз  $\Sigma$ ДДТ 1.072, в базовій оцінці Кз гептахлором 25.7, Кз ДДТ 0.19, Кз  $\Sigma$ ДДТ 0.13;

- донні відкладення мають дуже добрий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «добрий», тобто екологічний стан поліпшився.

#### 6 Водний масив CW4, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «дуже поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором,  $\Sigma$ циклодієнових та AR-1254 значно знизилось до рівня «дуже добре». Забруднення ДДТ та бензо(g,h,i)періленом збільшилось в 2019 році, Кз ДДТ дорівнює 2.678, Кз бензо(g,h,i)періленом 5.323, в базовій оцінці 1.29 та 0.00, відповідно, але це не вплинуло на загальну оцінку. Забруднення  $\Sigma$ ДДТ залишилось на тому же рівні, Кз  $\Sigma$ ДДТ в 2019 році становить 1.072, в базовій оцінці - 1.09;

- придонний шар води має добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «дуже поганий», тобто екологічний стан поліпшився.

Забруднення гептахлором значно знизилось до рівня «дуже добре». Забруднення бензо(g,h,i)періленом збільшилось в 2019 році Кз бензо(g,h,i)періленом становить 3.366, в базовій оцінці 0.00, але це не вплинуло на загальну оцінку;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан не змінився. Показники забрудненості по окремим сполукам залишилися на рівні базової оцінки.

#### 7 Водний масив CW5, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня «дуже добре»;

- придонний шар води має дуже поганий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «добрий», тобто екологічний стан погіршився. Забруднення гептахлором зросло Кз гептахлору в 2019 році дорівнює 194, в базовій оцінці Кз гептахлором 7.36, також зросло забруднення ртуттю, Кз Hg в 2019 році дорівнює 4.286, в базовій оцінці - 0.00;

- донні відкладення мають добрий екологічний стан але досліджувались тільки ТМ.

#### 8 Дністровський район в 2019 році не досліджувався.

#### 9 Водний масив CW6, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором значно знизилось до рівня дуже добре. Забруднення ртуттю та бензо(g,h,i)періленом зросло, але не вплинуло на загальну екологічну оцінку (в 2019 році: Кз Hg дорівнює 1.243, Кз бензо(g,h,i)періленом дорівнює 2.423, в базовій оцінці: 0.29 та 0.00,

відповідно);

- придонний шар води в 2019 році не досліджувався;
- донні відкладення в 2019 році не досліджувались.

10 Водний масив CW7, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану. Присутнє підвищене забруднення бензо(g,h,i)періленом Кз бензо(g,h,i)періленом дорівнює 2.79, в базовій оцінці - 0.02, але на загальну оцінку це не вплинуло;

- придонний шар води має дуже добрий екологічний стан, але присутнє підвищене забруднення бензо(g,h,i)періленом Кз бензо(g,h,i)періленом дорівнює 1.287. В базовій оцінці придонний шар для цього району не розглядався;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Знизилось забруднення  $\beta$ -НСН, Кз яким змінювалося від 3.84 до 0.00, лінданом, Кз - від 19.3 до 4.98, Аг-1254, Кз - від 9.94 до 3.96. Зросло забруднення  $\Sigma$ ДДТ, Кз - від 9.51 до 19.09.

11 Водний масив CW8, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має задовільний екологічний стан, підвищене забруднення бензо(g,h,i)пері леном, Кз бензо(g,h,i)періленом дорівнює 7.0;

- придонний шар води має задовільний екологічний стан, присутнє підвищене забруднення ДДТ та  $\Sigma$ ДДТ, Кз ДДТ дорівнює 6.855, Кз  $\Sigma$ ДДТ дорівнює 2.742;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан. присутнє підвищене забруднення  $\Sigma$ ДДТ, Кз яким дорівнює 3.48,  $\beta$ -НСН, Кз яким дорівнює 3.50, гексахлорбензолом, Кз яким дорівнює 1.30, нафталіном, Кз

яким дорівнює 2.80, фенатреном, Кз яким дорівнює 2.44, флуорантеном, Кз яким дорівнює 3.86, бензо(а)антраценом, Кз яким дорівнює 1.09, хрізеном, Кз яким дорівнює 1.42, індено(1,2,3)піреном, Кз яким дорівнює 2.07 та бензо(g,h,i)періленом, Кз яким дорівнює 1.12.

В базовій оцінці водний масив CW8 не розглядався.

#### 12 Водний масив CW9, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану, але спостерігались підвищене забруднення бензо(g,h,i)періленом, Кз бензо(g,h,i)періленом дорівнює 2.951;

- придонний шар води має дуже добрий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану, але спостерігались підвищене забруднення бензо(g,h,i)періленом, Кз яким дорівнює 1.549;

- донні відкладення мають дуже добрий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення  $\Sigma$ ДДТ, лінданом, Ar-1260 знизилось до рівня доброго та дуже доброго екологічного стану.

#### 13 Дніпровський (Дніпро –Бузький), район загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має поганий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «дуже поганий», тобто екологічний стан трохи поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану але зросло забруднення ДДТ,  $\Sigma$ ДДТ, бензо(к)флуорантеном, бензо(g,h,i)періленом та бензо(b)флуорантеном. В 2019 році Кз дорівнюють: ДДТ - 2.603,  $\Sigma$ ДДТ - 1.041, бензо(к)флуорантеном - 1.34, бензо(g,h,i)періленом - 26.415, бензо(b)флуорантеном - 2.145, в базовій оцінці

0.53, 0.24, 0.00, 0.10, 0.00, відповідно;

- придонний шар води має поганий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «дуже добрий», тобто екологічний стан погіршився. Зросло забруднення бензо(к)флуорантенем, бензо(g,h,i)періленом та бензо(b)флуорантенем. В 2019 році Кз дорівнюють: бензо(к)флуорантенем - 1.346, бензо(g,h,i)періленом - 27.902, бензо(b)флуорантенем - 2.629, в базовій оцінці 0.00, 0.00, 0.00, відповідно;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «добрий», тобто екологічний стан погіршився. Зросло забруднення  $\beta$ -НСН, Кз яким змінювався від 0.12 до 3.31, гексахлорбензолом, Кз – від 0.87 до 1.52, Аг-1254, Кз - від 0.61 до 1.28, фенатреном, Кз - від 0.05 до 2.63, флуорантенем, Кз - від 0.65 до 3.25, бензо(а)антраценом, Кз - від 0.2 до 1.03, хрізеном, Кз - від 0.37 до 1.25, індено(1,2,3)піреном, Кз - від 0.73 до 1.15.

Забруднення Ni та  $\Sigma$ ДДТ залишилось на тому же рівні, забруднення лінданом знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану.

#### 14 Район змішування, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану, але зросло забруднення ДДТ, бензо(g,h,i)періленом та бензо(b)флуорантенем. В 2019 році Кз дорівнюють: ДДТ - 1.96, бензо(g,h,i)періленом - 10.626, бензо(b)флуорантенем - 1.043, в базовій оцінці 0.11, 0.20, 0.02, відповідно;

- придонний шар води має поганий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «дуже поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану, але зросло забруднення ДДТ, бензо(к)флуорантенем, бензо(g,h,i)періленом та бензо(b)флуорантенем. В 2019 році Кз дорівнюють:

ДДТ - 1.953, бензо(к)флуорантеном - 1.295, бензо(g,h,i)періленом - 25.837, бензо(b)флуорантеном - 2.758, в базовій оцінці 0.05, 0.00, 0.02, 0.01, відповідно;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан не змінився. Але зросло забруднення  $\Sigma$ ДДТ, Кз яким змінювався від 1.17 до 4.70,  $\beta$ -НСН, Кз - від 0.83 до 3.87, лінданом, Кз - від 5.25 до 7.60, нафталіном, Кз - від 0.72 до 3.68, фенатреном, Кз - від 0.06 до 1.34, флуорантеном, Кз - від 0.46 до 3.50, бензо(а)антраценом, Кз - від 0.16 до 1.43, хрізеном, Кз - від 0.26 до 1.10, бензо(к)флуорантеном Кз з 0.19 до 1.03, бензо(а)піреном Кз з 0.13 до 1.20, індено(1,2,3)піреном, Кз від 0.49 до 2.25, бензо(g,h,i)періленом, Кз від 0.27 до 1.81. Забруднення гексахлорбензолом зменшилось до рівня дуже доброго екологічного стану.

15 Центральний район в 2019 році не розглядався.

16 Східна глибоководна частина, оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже поганий екологічний стан. Високе забруднення бензо(к)флуорантеном, бензо(а)піреном, бензо(g,h,i)періленом та бензо(b)флуорантеном. В 2019 році Кз дорівнюють: бензо(к)флуорантеном - 2.865, бензо(а)піреном - 1.823, бензо(g,h,i)періленом - 55.89, бензо(b)флуорантеном - 5.696;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан. Підвищене забруднення  $\Sigma$ ДДТ, Кз - 2.76,  $\beta$ -НСН, Кз - 4.40, лінданом, Кз - 7.96, гептахлором, Кз - 2.71, Ar-1254, Кз - 3.07.

В базовій оцінці район східна глибоководна частина не розглядався.

17 Західна глибоководна частина, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже поганий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «поганий», тобто екологічний стан погіршився.



Забруднення гептахлором та Ar-1254 знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану, але зросло забруднення ДДТ,  $\Sigma$ ДДТ, бензо(к)флуорантеном, бензо(а)піреном, бензо(g,h,i)періленом та бензо(b)флуорантеном, що вплинуло на загальну оцінку екологічного стану. В 2019 році Кз дорівнюють: ДДТ - 2.713,  $\Sigma$ ДДТ - 1.091, бензо(к)флуорантеном - 2.524, бензо(а)піреном - 1.543, бензо(g,h,i)періленом - 50.753, бензо(b)флуорантеном - 4.721, в базовій оцінці 2.18, 1.39, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, відповідно;

- придонний шар води має задовільний екологічний стан, підвищене забруднення бензо(g,h,i)періленом, Кз бензо(g,h,i)періленом - 5.451. В базовій оцінці не розглядався придонний шар води району західна глибоководна частина;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан. Підвищене забруднення Cd, Кз - 1.05, Ni, Кз - 1.96,  $\Sigma$ ДДТ, Кз - 6.95,  $\beta$ -НСН, Кз - 8.80, лінданом, Кз - 7.15,  $\Sigma$ НСН, Кз - 2.13, гексахлорбензолом, Кз - 1.96, гептахлором, Кз -1.86.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1 Гідрологічні та гідрохімічні показники стану північно-західного шельфу Чорного моря: довідковий посібник [Текст] / І.Г. Орлова, М.Ю. Павленко, В.В. Український [та ін.]; відповід. ред. І.Д. Лосєва. – К.: КНТ, 2008. – 616 С.

2 Iarochévitch Alexei Proposal. For Delineation of Transitional and Coastal Water Bodies in the Ukrainian and Georgian part of the Black Sea and related maps (Draft). [Text] / Developed by: Alexei Iarochévitch/ This report has been produced with the assistance of the European Union. May 2017. – 28 p.

3 Хаустов А.П. Полициклические ароматические углеводороды как геохимические маркеры нефтяного загрязнения окружающей среды / А.П. Хаустов, М.М. Редина // Экология. – 2014. – №2. – С. 92 – 96.