УДК 504.45.058; 504.4.054; 504.064
КП 87.19.03
№ держреєстрації 0119U103483
Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ 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.
«03» лютого 2022 року

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

Оцінка та діагноз екологічного стану довкілля Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України

ОЦІНКА ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ ТА ХАРАКТЕРИСТИК ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА УКРАЇНИ НЕБЕЗПЕЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ. ТОМ 2

Науковий керівник НДР
Директор УкрНЦЕМ,
к.геогр.н., с.н.с. В.М. Коморін

Начальник відділу аналізу морських екосистем
та антропогенного навантаження (ВАМЕ та АН)
– начальник морського інформаційно–
аналітичного центру (МІАЦ), к.геогр.н. В.В. Український

2021

Рукопис закінчено 28 грудня 2021 р.

Результати роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ, протокол від 03 лютого 2022 р. № 1

СПИСОК АВТОРІВ

Відповідальний виконавець, начальник відділу аналітичних досліджень та організації моніторингу (ВАД та ОМ)	27 грудня 2021	Ю.М. Деньга
Завідуючий лабораторією хіміко-аналітичних досліджень ВАД та ОМ	27 грудня 2021	Ю.В. Олейнік
Начальник відділу управління екологічними данними (ВУЕД) Морського інформаційно-аналітичного центру	27 грудня 2021	О.В. М'яснікова

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 49 с., 15 рис., 11 табл.

Оцінка та діагноз екологічного стану довкілля Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України у 2021 р. (Оцінка гідрохімічного режиму та 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 2021 році 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 2021 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. Проведено порівняння з базовою оцінкою екологічного стану та з оцінками 2019 та 2020 років.

ЗМІСТ

С.

СПИСОК ВИКОНАВЦІВ 2
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМИНІВ 5
1 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ 7
1.1 МЕДОДИ ТА ОБЛАДНАННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 7
1.2 Інструментальний аналіз і кількісна оцінка 9
1.3 МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ 10
2 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН МОРСЬКОЇ ВОДИ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРЮДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН 12
2.1 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом токсичних металів. 14
2.2 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом органічних забрудників сільськогосподарського походження. 16
2.3 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом органічних забрудників промислового походження. 19
3 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ ПО РАЙОНАМ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРЮДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН 25
3.1. Токсичні метали в донних відкладеннях 25
3.2. Екологічна оцінка стану донних відкладень по районах за вмістом органічних забрудників сільськогосподарського походження. 27
3.3 Екологічна оцінка стану донних відкладень по районах за вмістом органічних забрудників промислового походження. 29
ВИВОДИ (ПОРІВНЯННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖУВАНИХ РАЙОНІВ ПЗЧМ В 2021 РОЦІ З БАЗОВОЮ ОЦІНКОЮ ТА ОЦІНКОЮ В 2019 ТА 2020 РОКАХ) 33
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ 48

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМИНІВ

ГДК – гранично допустимі концентрації;

ДДД – діхлордіфенілдіхлоретан;

ДДЕ – діхлордіфенілдіхлоретілен;

ДДТ – п,п-діхлордіфенілтрихлоретан;

ЕН – екологічний норматив;

ОЗСП – органічні забруднюючи речовини сільскогосподарського походження;

ОЗПП – органічні забруднюючи речовини промислового походження;

ПАВ – поліциклічні ароматичні вуглеводні;

ПХБ – полі хлоровані біфеніли;

ПЗЧМ – північно західна частино 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 допустимій концентрації екологічного стандарту 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 фенантрену;

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

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

Hg – ртуть;

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

Mn – марганець;

Ni – нікель;

Pb – свинець;

Zn – цинк;

α-HCH – α гексахлорциклогексан;

β-HCH – β гексахлорциклогексан;

Σ ДДТ – сума п,п-діхлордіфенілтрихлоретану та його метаболітів;

∑ Циклодієнових – сума алдріну, ділдріну та ендріну;

∑HCH – сума ліндану та його ізомерів;

∑ ПАВ – сума концентрацій поліароматичних вуглеводнів;

B(a)Peq – бензо(а)піреновий еквівалент;

1 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ

1.1 Методи та обладнання наукових досліджень

Під час науково дослідних робіт з дослідження ПЗЧМ для оцінки екологічного стану за дескрипторами D8 та D9 проводились вимірювання:

- сума нафтових вуглеводнів (НВ) досліджувались відповідно до «Руководства по химическому анализу морских вод РД 52.10.243-92». [1] Використовували ИК- Фурье спектрометр Agilent Cary-630;
- Метали в пробах води аналізували методом атомно-абсорбційної спектрометрії в електротермічній печі (AAS-ET Analytik Jena AG ZEENIT 650P. Відповідно методикам МВВ № 13/09-09 Морські води. Методика виконання вимірювань масової концентрації кадмію, кобальту, нікелю, меді, миш'яку, свинцю та цинку методом атомно-абсорбційної полум'яної та неполум'яної спектрофотометрії [2], МВВ № 12/09-09 Морські води. Методика виконання вимірювань масової концентрації залізу, марганцю та хрому методом неполум'яної атомно-абсорбційної спектрофотометрії [3] та МВВ № 11/09-09 Морські води. Методика виконання вимірювань масової концентрації ртуті методом неполум'яної атомно-абсорбційної спектрофотометрії (методом хлорного пару) [4];
- Метали в пробах донних відкладень аналізували взявши 0,22 г зразку осаду, його обробляли сумішшю ультра чистих кислот HNO_3, HCl, після чого додавали HF. Метали аналізували методом атомно-абсорбційної спектрометрії в електротермічній печі (AAS-ET Analytik Jena AG ZEENIT 650P). Відповідно до МВВ № 18/09-09 Донні відкладення. Методика виконання вимірювань масової частки алюмінію, кадмію, кобальту, марганцю, меді, миш'яку, нікелю, свинцю, хрому, заліза та цинку методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії [5];

- Органічні забруднюючи речовини в пробах води аналізували додавши до проби води перед екстрагуванням внутрішні стандарти ПХБ29 та фенантрен-d10. Екстракцію проводили гексаном за допомогою високошвидкісної мішалки; органічну фазу відокремлювали від води в ділильній воронці. Після екстрагування проводили концентрування в турбо випарнику під током азоту. Стійкі органічні забруднювачі аналізували за допомогою газової хроматографії. GC-ECD (Agilent 7890B) використовували для ХОП і ПХБ, а GC-MS (Agilent 7890A withe MS 5975C) використовували для ПАУ. Відповідно до ММВ № 10/09-09 Морські води. Методика виконання вимірювань масової концентрації хлорорганічних пестицидів (ХОП) і поліхлорованих біфенілів (ПХБ) методом капілярної газорідинної хроматографії [6] та EPA METHOD 8270C SEMIVOLATILE ORGANIC COMPOUNDS BY GAS CHROMATOGRAPHY/MASS SPECTROMETRY (GC/MS) [7];
- Для аналізу органічних забруднень в донних відкладенях брали 3,0 г зразка донного осаду екстрагували на установці прискореної екстракції під тиском (PLE) сумішшю гексан/діхлорметан/метанол (60%/20%/20%). Внутрішні стандарти PCB29 та фенантрен-d10 додавали до проби донного осаду перед екстрагуванням. Після екстракції проводили очищення на колонці з силікагелем і концентрування в турбо випарнику в току азоту. Стійкі органічні забруднювачі аналізували за допомогою газової хроматографії. GC-ECD (Agilent 7890B) використовували для ХОП і ПХБ, а GC-MS (Agilent 7890A withe MS 5975C) використовували для ПАУ. Відповідно до ММВ № 19/09-09 Донні відкладення. Методика виконання вимірювань масової концентрації хлорорганічних пестицидів (ХОП) і поліхлорованих біфенілів (ПХБ) методом газорідинної хроматографії [8] та EPA METHOD 8275A SEMIVOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (PAHs AND PCBs) IN SOILS/SLUDGES AND SOLID WASTES USING THERMAL EXTRACTION/GAS CHROMATOGRAPHY / MASS SPECTROMETRY (TE/GC/MS) [9];

1.2 Інструментальний аналіз і кількісна оцінка

Перед кожною серією вимірювання, по всім дослідженням які потребують калібрування, проводилось калібрування приладів та обладнання з будівництвом графіків калібрування. Для біогенних речовин використовувались стандартні розчини виробнитства Sigma-Aldrich США.

Калібрування концентрації металів проводили з робочими стандартами для кожного елемента, починаючи з вихідних розчинів 1000 мкг/дм^3 (виробнитства Sigma-Aldrich США). Для кожного зразка було виміряно не менше 3-х інструментальних показання з середнім значенням. Концентрації розчинив такі: вода Cd 0-1 мкг/дм^3; інші метали 0-40 мкг/дм^3; донні відкладення Cd 0-2 мкг/дм^3; інші метали 0-80 мкг/дм^3.

Концентрацію поліхлорованих біфенілів (ПХБ) і хлорорганічних пестицидів (ХОП) визначали на газовому хроматографі 7890B (Agilent, США) з детектором захоплення електронів (15 мілікюрі нікелю 63 G2397A ECD), оснащеним інжектором з діленням потоку та капілярною колонкою HP-5 (HP-5 30м 0,32 мм 0,25 мкм). Газ-носій – гелій зі швидкістю потоку 2 мл/хв, газ продувки детектору – азот зі швидкістю потоку 30 мл/хв, температура інжектора 250ºС, об’єм зразка – 1 мкл; початкова температура в печі 70ºС витримка 1 хвилина, підйом температури до 150 ºС зі швидкістю 10 ºС на хвилину, витримка 0 хв, підйом температури до 240 ºС зі швидкістю 4 ºС на хвилину, витримка 10 хв. Використовувались для калібрування аналітичні стандарти α-HCH, β-HCH, γ-HCH (Sigma-Aldrich, США), PCB total* AR-1254, PCB total* Ar-1260 (Supelco, США), PCB-8, PCB-18, PCB -28, PCB-31, PCB-52, PCB-49, PCB-44, PCB-66, PCB-110, PCB-149, PCB-118, PCB-153, PCB-138, PCB-183, PCB-174 Для калібрування використовували PCB-177, PCB-180, PCB-170, PCB-199, PCB-194 (Dr. Ehrenstorfer, Німеччина), PCB-101 (ULTRA Scientific, США). Для аналізу даних було використано програмне забезпечення ChemStation (Agilent, США).

Концентрацію ПАУ визначали методом газової хроматографії з мас-спектрометрією на газовому хроматографі 7890A (Agilent, США) з детектором мас 5975C, оснащеним ін'єкцією PTV та капілярною колонкою DB-5MS (30 м 0,25 мм 0,25 мкм). Газом - носієм був гелій зі швидкістю потоку 1,2 мл/хв. Початкова температура інжектора 50ºС, вентиляція розчинника протягом 1 хвилини, об'єм зразка 15 мкл, кінцева температура інжектора 300ºС, швидкість підвищення температури 600ºС на хвилину; температура початку спалювання 60 ºС, час витримки 7 хвилин, підвищення температури до 200 ºС зі швидкістю 10ºС/хв, витримка 1 хвилина, підвищення температури до 310ºС зі швидкістю 7ºС/хв, витримка 5 хв.. Мас-детектор в режимі SIM (пошук цільової маси), температура MS Source 230ºС, MS Quad 150ºС. Аналітичні стандарти нафталіну, антрацену, флуорантену, бензо(k)флуорантену, бензо(a)пірену, бензо(g,h,i)перилену, бензо(b)флуорантен, фенантрен, бензо(a)антрацен, хризен, флуорен, аценафтен, пірен (Supelco, США), індено(1,2,3cd)пірен та дибензо(a,h)антрацен (ULTRA Scientific, США) були використані для калібрування. Для аналізу даних було використано програмне забезпечення ChemStation (Agilent, США) та AMDIS.

1.3 Методи проведення оцінки екологічного стану

Для оцінки використовувався коефіцієнт забруднення (Кз).

Кз відображає концентрацію всіх забруднюючих речовин в окремий проміжок часу в заданому районі. Цей коефіцієнт винаходиться як сума відношень концентрації кожної забруднюючої сполуки до її гранично допустимій концентрації відповідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS), або гранично допустимій концентрації відповідно українського законодавства (ГДК), або екологічного нормативу якості морського середовища (ЕН) [10] віднесена до кількості вимірювань проведених в заданий проміжок часу. Точність відображення стану району за допомогою коефіцієнта залежить від

кількості станцій моніторингу в досліджуваному районі та кількості спостережень за питомий проміжок часу.

Кз
$CR = \frac{C_{\text{забр}}}{C_{\text{ПДК}}}$ $\text{Кз} = \frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n} CR_i$

Де:

CR – середня відношення концентрації кожної забруднюючої речовини до її гранично допустимої концентрації;

Сзабр – середня концентрація забруднюючої речовини за питомий проміжок часу;

$C_{\text{ПДК}}$ – гранично допустима концентрація забруднюючої речовини;

n – кількість забруднюючих речовин які взяті для оцінки забруднення групи.

Екологічний стан району (водного тіла), визначається за наступним алгоритмом:

1. Знаходяться середня концентрація кожної виміряної забруднюючої речовини до кількості вимірювань її за питомий проміжок часу в оцінюваному районі.

2. Знаходяться відношення середньої концентрації кожної виміряної забруднюючої речовини до її гранично допустимій концентрації, по Українському або європейському законодавству. Як що граничні концентрації для забруднюючої речовини відрізняються, в цих законодавствах, береться нижче за показником.

3. Забруднюючи речовини розділяють на три групи для яких визначають Кз:

- Група токсичних металів (Кз ТМ)
- Група забруднюючих речовин сільськогосподарського походження (Кз ЗРСП)

- Група забруднюючих речовин промислового походження (Кз ЗРПП)

4. Процедури описані в пункті 1,2,3 проводять для води, донних відкладень та біологічного матеріалу відібраних в оцінюваному районі за питомий проміжок часу. Екологічний стан визначається по найгіршій оцінці будь якої з трьох груп забруднюючих речовин в воді або донних відкладеннях. Оцінка біологічних об'єктів проводиться за таким же принципоп окремо та вказує на екологічний стан району в проміжок часу розвитку цього біологічного об'єкту (вік біологічного об'єкту), при умовах що це осілий від.

2 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН МОРСЬКОЇ ВОДИ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРЮДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

Стан морської води оцінювався за такими забруднюючими речовинами як: токсичні метали (ТМ), хлорорганічні пестициди (ХОП), поліхлорованими біфенілами (ПХБ) та поліароматичними вуглеводнями (ПАВ). В процесі оцінки розглядався 2021 рік.

Шкала оцінки екологічного стану морської води за допомогою Кз:

- 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 [11] та по водних тілах визначених районів «Перехідних вод» та «Прибережних вод» відповідно до Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС (WFD) [12] (рис 2.1).

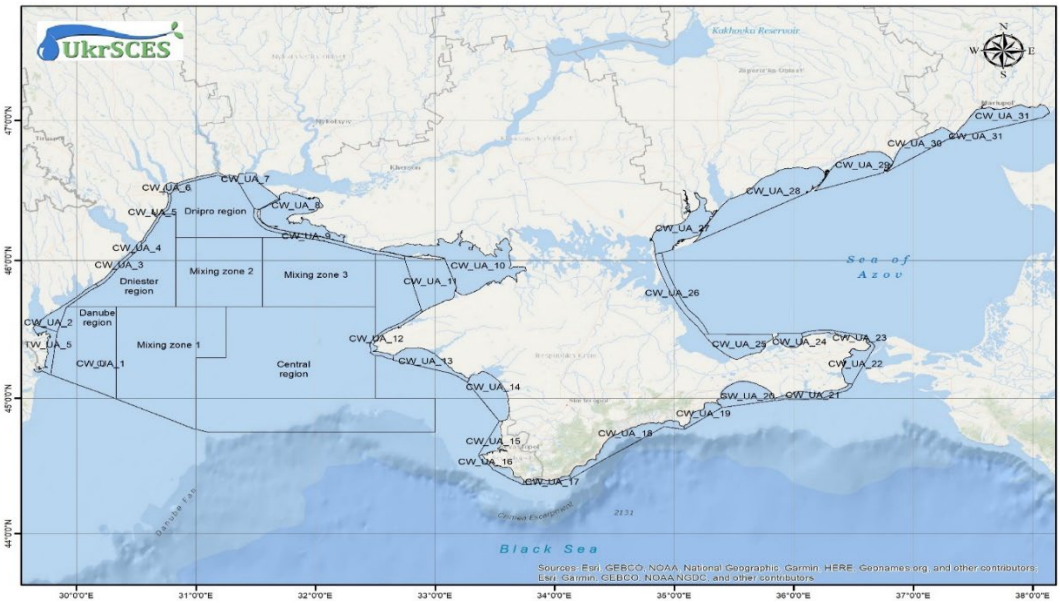


Рисунок 2.1 – Карта районів морського середовища ПЗЧМ.

В таблиці 2.1 наведені координати станцій.

Таблиця 2.1 Координати станцій відбору проб у 2021 році

Найменування наукової теми, проекту, рейсу	Умовне позначення станції	Довгота, °	Широта, °
Дунайський р-н			
Дунай-ЧМ	Ст.6		
Дунай-ЧМ	Ст.10	29,86648	45,31982
Дунай-ЧМ	Ст.10-2	29,87453	45,31712
Дунай-ЧМ	Ст.10-3	29,8693	45,31393
Дунай-ЧМ	Ст.10-4	29,85655	45,32003
Дунай-ЧМ	Ст.17	29,85885	45,25188
Дунай-ЧМ	Ст.18	29,82222	45,27345
TW5			
Дунай-ЧМ	19	29.78600	45.29167
Дунай-ЧМ	Ст7-1	29.77417	45.33583
Дунай-ЧМ	Ст7-2	29.78667	45.32833
Дунай-ЧМ	Ст19	29.79010	45.29167
CW4			
Бюджетна тематика	Затока	30,48747	46,0672
CW5			
Бюджетна тематика	пляж Дельфін	30,7692	46,4517
Бюджетна тематика	Сан. Чкалова	30,77194	46,44361
Бюджетна тематика	М.М.Фонтан	30,7722	46,4386
Бюджетна тематика	пляж Аркадія	30,7683	46,4275
Бюджетна тематика	Дача Ковалевського	30,7303	46,3675
CW6			
Бюджетна тематика	Луз.1	30,7694	46,5531
Бюджетна тематика	Луз.2	30,7585	46,5488
Бюджетна тематика	п. Одеса	30,7492	46,4942
CW7			
Бюджетна тематика	Коблево	31,1739	46,6275
Бюджетна тематика	п. Південний	31,0286	46,6022

2.1 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом токсичних металів.

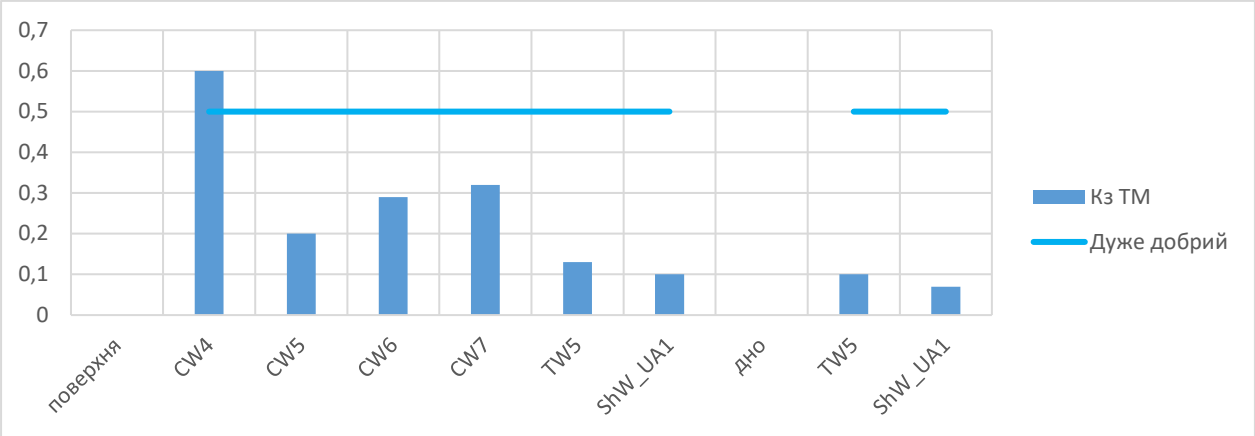
В таблиці 2.2 та на рисунку 2.2 наведені значення Кз для ртуті (Hg), кадмію (Cd), свинцю (Pb), нікелю (Ni) та Кз ТМ в поверхневому та придонному шарі води за даними 2021 року по районам. Оцінка екологічного стану проводилась згідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS).

Таблиця 2.2 Кз ТМ морської води по районах у 2021 році.

Район	Відбір проби	Кз ТМ	Кз Cd	Кз Hg	Кз Pb	Кз Ni
CW4	поверхня	0,60	2,13	0,15	0,11	0,00
CW5	поверхня	0,20	0,43	0,29	0,07	0,01
CW6	поверхня	0,29	0,68	0,35	0,14	0,01
CW7	поверхня	0,32	0,77	0,45	0,07	0,01
TW5	поверхня	0,13	0,38	0,00	0,07	0,07
ShW_UA1	поверхня	0,10	0,28	0,05	0,03	0,04
TW5	дно	0,10	0,30	0,00	0,06	0,04
ShW_UA1	дно	0,07	0,19	0,05	0,01	0,02

Із таблиці 2.2 та рисунку 2.2 видно:

-в 2021 році Кз ТМ по всім районам відповідають дуже доброму та доброму екологічному стану, але в районі CW4 в поверхневому шарі води зафіксовані підвищені концентрації кадмію Кз Cd відповідає задовільному екологічному стану.



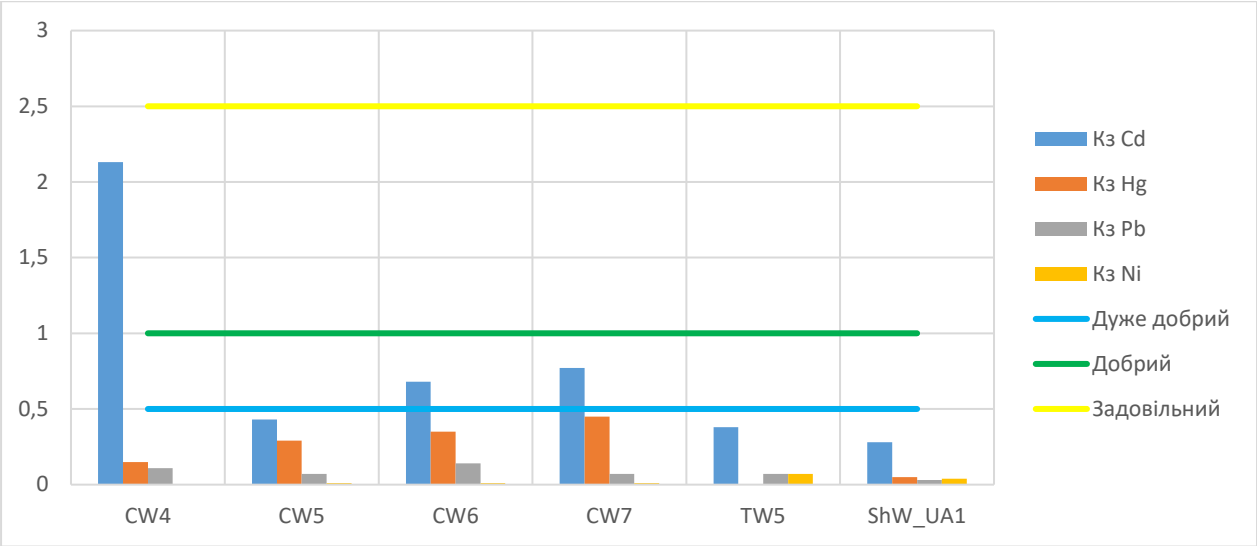
а)

а – Кз ТМ поверхневий та придонний шар води

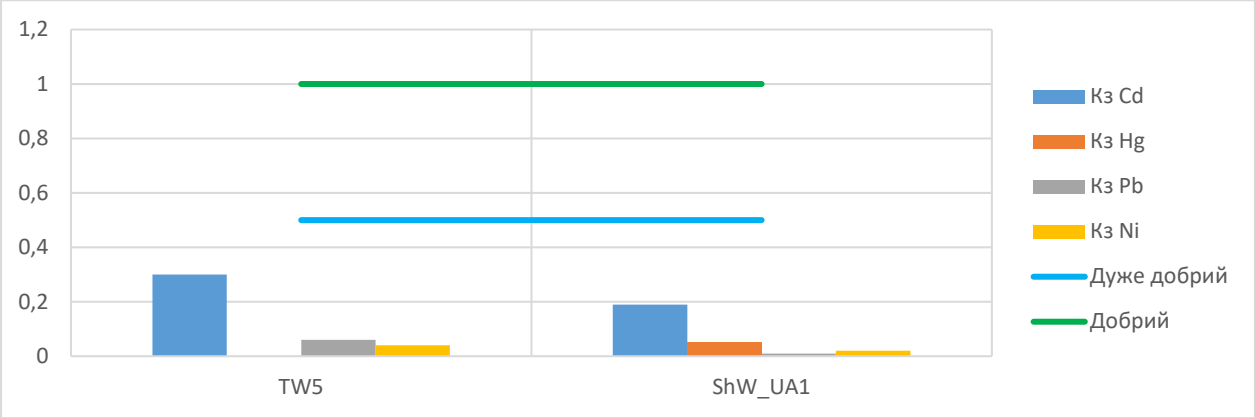
б – Кз окремих ТМ поверхневий шар води

в – Кз окремих ТМ придонний шар води

Рисунок 2.2 – Кз ТМ морської води по районах у 2021 році



б)



в)

а – Кз ТМ поверхневий та придонний шар води

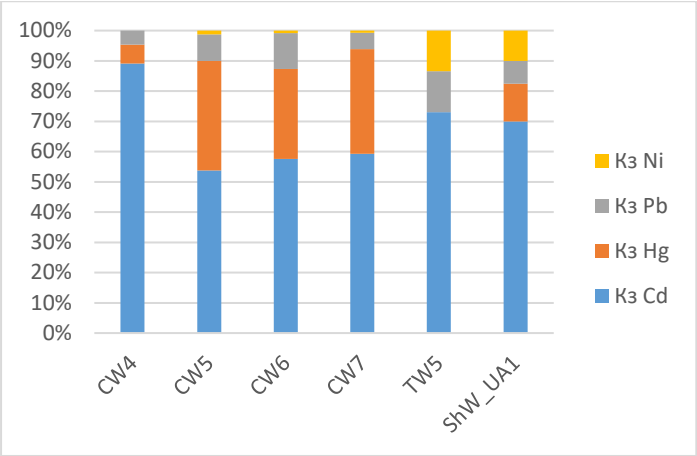
б – Кз окремих ТМ поверхневий шар води

в – Кз окремих ТМ придонний шар води

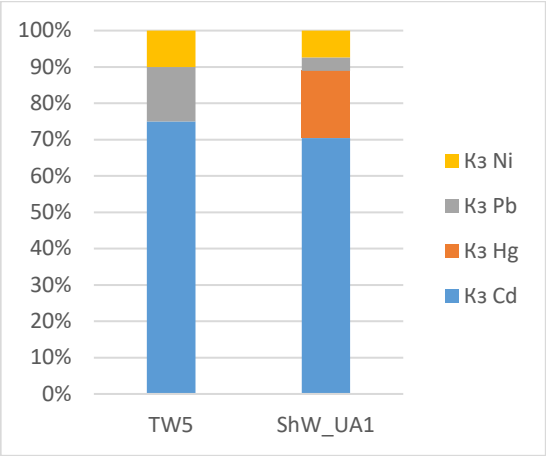
Рисунок 2.2 – Аркуш 2

На рисунку 2.3 наведені вклади окремих металів в забруднення групи ТМ.

В забруднення групи ТМ найбільший вклад по всім дослідженим районам від концентрацій кадмію, на другому місті ртуть, крім району TW5 де концентрації свинцю вищі за концентрації ртуті.



а)



б)

а – поверхневий шар води

б – придонний шар води

Рисунок 2.3 – Вклад Кз окремих металів в забруднення морської води по районах у 2021 році

2.2 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом органічних забрудників сільськогосподарського походження.

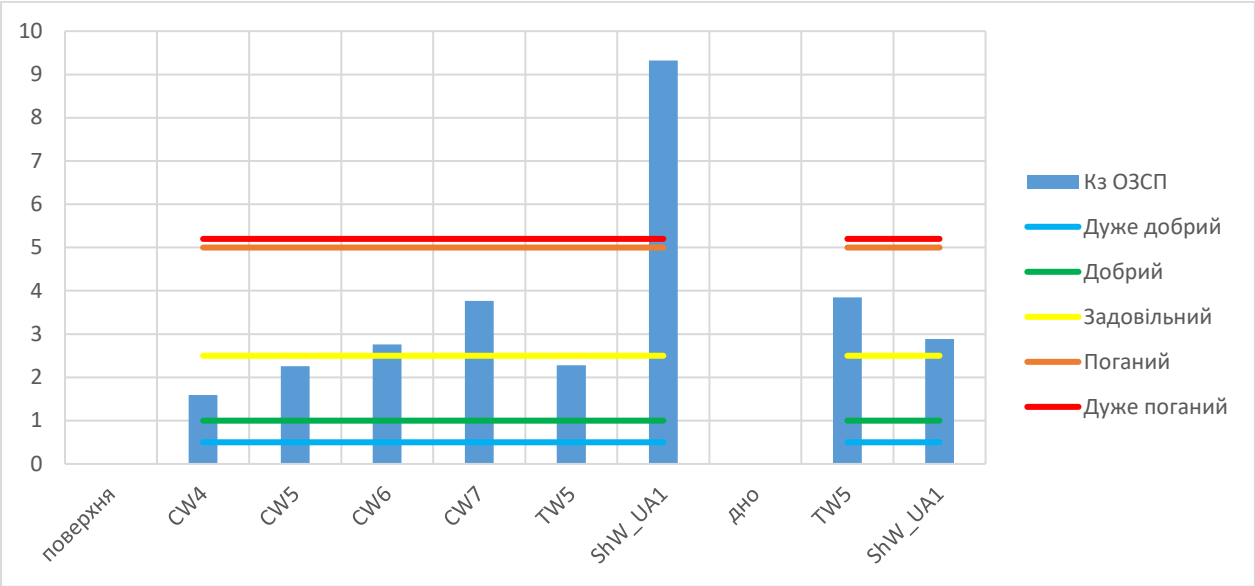
В таблиці 2.3 та на рисунку 2.4 наведені Кз для окремих ОЗСП та середній Кз для ОЗСП в поверхневому та придонному шарі води за даними 2021 року по районам. Оцінка екологічного стану проводилась згідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS).

Як видно із таблиці 2.3 та рисунку 2.4 в 2021 році Кз ОЗСП по районам вварюються від задовільного до дуже поганого екологічного стану. Основним забруднюючею речовиною серед групи ОЗСП є гептахлор, Кз гептахлору в поверхневому і придонному шарі води по всім районам відповідає дуже поганому екологічному стану.

Таблиця 2.3 Кз ОЗСП поверхневого та придонного шару морської води в 2021 році

Район	Відбір проби	Кз ОЗСП	Кз ДДТ[1]	Кз ∑ДДТ[2]	Кз ∑НСН[3]	Кз ГХБ[4]	Кз гептахлору	Кз ∑ ціклодієнових[5]	Кз Атразін	Кз Дурсбан
CW4	поверхня	1,59	0,15	0,09	0,12	0,03	12,00	0,27	0,00	0,04
CW5	поверхня	2,26	0,20	0,14	0,08	0,01	17,23	0,40	0,01	0,04
CW6	поверхня	2,76	0,29	0,19	0,05	0,01	21,07	0,49	0,00	0,00
CW7	поверхня	3,77	0,28	0,18	0,10	0,02	28,75	0,82	0,00	0,00
TW5	поверхня	2,28	0,30	0,20	0,07	0,01	17,22	0,46	0,00	0,01
ShW_UA1	поверхня	9,32	0,59	0,51	0,15	0,02	72,44	0,79	0,00	0,02
TW5	дно	3,85	0,24	0,16	0,31	0,01	29,72	0,35	0,00	0,00
ShW_UA1	дно	2,89	0,32	0,20	0,29	0,01	21,64	0,54	0,01	0,15

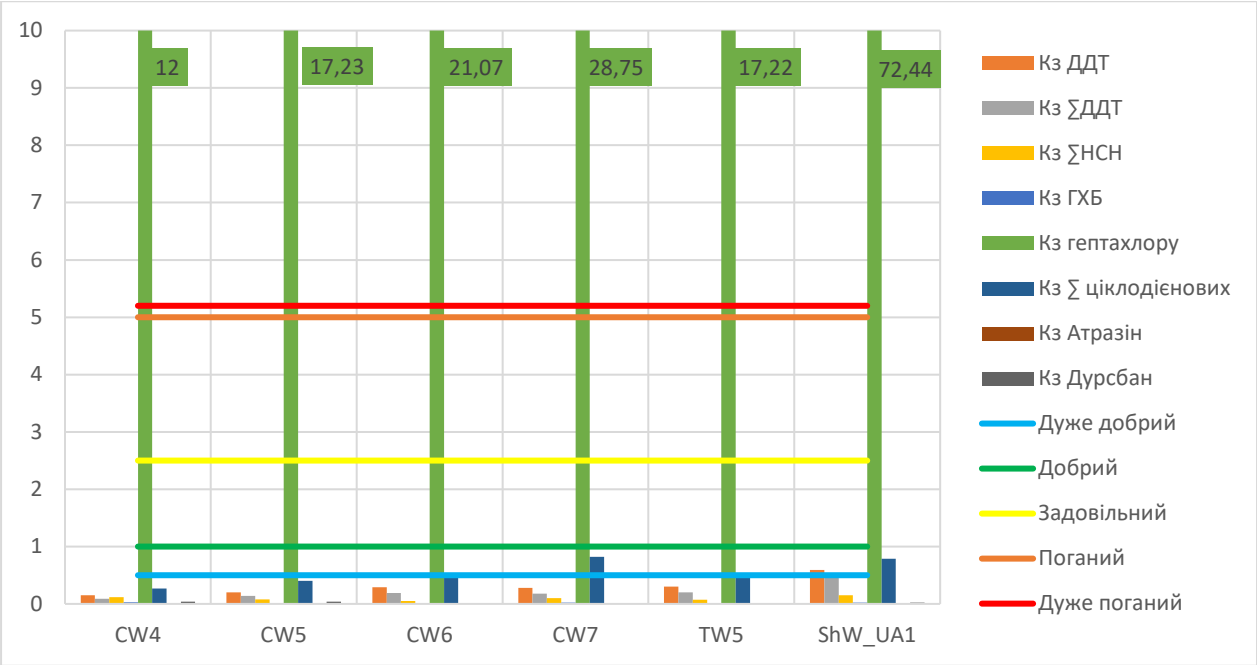
1 – п,п-діхлордіфенілтрихлоретан
2 – сума ДДТ та його метаболітів
3 – сума ліндану та його ізомерів
4 – гексахлорбензол
5 – сума алдріну, ділдріну та ендріну



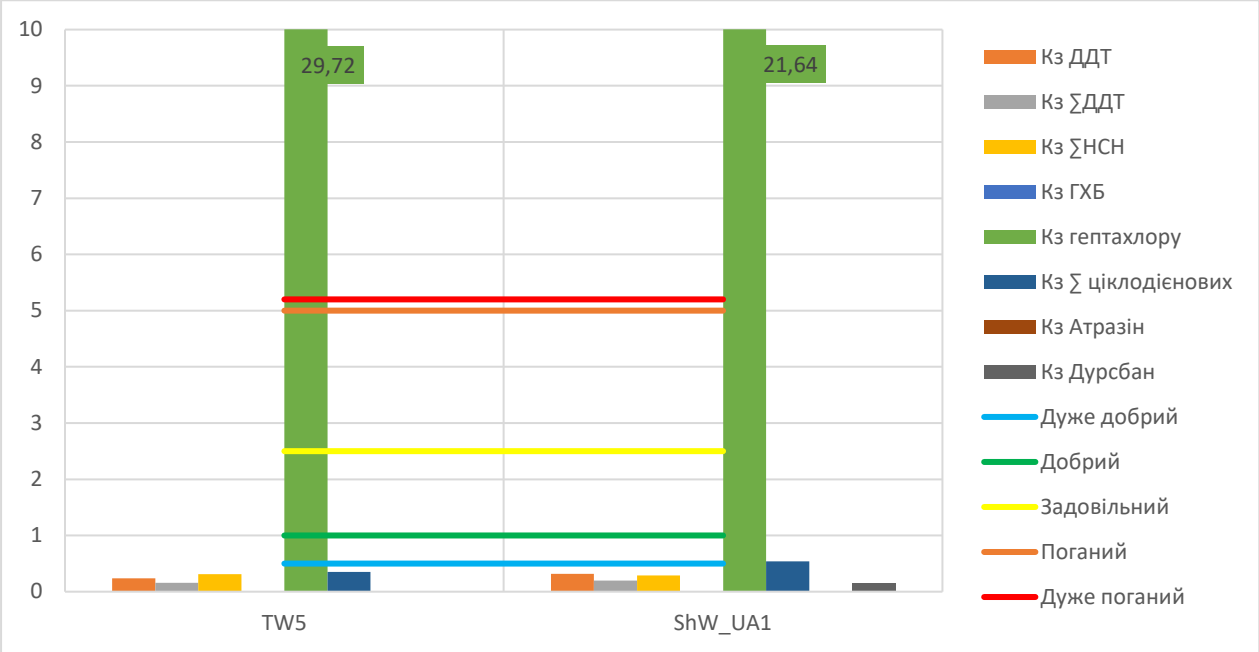
а)

а – Кз ОЗСП поверхневий та придонний шар води
б – Кз окремих ОЗСП поверхневий шар води
в – Кз окремих ОЗСП придонний шар води

Рисунок 2.4 – Кз ОЗСП морської води по районах в 2021 році.



б)



в)

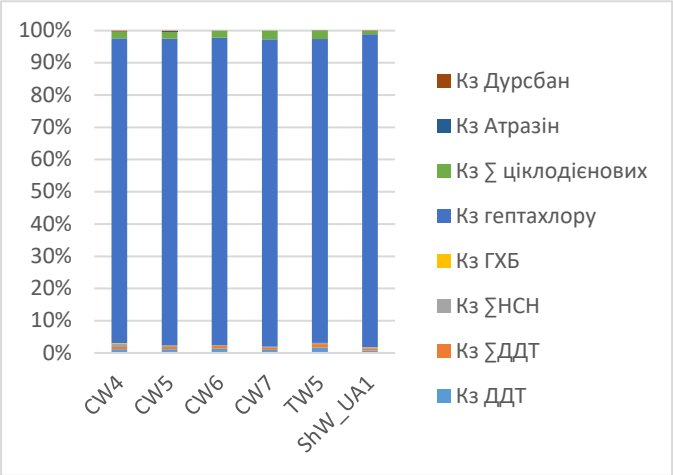
а – Кз ОЗСП поверхневий та придонний шар води

б – Кз окремих ОЗСП поверхневий шар води

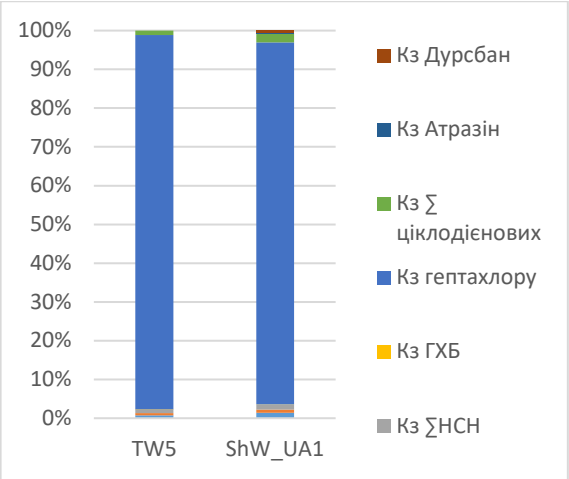
в – Кз окремих ОЗСП придонний шар води

Рисунок 2.4 – Аркуш 2

На рисунку 2.5 наведені вклади окремих ОЗСП в забруднення групи ОЗСП.



а)



б)

а – поверхневий шар води

б – придонний шар води

Рисунок 2.5 – Вклад Кз окремих ОЗСП в забруднення морської води по районах у 2021 році

З рисунка 2.5 видно що найбільший вклад в забруднення групою ОЗСП вносить концентрація гептахлору по всім районам в поверхневому та придонному шарах води.

2.3 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом органічних забрудників промислового походження.

В таблиці 2.4 та на рисунку 2.6 наведені Кз групи ОЗПП та Кз індивідуальних ОЗПП поверхневого та придонного шару морської води по районам у 2021 році.

Оскільки в директиві ЄС 2013/39 не має обмежень по концентраціям ПХБ не діоксинового ряду, гранично допустимі концентрації для поліхлорованих біфенілів (ПХБ) взяті з рекомендацій EAC, OSPAR SIME 2008, групи індивідуальних ПХБ від ПХБ-16 до ПХБ-65 (Ar-1254) та від ПХБ-28 до ПХБ-73 (Ar-1260) відносно ЕН окремо не оцінювались так як з оцінки 2020 року видно що вимоги OSPAR SIME 2008 більш жорсткі.

Кз поліароматичних вуглеводнів (ПАВ) розраховувався відносно MAC-EQS ЄС 2013/39.

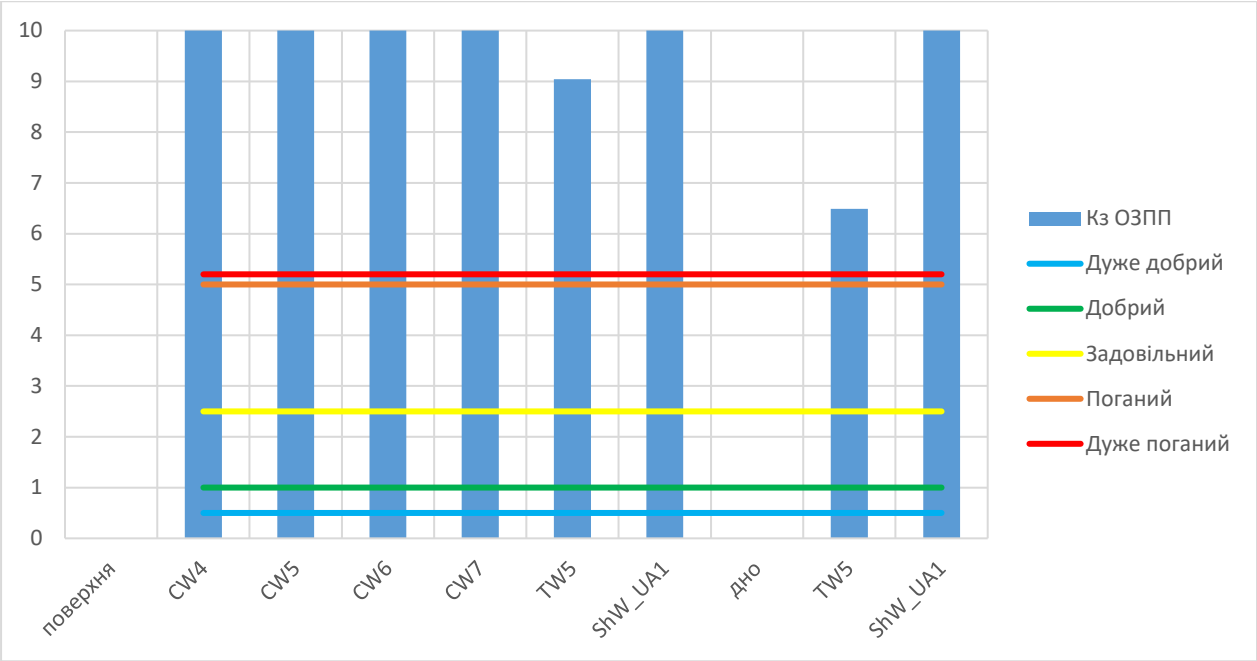
Таблиця 2.4 Кз ОЗПП поверхневого та придонного шару морської води в 2021 році.

Район	Відбір проби	Кз ОЗПП	Кз ПХБ 101	Кз ПХБ 118	КЗ ПХБ 153	Кз ПХБ 138	Кз ПХБ 180	Кз нафталіну	Кз антрацену	Кз флуорантену	Кз бензо(b)флуорантену	Кз бензо(к)флуорантену	Кз бензо(а)пірену	Кз бензо(g,h,i)перілену
CW4	поверхня	27,91	99,25	119,6	112,8	0,98	0,00	0,00	0,08	0,07	0,29	0,04	0,19	1,65
CW5	поверхня	24,59	127,9	90,42	75,15	0,90	0,32	0,00	0,07	0,03	0,02	0,01	0,01	0,25
CW6	поверхня	15,74	85,4	53,31	49,10	0,76	0,11	0,00	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,15
CW7	поверхня	48,62	268,3	181,1	111,1	2,07	20,78	0,00	0,06	0,00	0,01	0,00	0,00	0,09
TW5	поверхня	9,04	85,25	16,09	6,75	0,14	0,00	0,00	0,07	0,01	0,01	0,00	0,00	0,11
ShW_UA1	поверхня	11,29	82,04	27,60	24,88	0,24	0,44	0,00	0,07	0,01	0,01	0,00	0,00	0,15
TW5	дно	6,49	59,00	12,18	5,75	0,10	0,38	0,00	0,09	0,01	0,02	0,01	0,01	0,30
ShW_UA1	дно	12,47	119,1	18,27	11,29	0,21	0,00	0,00	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01	0,53

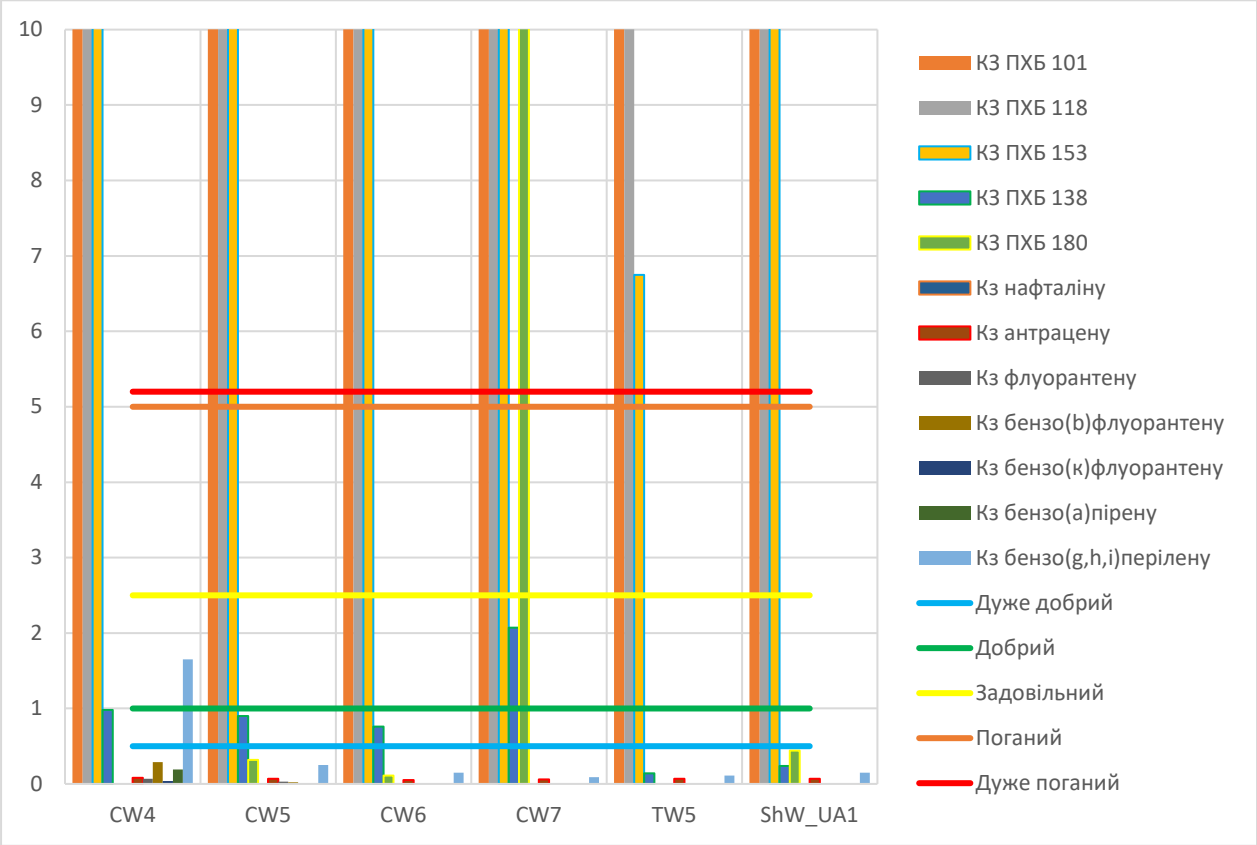
Як видно із таблиці 2.4 та рисунку 2.6 Кз ОЗПП у 2021 році по всім районам в придонному та поверхневому шарі води відповідають дуже поганому екологічному стану. По всім районам найбільше на екологічний стан вплинули концентрації індивідуальних ПХБ 101, 118, 153 а також в районі CW7 ПХБ 180, їх Кз відповідає дуже поганому екологічному стану.

Також зафіксовані високі концентрації (дивись таблицю 2.4 та рисунок 2.6 б, в):

- ПХБ 138, Кз ПХБ 138 в поверхневому шарі води в районі CW7 відповідає задовільному екологічному стану.
- Бензо(g,h,i)перілену, Кз бензо(g,h,i)перілену в поверхневому шарі води в районі CW4 відповідає задовільному екологічному стану.



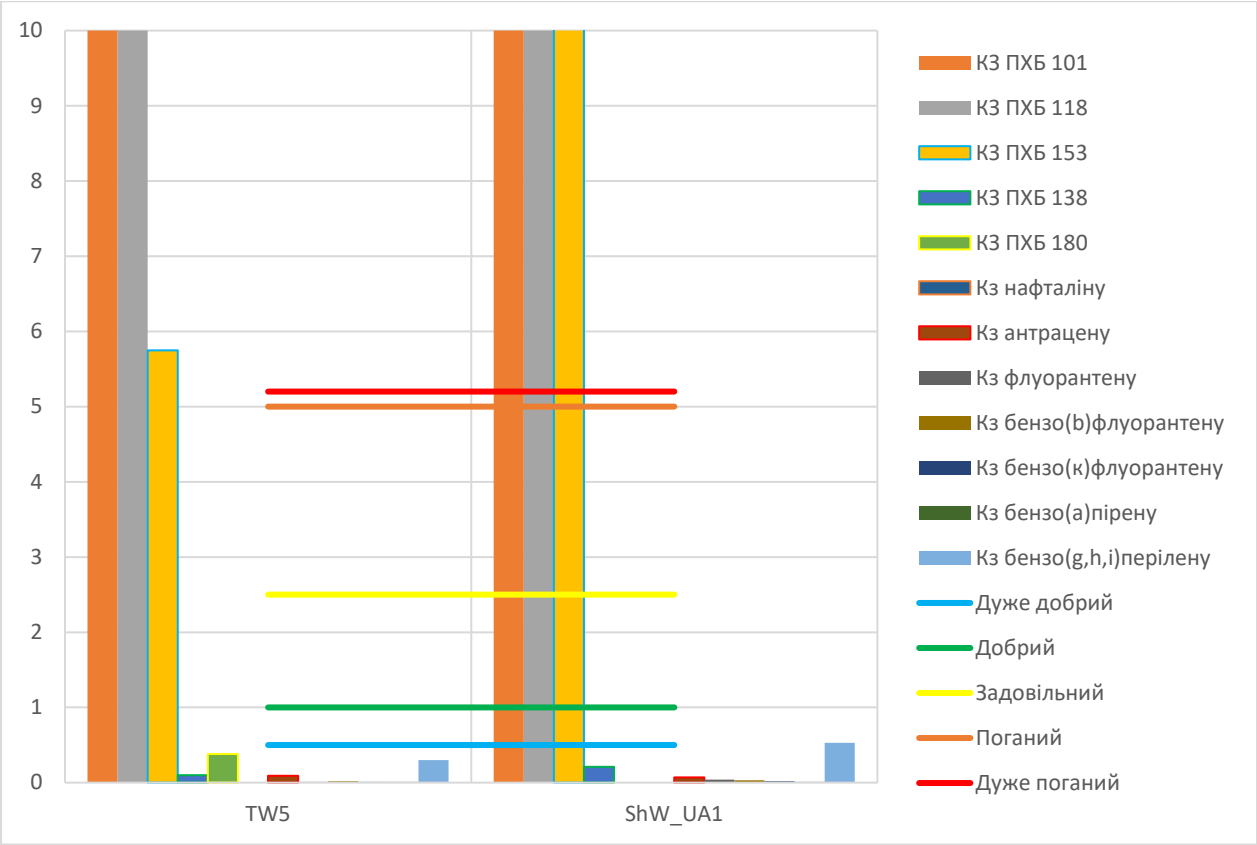
а)



б)

а – Кз ОЗПП поверхневий та придонний шар води
б – Кз ОЗПП поверхневий шар води
в – Кз ОЗПП придонний шар води

Рисунок 2.6 – Кз ОЗПП морської води по районам в 2021 році



а – Кз ОЗПП поверхневий та придонний шар води
б – Кз ПХБ поверхневий шар води
в – Кз ПХБ придонний шар води

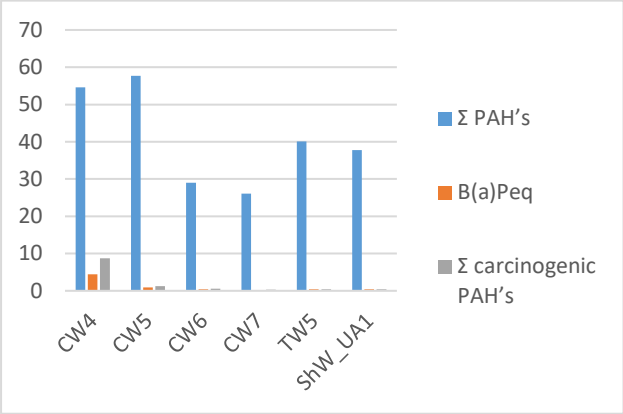
Рисунок 2.6 – Аркуш 2

В таблиці 2.5 та на рисунку 2.7 наведені середні значення суми ПАВ (∑ ПАВ), бензо(а)перенового еквіваленту (B(a)Peq) та суми канцерогенних ПАВ (∑ carc ПАВ) в поверхневому та придонному шарі морської води по районах у 2021 році. Показники ∑ ПАВ в районах CW4, CW,5, CW6, CW7 знаходяться на низькому рівні. B(a)Peq та сума канцерогенних ПАВ в районі CW4 значно перевищує показники по іншим районам як і при оцінюванні в 2020 році.

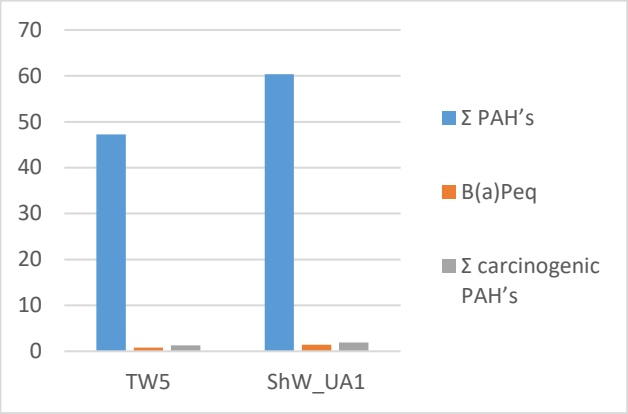
Забрудненість ПАВ морської води в цих районах порівняно з базовою оцінкою та оцінкою 2019 року більше, але порівняно з 2020 роком значно знизилась.

Таблиця 2.5 Сума ПАВ, бензо(а)переновий еквівалент та сума канцерогенних ПАВ поверхневого та придонного шару морської води у 2021 році.

Район	Σ ПАВ	B(a)Peq	Σ carc ПАВ	Σ ПАВ	B(a)Peq	Σ carc ПАВ
	поверхневій шар води			придонний шар води		
CW4	54,60	4,42	8,70			
CW5	57,68	0,87	1,26			
CW6	28,96	0,41	0,54			
CW7	26,06	0,26	0,34			
TW5	40,11	0,40	0,41	47,27	0,83	1,28
ShW_UA1	37,73	0,38	0,39	60,39	1,41	1,94



а)



б)

а – поверхневий шар води
б – придонний шар води

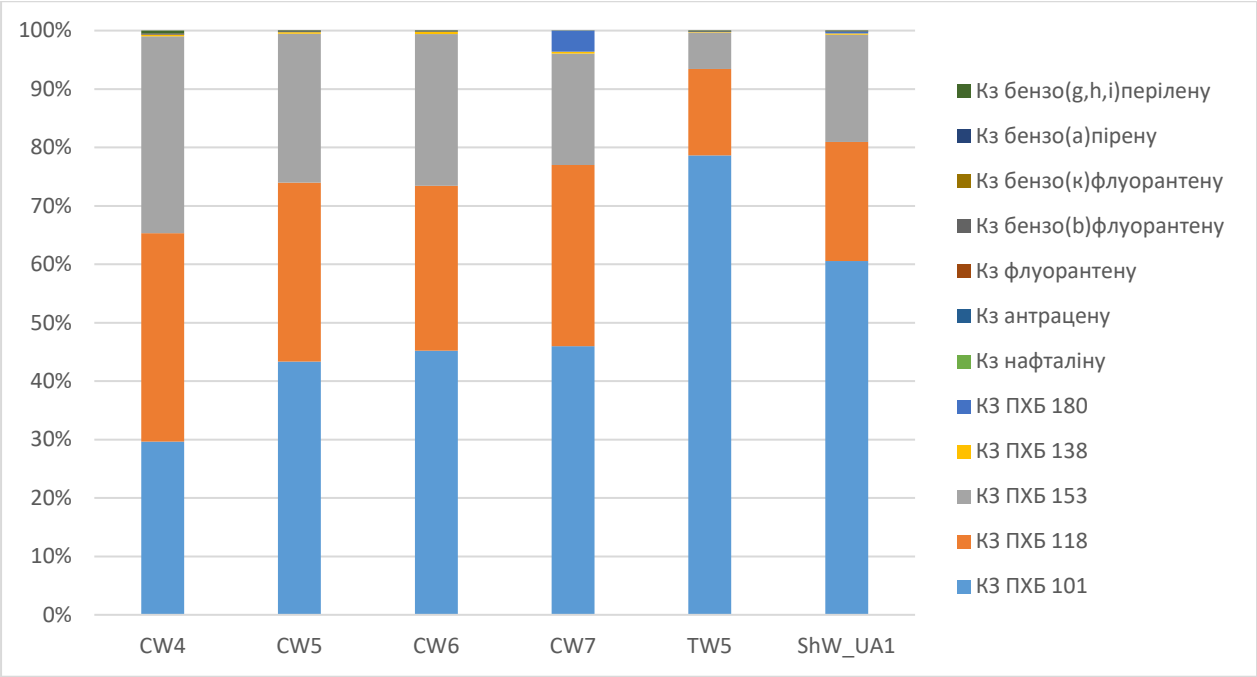
Рисунок 2.7 – Середні значення ∑ ПАВ, B(a)Peq та ∑ carc ПАВ в поверхневому та придонному шарі морської води по районах у 2021 році

На рисунку 2.8 наведені вклади окремих ОЗПП в забруднення групи ОЗПП.

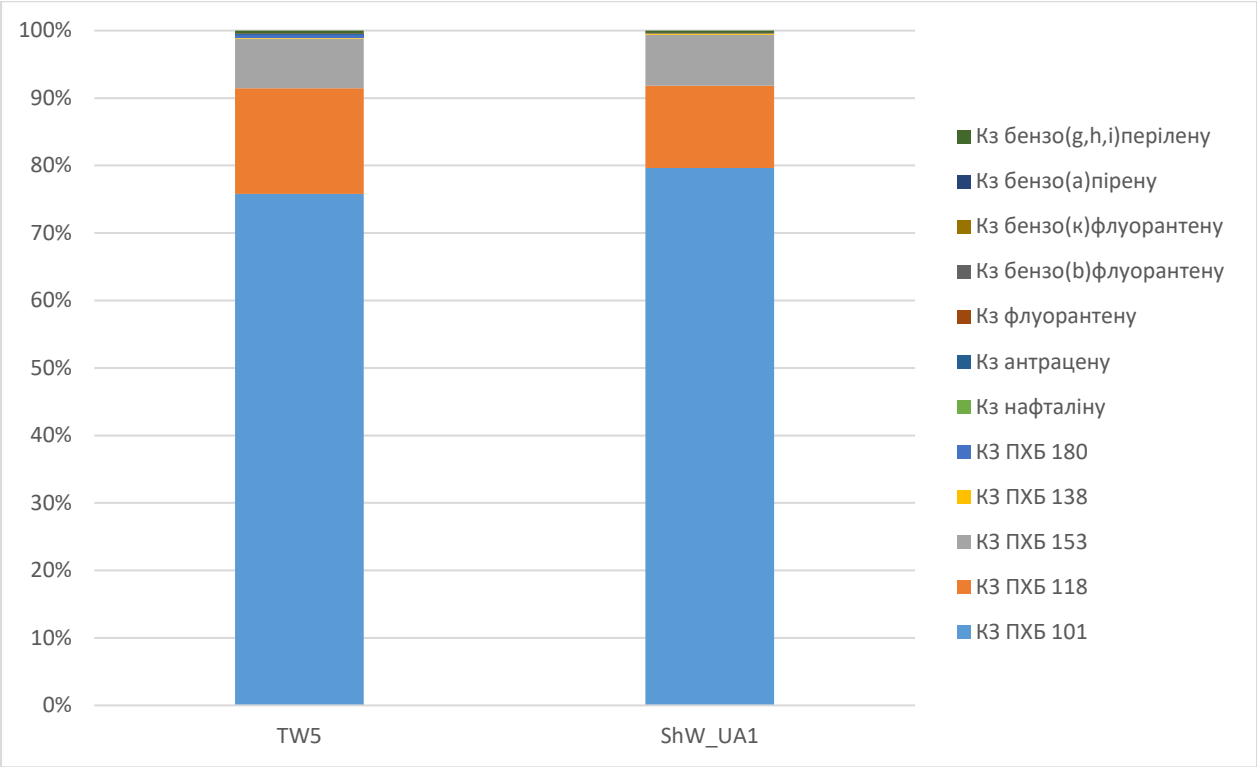
З рисунку 2.8 видно що в забруднення групою ОЗПП морської води в 2021 році найбільший вклад внесли:

- Район CW4, CW5, CW6, TW5, ShW_UA1 – ПХБ 101,118,153;

Район CW7 – ПХБ 101,118,153,180.



а)



б)

а – поверхневий шар води
б – придонний шар води

Рисунок 2.8 – Вклад Кз окремих ОЗПП в забруднення морської води по районах у 2020 році

3 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ ПО РАЙОНАМ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРЮДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

Стан донних відкладень оцінювався за такими забруднюючими речовинами як: токсичні метали (ТМ), хлорорганічні пестициди (ХОП) та поліароматичні вуглеводні (ПАВ). В процесі оцінки розглядався 2021 рік.

Шкала оцінки екологічного стану донних відкладень за допомогою Кз:

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. Токсичні метали в донних відкладеннях

В таблиці 3.1 та на рисунку 3.1 наведені Кз ТМ та Кз індивідуальних ТМ в донних відкладеннях по районах в 2021 році. Для токсичних металів Кз розраховувався в відношенні ЕН.

Таблиця 3.1 Кз ТМ в донних відкладеннях по районах в 2021 році.

Район	Кз ТМ	Кз Cd	Кз Cr	Кз Cu	Кз As	Кз Hg	Кз Pb	Кз Zn	Кз Ni	Кз Co
TW5	0,58	0,37	0,83	0,88	0,30	0,21	0,27	0,64	1,28	0,46
ShW_UA1	0,42	0,28	0,59	0,58	0,22	0,19	0,26	0,54	0,82	0,27

Як видно із таблиці 3.1 та на рисунку 3.1 Кз ТМ по всім районам відповідають доброму та дуже доброму екологічному стану. Але концентрації

нікелю в районі TW5були підвищені и відповідали поганому екологічному стану.

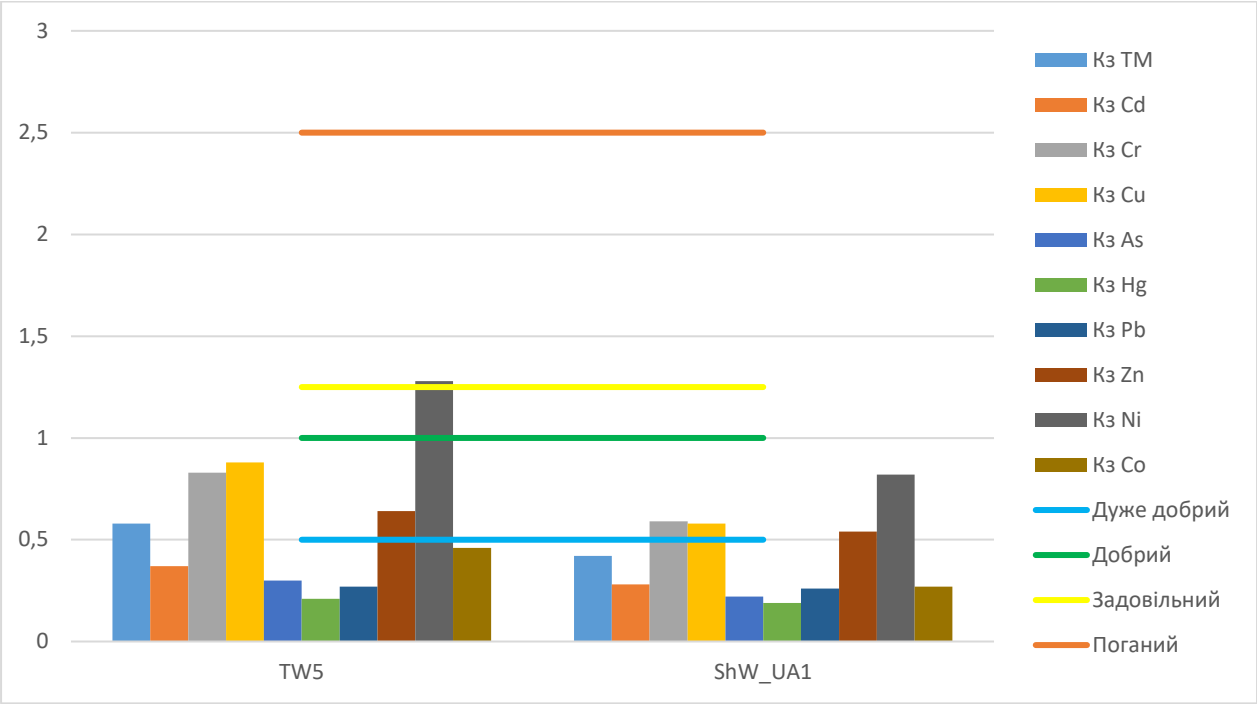


Рисунок 3.1 – Кз ТМ донних відкладень по районах в 2021 році

На рисунку 3.2 наведені вклади окремих ТМ в забруднення донних відкладень групою ТМ.

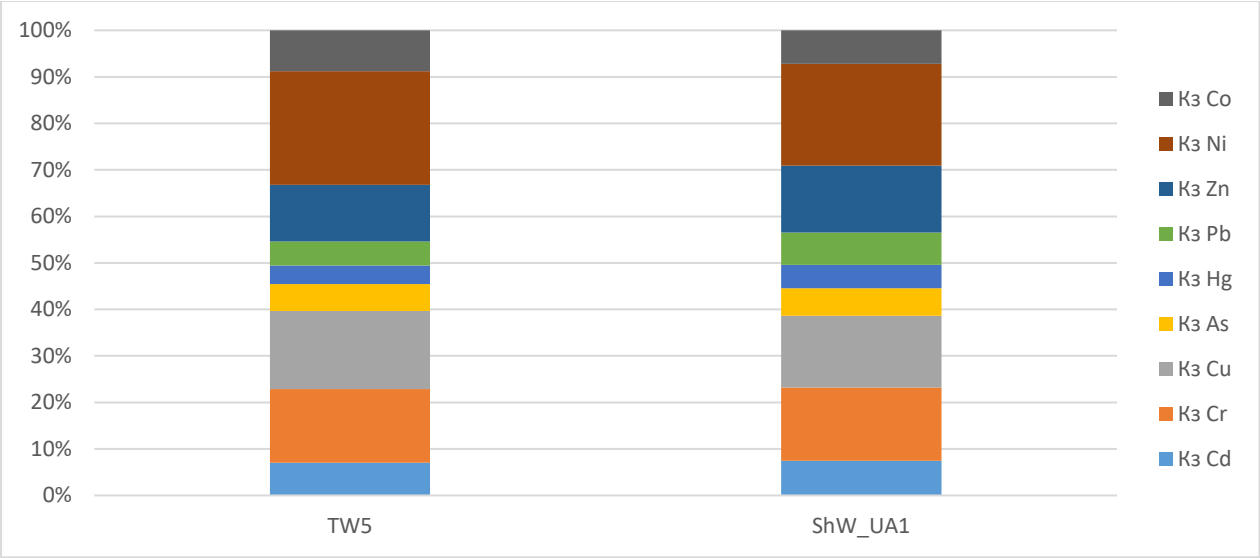


Рисунок 3.2 – Вклад Кз окремих ТМ в забруднення донних відкладень по районах у 2021 році.

З рисунка 3.2 видно що по дослідженим районам метали розподіляються практично однаково, більш присутні Ni, Zn, Cu, Cr та Cd.

3.2. Екологічна оцінка стану донних відкладень по районах за вмістом органічних забруднюючих речовин сільськогосподарського походження.

В таблиці 3.2 наведені Кз ОЗСП в донних відкладеннях по районах в 2021 році. Для ОЗСП Кз розраховувався по відношенню до граничних концентрацій з ЕН.

Таблиця 3.2 Кз ОЗСП в донних відкладеннях по районах в 2021 році.

Район	Кз ОЗСП	Кз ∑ДДТ	Кз α-НСН	Кз β-НСН	Кз ліндан	Кз ∑НСН	Кз гексахлорбензолу	Кз гептахлору	Кз алдріну	Кз дільдріну
TW5	22,91	21,56	1,07	105,9	47,95	22,2	1,11	1,64	1,57	3,20
ShW_UA1	28,91	37,13	1,79	22,9	177,4	7,25	3,01	3,36	2,95	4,47

Як видно із таблиці 3.2 та рисунку 3.3:

- в водному тілі TW5 Кз ОЗСП відповідає поганому екологічному стану, Кз ∑ДДТ та ∑НСН відповідає поганому екологічному стану та Кз β-НСН та ліндану відповідає дуже поганому екологічному стану, Кз α-НСН, гексахлорбензолу, гептахлору, алдріну та дільдрину відповідає задовільному екологічному стану.

- в районі ShW_UA1 Кз ОЗСП відповідає дуже поганому екологічному стану, зафіксовано високий рівень забруднення Кз ∑ДДТ та Кз ліндану відповідає дуже поганому екологічному стану, Кз β-НСН та ∑НСН відповідає поганому екологічному стану, Кз α-НСН, гексахлорбензолу, гептахлору, алдріну та дільдрину відповідає задовільному екологічному стану.

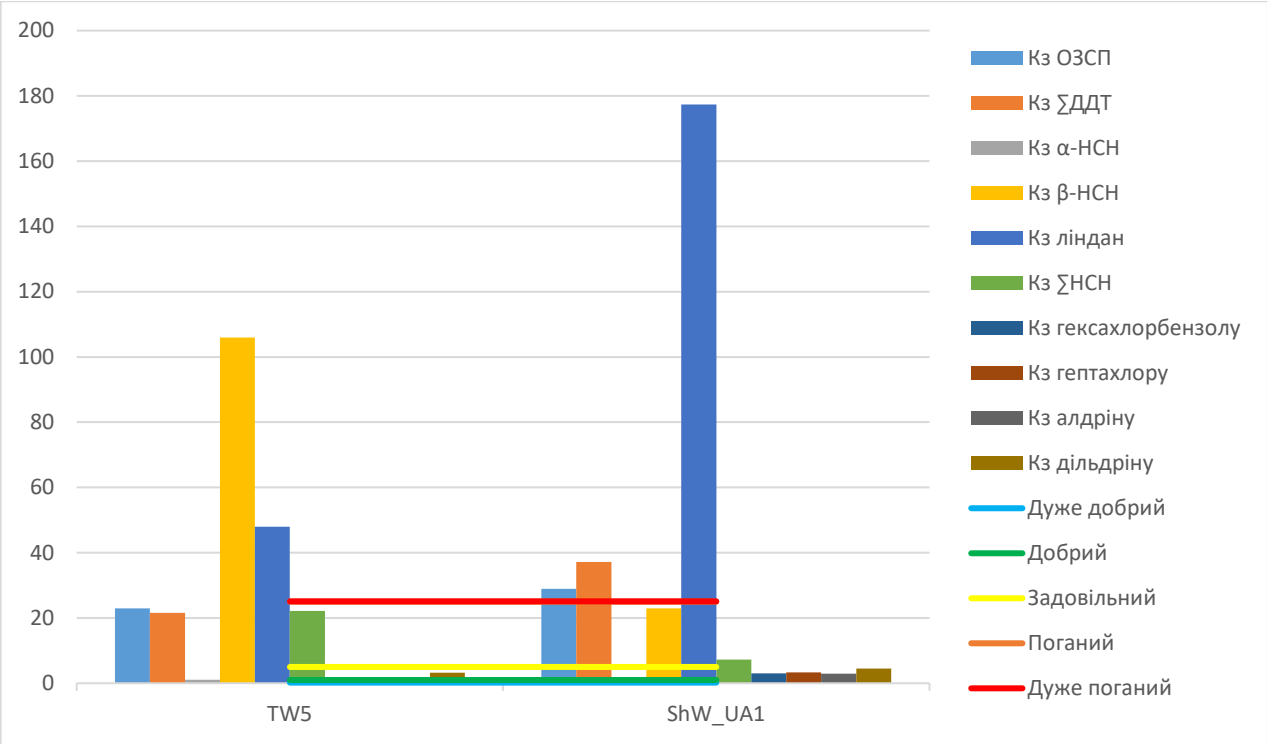


Рисунок 3.3 – Кз ОЗСП донних відкладень по районах в 2021 році

На рисунку 3.4 наведені вклади окремих ОЗСП в забруднення донних відкладень групою ОЗСП.

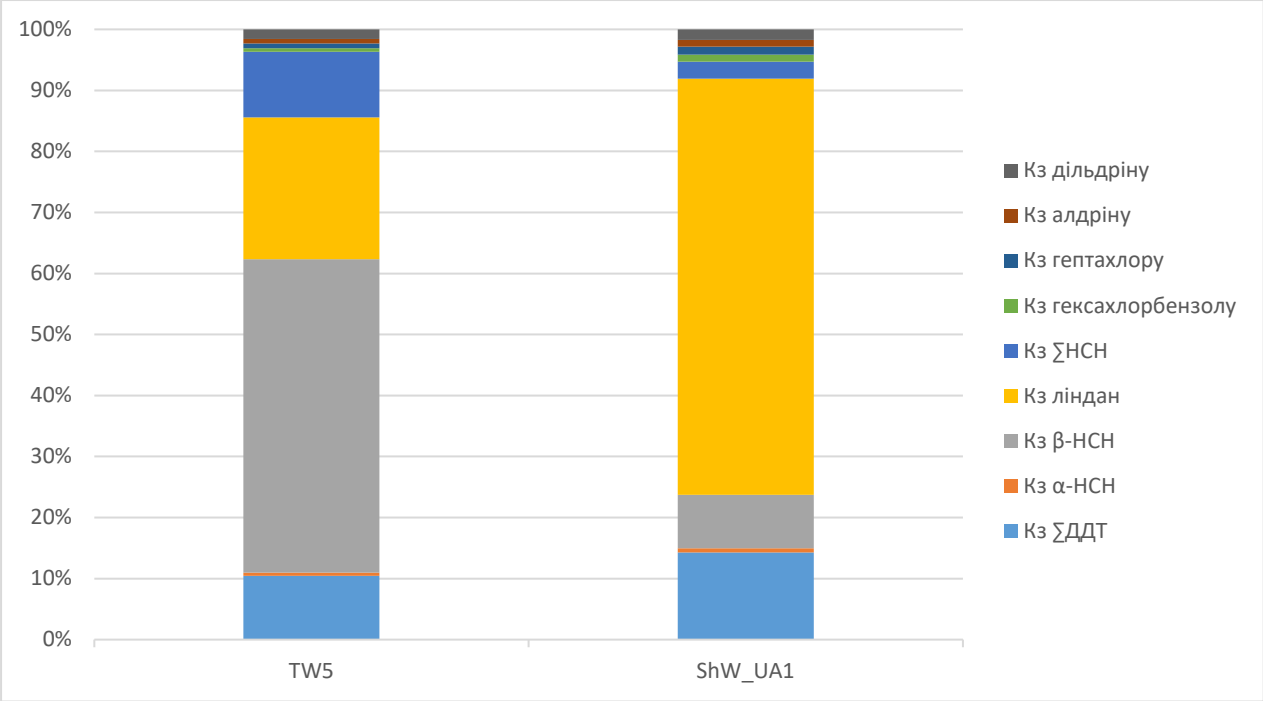


Рисунок 3.4 – Вклад Кз окремих ОЗСП в забруднення донних відкладень по районах у 2021 році.

З рисунка 3.4 видно що в районі TW5 основними забруднюючими сполуками є ізомери гексахлоргексану з перевагою β-HCH, в районі ShW_UA1 основний вклад в забруднення вносять ізомери гексахлоргексану з перевагою ліндану.

3.3 Екологічна оцінка стану донних відкладень по районах за вмістом органічних забруднюючих речовин промислового походження.

В таблиці 3.3 та на рисунку 3.5 наведені Кз ОЗПП в донних відкладеннях по районах в 2021 році. Кз окремих ОЗПП розраховувався в відношенні до граничних концентрацій за ЕН.

Таблиця 3.3 Кз групи ОЗПП та окремих ОЗПП в донних відкладеннях по районам в 2021 році.

Район	Кз ОЗПП	Кз Ar-1254	Кз Ar-1260	Кз нафталіну	Кз фенантрену	Кз антрацену	Кз флуорантену	Кз бензо(а)антрацену	Кз Хрізену	Кз бензо(к)флуорантену	Кз бензо(а)пірену	Кз індено(1,2,3cd)пірену	Кз бензо(g,h,i)перілену
TW5	1,66	0,52	0,03	0,25	3,48	0,37	11,9	0,00	0,15	0,70	0,77	0,58	1,14
ShW_UA1	0,88	0,62	0,15	0,28	1,98	0,33	4,44	0,19	0,22	0,23	0,68	0,55	0,85

Як видно із таблиці 3.3 та рисунку 3.5:

- в районі TW5 Кз ОЗПП відповідає задовільному екологічному стану на це вплинули концентрації фенантрену (Кз - задовільно), флуорантену (Кз - погано), бензо(g,h,i)перілену (Кз – задовільно)

- в районі ShW_UA1 Кз ОЗПП відповідає доброму екологічному стану, але зафіксовані підвищені концентрації фенантрену (Кз - задовільно), флуорантену (Кз – задовільно).

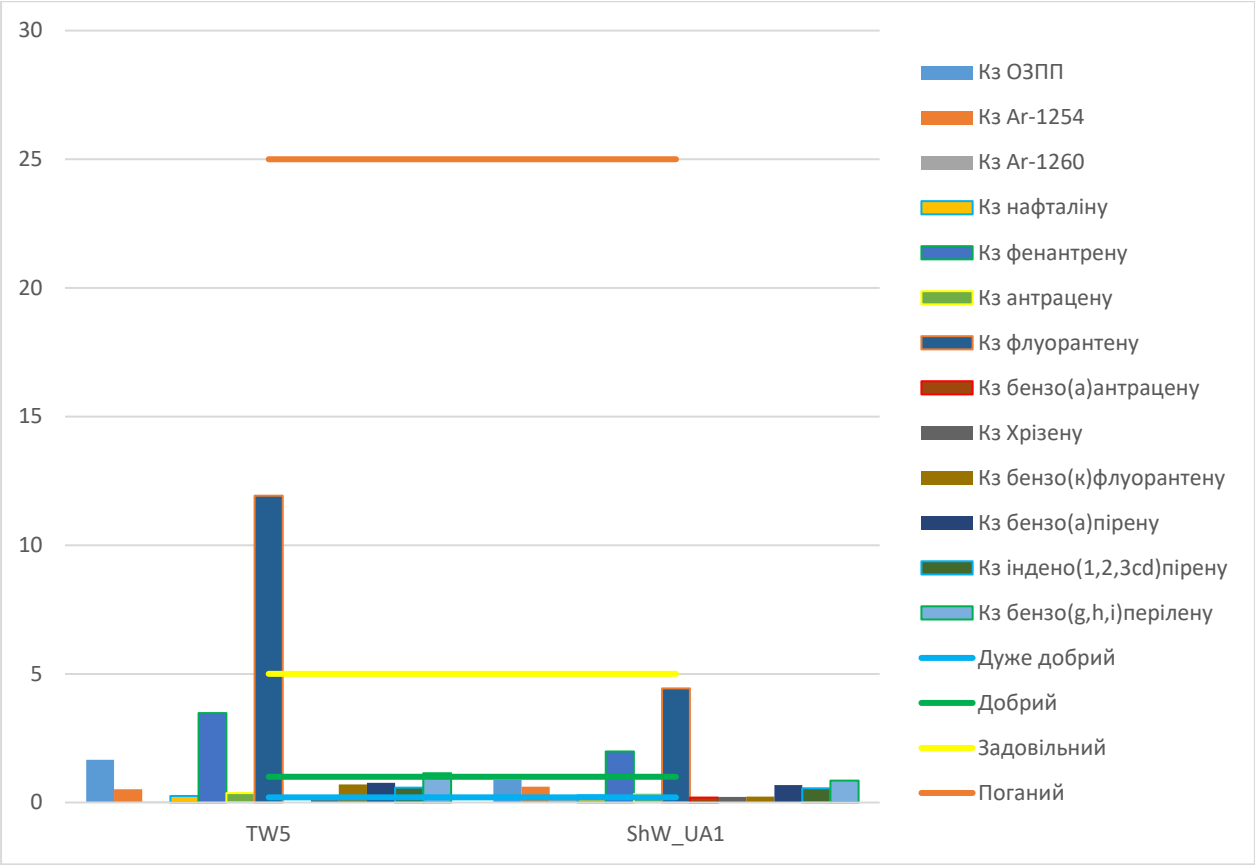


Рисунок 3.5 – Кз ОЗПП донних відкладень по районах в 2021 році

На рисунку 3.6 наведені вклади окремих ОЗПП в забруднення донних відкладень групою ОЗПП.

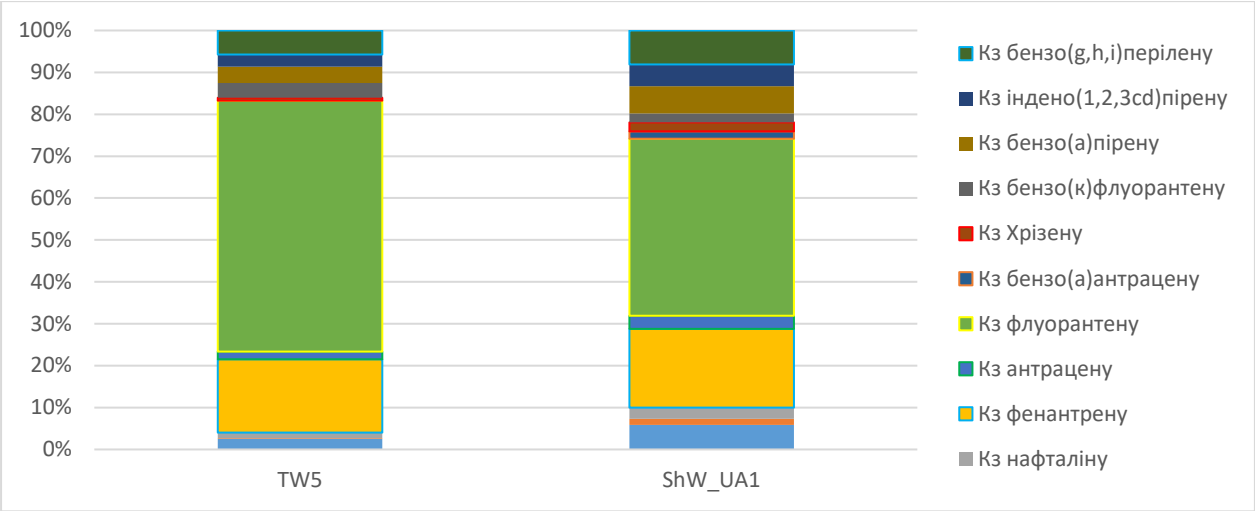


Рисунок 3.6 – Вклад Кз окремих ОЗПП в забруднення донних відкладень по районах у 2021 році.

З рисунка 3.6 видно що в районі TW5 та ShW_UA1 в 2021 році основними забруднюючими сполуками є флуорантен.

В таблиці 3.4 наведені середні значення ∑ ПАВ, B(a)Peq, Суми канцерогенних ПАВ [13] та геохімічні маркери розраховані по середнім значенням концентрацій ПАВ для донних відкладень по районах в 2021.

За допомогою геохімічних маркерів, таки як відношення фенантрену до антрацену (Ph/An), відношення суми пірену та флуорантену до суми хризену та фенантрену ((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) можливо оцінити характер забруднень та джерел надходження цих забруднень [14].

В таблиці 3.5 наведена оцінка характеру забруднень ПАВ та ймовірних джерел надходження забруднень за геохімічними маркерами по районах в 2021, розрахунки проводились за середніми концентраціями ПАВ.

Із таблиці 3.4 видно що сума канцерогенних ПАВ перевищує B(a)Peq в досліджених районах, це характеризує присутність сполук що не надають високий токсичний вплив на біологічні об`єкти але можуть накопичуватись в них та викликати не зворотні зміни в генетичному апараті.

Як видно із таблиці 3.5 в донних відкладеннях досліджених районів переважають забруднення які надходять від процесів горіння сировини та палива.

Донні відкладення можна класифікувати на 3 категорії залежно від загального вмісту ПАУ, рекомендації [15]:

• <250 мкг/кг – незначно забруднені.

• 250 - 500 мкг/кг - забруднені.

• >500 мкг/кг – сильно забруднені

Відповідно до вказаної класифікації донні відкладеня водного тіла TW5 характеризуються як дуже забруднені, донні відкладення в районі ShW_UA1 характеризуються як забруднені дивись таблицю 3.5.

Таблиця 3.4 Середні концентрації ПАВ та геохімічні маркери донних відкладень в 2021 році.

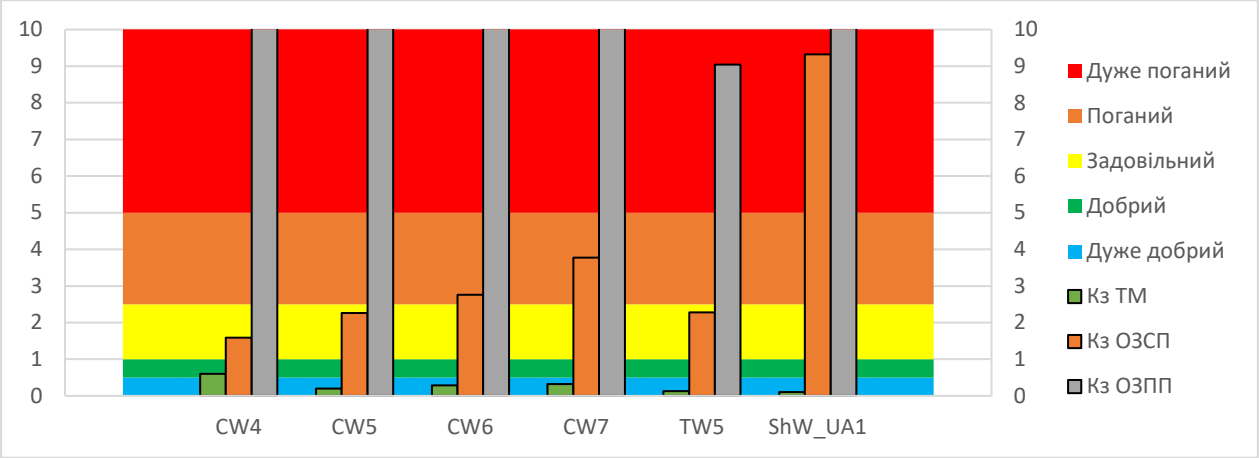
Район	∑ ПАВ	B(a)Peq	Сума канцерогенних ПАВ	Ph/An	(Py+Flu)/ (Chr+Ph)	An/178	Flu/Py	Flu/Flu+Py	BaA/228
TW5	572,57	63,71	221,07	8,43	1,41	0,11	3,89	0,80	0
ShW_UA1	412,75	55,24	134,77	5,36	1,87	0,16	0,62	0,38	0,46

Таблиця 3.5 Оцінка характеру забруднень ПАВ та ймовірних джерел надходження забруднень в 2021 році.

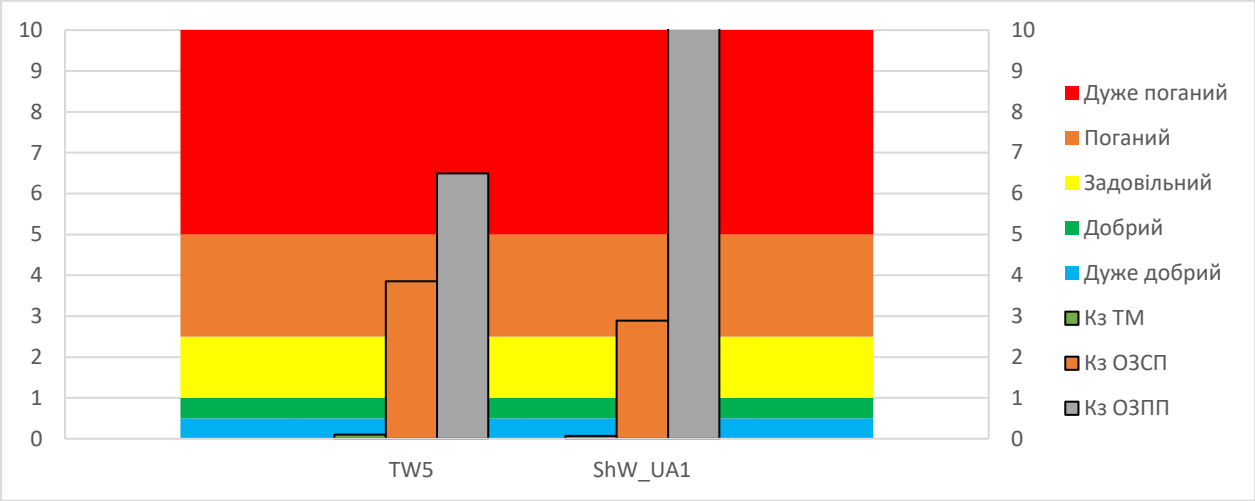
Район	Оцінка Ph/An (вірогідність 66,7%)	Оцінка (Py+Flu)/ (Chr+Ph) (вірогідність 70,8%)	Оцінка An/178 (вірогідність 50%)	Оцінка Flu/Py (вірогідність 50%)	Оцінка Flu/Flu+Py (вірогідність 79,2%)	Оцінка BaA/228 (вірогідність 66,7%)	Класифікація проб за забрудненістю
TW5	пірогенні ПАВ	пірогенні ПАВ	ПАВ з дизельного масла, сланцевого масла, вугілля та деякі зразки сирої нафти	петрогенні ПАВ	пірогенні ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	петрогенні ПАВ	дуже забруднені
ShW_UA1	пірогенні ПАВ	пірогенні ПАВ	ПАВ з дизельного масла, сланцевого масла, вугілля та деякі зразки сирої нафти	пірогенні ПАВ спалювання деревини	петрогенні ПАВ (більшість НП та продуктів їх горіння)	пірогенні ПАВ	забруднені

ВИВОДИ (ПОРІВНЯННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖУВАНИХ РАЙОНІВ ПЗЧМ В 2021 РОЦІ З БАЗОВОЮ ОЦІНКОЮ ТА ОЦІНКОЮ В 2019 ТА 2020 РОКАХ)

На рисунку 5.1 показані рівні забрудненості води групами забруднюючих речовин по районах.



а)

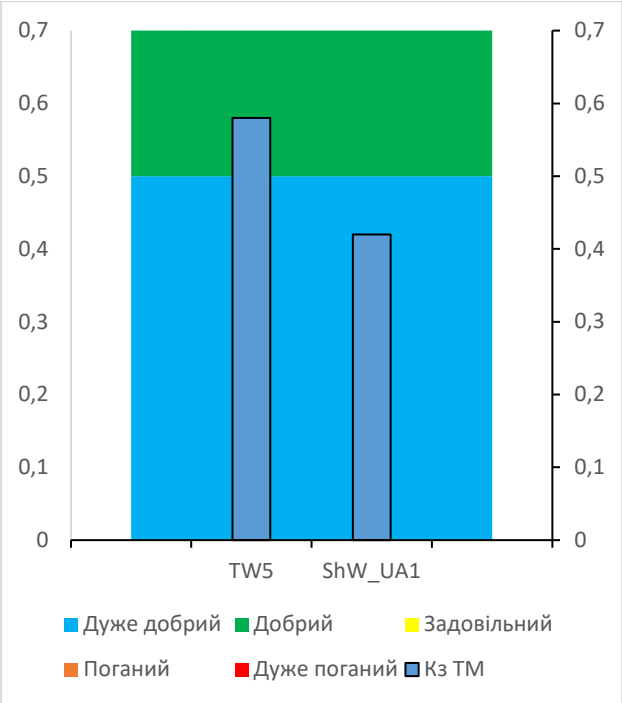


б)

а – Кз ОЗПП поверхневий шар води
б – Кз ОЗПП придонний шар води

Рисунок 5.1 – Кз ТМ, ОЗСП та ОЗПП води по районах ПЗЧМ

На рисунку 5.2 показані рівні забрудненості донних відкладень групами забруднюючих речовин по районах.



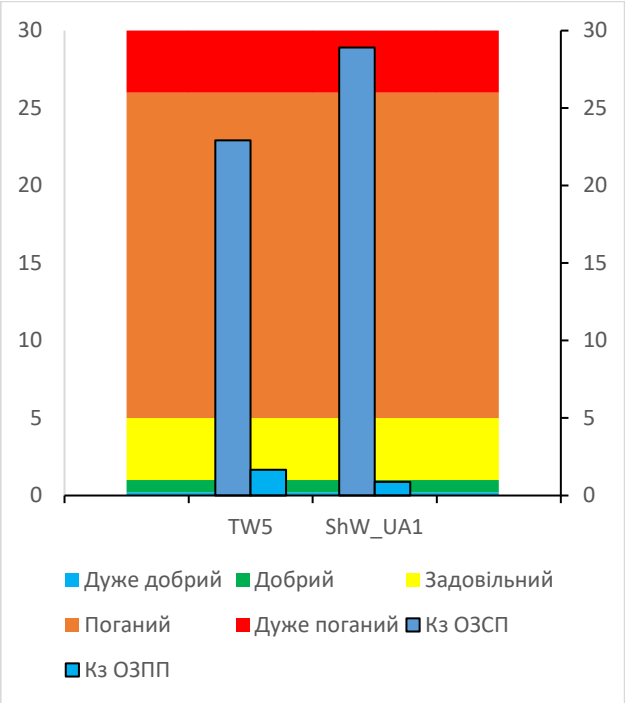


Рисунок 5.2 – Кз ТМ, ОЗСП та ОЗПП донних відкладень по районах ПЗЧМ

Як видно з рисунка 5.1 та 5.2:

- Водне тіло TW5 загальна оцінка в 2021 році – дуже погано.
- Водне тіло ShW_UA1 загальна оцінка в 2021 році – дуже погано.
- Водне тіло CW4 загальна оцінка в 2020 році – дуже погано.
- Водне тіло CW5 загальна оцінка в 2020 році – дуже погано.
- Водне тіло CW6 загальна оцінка в 2020 році – дуже погано.
- Водне тіло CW7 загальна оцінка в 2020 році – дуже погано.

Для отримання більш розгорнутої та точної оцінки за допомогою Кз потрібно збільшити кількість моніторингових досліджень в проміжок часу який оцінюється та збільшити кількість станцій відбору проб в кожному водному тілі.

В таблиці 5.1 показана екологічна оцінка районів ПЗЧМ по роках.

Таблиця 5.1 – екологічна оцінка районів ПЗЧМ по роках.

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
CW1 (о. Зміїний)								
Загальна оцінка	поганий		дуже поганий		дуже поганий		-	
поверхневий шар води	задовільний	гептахлор, Ar-1260	дуже добрий	бензо(g,h,i) перілен	дуже поганий	ДДТ, ∑ДДТ, гептахлор, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ138	-	-
придонний шар води	поганий		дуже поганий	ДДТ, гептахлор, бензо(g,h,i) перілен	-	-	-	-
донні відкладення	задовільний	∑ДДТ, β-НСН, ліндан, Ar-1254, флуорантен	поганий	∑ДДТ, β-НСН, ліндан, ∑ НСН, Ar-1254, фенантрен, флуорантен	дуже добрий	ХОП, ПХБ та ПАУ не досліджувались	-	-

Продовження таблиці 5.1

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
TW5 (дельта ріки Дунай)								
Загальна оцінка	задовільний		дуже поганий		дуже поганий		дуже поганий	
поверхневий шар води	добрий	гептахлор	дуже поганий	гептпхлор, бензо(g,h,i) перілен	дуже поганий	ртуть, ДДТ, гептахлор, ∑ ціклодієнових, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ138	дуже поганий	гептахлор, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ153
придонний шар води	дуже добрий		дуже поганий	ртуть, гептпхлор, бензо(g,h,i) перілен	дуже поганий	ртуть, гептахлор, ∑ ціклодієнових, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ138	дуже поганий	гептахлор, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ153
донні відкладення	задовільний	∑ДДТ, ліндан	задовільний	цинк, нікель, ∑ДДТ, ліндан, Ar-1254	задовільний	∑ДДТ, дільдрін, Ar-1254	поганий	нікель, ∑ДДТ, α-НСН, β-НСН, ліндан, ∑НСН, гексахлорбензол, гептахлор, алдрін, дільдрін, фенантрен, флуорантен, бензо(g,h,i) перілен

Продовження таблиці 5.1

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
ShW_UA1 (Дунайський)								
Загальна оцінка	задовільний		дуже поганий		дуже поганий		дуже поганий	
поверхневий шар води	задовільний	гептахлор	дуже поганий	гептахлор	дуже поганий	ртуть, ДДТ, ∑ДДТ, ∑НСН, гептахлор, ∑ ціклодієнових, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ153, ПХБ138, ПХБ180	дуже поганий	гептахлор, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ153
придонний шар води	задовільний		дуже поганий	гептахлор	дуже поганий	ртуть, ДДТ, ∑ДДТ, ∑НСН, гептахлор, ∑ ціклодієнових, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ153, ПХБ138	дуже поганий	гептахлор, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ153
донні відкладення	добрий	∑ДДТ, ліндан, флуорантен	задовільний	Нікель, ∑ДДТ, ліндан, Ar-1254	поганий	∑ДДТ, ліндан, дільдрін, Ar-1254	дуже поганий	∑ДДТ, α-НСН, β-НСН, ліндан, ∑НСН, гексахлорбензол, гептахлор, алдрін, дільдрін, фенантрен, флуорантен

Продовження таблиці 5.1

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
CW2 (Тузловські лимани)								
Загальна оцінка	дуже поганий		задовільний		-		-	
поверхневий шар води	дуже поганий	ртуть, ДДТ, Ar-1254, гептахлором	задовільний	ДДТ, бензо(g,h,i) перілен, бензо(b) флуорантен	-	-	-	-
придонний шар води	дуже поганий		дуже добрий		-	-	-	-
донні відкладення	задовільний	∑ДДТ, β-HCH, ліндан, Ar-1254, Ar-1260	дуже добрий	фенантрен, флуорантен	-	-	-	-
CW3 (Будатський лиман)								
Загальна оцінка	поганий		дуже поганий		-		-	
поверхневий шар води	поганий	гептахлор	дуже добрий	бензо(g,h,i) перілен	-	-	-	-
придонний шар води	поганий		дуже поганий	ДДТ, ∑ДДТ, гептахлор, бензо(g,h,i) перілен	-	-	-	-
донні відкладення	добрий	ХОП та ПХБ не досліджувались	дуже добрий		-	-	-	-

Продовження таблиці 5.1

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
CW4 (Дністровська затока)								
Загальна оцінка	дуже поганий		задовільний		дуже поганий		дуже поганий	
поверхневий шар води	дуже поганий	гептахлор, Ar-1254, ДДТ, ∑ДДТ	добрий	ДДТ, ∑ДДТ, бензо(g,h,i) перілен	дуже поганий	гептахлор, ∑ ціклодієнових, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ138, антрацен	дуже поганий	кадмій, гептахлор, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ153, бензо(g,h,i) перілен
придонний шар води	дуже поганий	-	добрий	бензо(g,h,i) перілен	-	-	-	-
донні відкладення	задовільний	∑ДДТ, ліндан, гексахлорбензол, Ar-1254, Ar-1260	задовільний	∑ДДТ, ліндан, дільдрін, Ar-1254	-	-	-	-
CW5 (від Дністровської до Одеської затоки)								
Загальна оцінка	задовільний		дуже поганий		дуже поганий		дуже поганий	
поверхневий шар води	задовільний	гептахлор	дуже добрий	бензо(g,h,i) перілен	дуже поганий	ДДТ, гептахлор, ∑ ціклодієнових, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ138	дуже поганий	гептахлор, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ153
придонний шар води	добрий		дуже поганий	ртуть, гептахлор	-	-	-	-
донні відкладення	задовільний	∑ДДТ, Ar-1254	добрий		-	-	-	-

Продовження таблиці 5.1

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
Дністровський								
Загальна оцінка	поганий		-		-		-	
поверхневий шар води	поганий	гептахлор	-	-	-	-	-	-
придонний шар води	добрий		-	-	-	-	-	-
донні відкладення	добрий	∑ДДТ, β-HCH, ліндан, флуорантен, індено(1,2,3cd) пірен	-	-	-	-	-	-
CW6 (Одеська затока)								
Загальна оцінка	дуже поганий		дуже добрий		дуже поганий		дуже поганий	
поверхневий шар води	поганий	гептахлор, кадмій	дуже добрий	ртуть, бензо(g,h,i) перілен	дуже поганий	гептахлор, ∑ ціклодієнових, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ138, антрацен	дуже поганий	гептахлор, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ153
придонний шар води	дуже поганий		-	-	-	-	-	-
донні відкладення	задовільний	∑ДДТ, ліндан, Ar-1254, Ar-1260, фенантрен, флуорантен	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці 5.1

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
CW7 (від Одеської затоки до тендровської затоки)								
Загальна оцінка	поганий		задовільний		дуже поганий		дуже поганий	
поверхневий шар води	задовільний	гептахлор	дуже добрий	бензо(g,h,i) перілен	дуже поганий	гептахлор, ПХБ118, ПХБ138	дуже поганий	гептахлор, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ153, ПХБ138, ПХБ180
придонний шар води			дуже добрий	бензо(g,h,i) перілен	-	-	-	-
донні відкладення	поганий	∑ДДТ, ліндан, гексахлорбензол, Ar-1254, мідь, Ar-1260	задовільний	∑ДДТ, ліндан, Ar-1254, нафталін	-	-	-	-

Продовження таблиці 5.1

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
CW8								
Загальна оцінка	-		задовільний		-		-	
поверхневий шар води	-	-	задовільний	ДДТ, бензо(g,h,i) перілен	-	-	-	-
придонний шар води	-	-	задовільний	кадмій, ДДТ, ∑ДДТ	-	-	-	-
донні відкладення	-	-	задовільний	∑ДДТ, β-HCH, гексахлорбензол, нафталін, фенантрен, флуорантен, бензо (а) антрацен, хрізен, індено (1,2,3cd) пірен, бензо (g,h,i) перілен	-	-	-	-
CW9 (Кімбурська коса)								
Загальна оцінка	поганий		дуже добрий		-		-	
поверхневий шар води	задовільний	гептахлор	дуже добрий	бензо(g,h,i) перілен	-	-	-	-
придонний шар води	поганий		дуже добрий	бензо(g,h,i) перілен	-	-	-	-
донні відкладення	поганий	∑ДДТ, Ar-1260, ліндан	дуже добрий		-	-	-	-

Продовження таблиці 5.1

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
Дніпро –Бугський								
Загальна оцінка	дуже поганий		поганий		-		-	
поверхневий шар води	дуже поганий	гептахлор	поганий	ДДТ, ∑ДДТ, бензо(к) флуорантен, бензо(g,h,i) перілен, бензо(b) флуорантен	-	-	-	-
придонний шар води	дуже добрий		поганий	бензо(к) флуорантен, бензо(g,h,i) перілен, бензо(b) флуорантен	-	-	-	-
донні відкладення	добрий	нікель, ∑ДДТ, ліндан	задовільний	Нікель, ∑ДДТ, β-НСН, гексахлорбензол, Ar-1254, фенантрен, флуорантен, бензо (а) антрацен, хрізен, індено (1,2,3cd) пірен	-	-	-	-

Продовження таблиці 5.1

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
Зона змішування								
Загальна оцінка	дуже поганий		поганий		-		-	
поверхневий шар води	поганий	гептахлор	задовільний	ДДТ, бензо(g,h,i) перілен, бензо(b) флуорантен	-	-	-	-
придонний шар води	дуже поганий		поганий	ДДТ, бензо(к) флуорантен, бензо(g,h,i) перілен, бензо(b) флуорантен	-	-	-	-
донні відкладення	задовільний	∑ДДТ, гексахлорбензол, ліндан	задовільний	нікель, ∑ДДТ, β-НСН, ліндан, нафталін, фенантрен, флуорантен, бензо (а) антрацен, хрізен, бензо (к) флуорантен, бензо (а) пірен, індено (1,2,3cd) пірен, бензо (g,h,i) перілен	-	-	-	-

Продовження таблиці 5.1

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
Центральний район								
Загальна оцінка	дуже поганий		-		-		-	
поверхневий шар води	дуже поганий	гептахлор	-	-	-	-	-	-
придонний шар води	дуже добрий		-	-	-	-	-	-
донні відкладення	задовільний	∑ДДТ, β-НСН, ліндан, нафталін, флуорантен	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці 5.1

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
Східна глибоководна частина								
Загальна оцінка	-		дуже поганий		-		-	
поверхневий шар води	-	-	дуже поганий	бензо(к) флуорантен, бензо(а)пірен, бензо(g,h,i) перілен, бензо(b) флуорантен	-	-	-	-
придонний шар води	-	-	-	-	-	-	-	-
донні відкладення	-	-	задовільний	кобальт, мідь, кадмій, нікель, ртуть, ∑ДДТ, β-НСН, ліндан, гептахлор, Ar-1254, нафталін, фенантрен, флуорантен, індено (1,2,3cd) пірен	-	-	-	-

Продовження таблиці 5.1

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
Західна глибоководна частина								
Загальна оцінка	поганий		поганий		-		-	
поверхневий шар води	поганий	ДДТ, ∑ДДТ, ∑НСН, ∑циклодієнових, Ar-1254	поганий	ДДТ, ∑ДДТ, бензо(к) флуорантен, бензо(а) пірен, бензо(g,h,i) перілен, бензо(b) флуорантен	-	-	-	-
придонний шар води	-	-	задовільний	бензо(g,h,i) перілен	-	-	-	-
донні відкладення	-	-	задовільний	мідь, кадмій, нікель, ∑ДДТ, β-НСН, ліндан, ∑НСН, гексахлорбензол, гептахлор	-	-	-	-

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. РД 52.10.243-92. Руководство по химическому анализу морских вод. Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 1993. 263 с.
2. МВВ № 13/09-09 Морські води. Методика виконання вимірювань масової концентрації кадмію, кобальту, нікелю, меді, миш'яку, свинцю та цинку методом атомно-абсорбційної полум'яної та неполум'яної спектрофотометрії. Одеса: УкрНЦЕМ, 2009. 15 с.
3. МВВ № 12/09-09 Морські води. Методика виконання вимірювань масової концентрації залізу, марганцю та хрому методом неполум'яної атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Одеса: УкрНЦЕМ, 2009. 15 с.
4. МВВ № 11/09-09 Морські води. Методика виконання вимірювань масової концентрації ртуті методом неполум'яної атомно-абсорбційної спектрофотометрії (методом хлорного пару). Одеса: УкрНЦЕМ, 2009. 14 с.
5. МВВ № 18/09-09 Донні відкладення. Методика виконання вимірювань масової частки алюмінію, кадмію, кобальту, марганцю, меді, миш'яку, нікелю, свинцю, хрому, заліза та цинку методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Одеса: УкрНЦЕМ, 2009. 14 с.
6. ММВ № 10/09-09 Морські води. Методика виконання вимірювань масової концентрації хлорорганічних пестицидів (ХОП) і поліхлорованих біфенілів (ПХБ) методом капілярної газорідинної хроматографії. Одеса: УкрНЦЕМ, 2009. 15 с.
7. EPA METHOD 8270C SEMIVOLATILE ORGANIC COMPOUNDS BY GAS CHROMATOGRAPHY/MASS SPECTROMETRY (GC/MS). USA, 1986
8. ММВ № 19/09-09 Донні відкладення. Методика виконання вимірювань масової концентрації хлорорганічних пестицидів (ХОП) і поліхлорованих біфенілів (ПХБ) методом газорідинної хроматографії. Одеса: УкрНЦЕМ, 2009. 15 с.
9. EPA METHOD 8275A SEMIVOLATILE ORGANIC COMPOUNDS

(PAHs AND PCBs) IN SOILS/SLUDGES AND SOLID WASTES USING THERMAL EXTRACTION/GAS CHROMATOGRAPHY/MASS SPECTROMETRY (TE/GC/MS). USA, 1996

10. Екологічні нормативи якості морського середовища. Одеса: УкрНЦЕМ, 2008. 15 с.

11. 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. Лоєва. – К.: КНТ, 2008. – 616 С.

12. Iarochevitch 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 Iarochevitch/ This report has been produced with the assistance of the European Union. May 2017. – 28 p.

13. Larsen J.C., Larsen P.B. Chemical carcinogens. In: Hester R.E., Harrison R.M., editors. Air Pollution and Health. The Royal Society of Chemistry; Cambridge, UK: 1998. pp. 33–56.

14. 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

15. Traven L. CYP1A Induction potencial and the focus of pollutants in morske sediment simples – In vitro evaluation using the PLH - 1 fish hepatoma cell line / L.Traven, R. Zaja, J. Loncar // Toxicology in vitro. – 2008. – T. 22 – N 6. – C. 1648 – 1656