

УДК 504.45.058; 504.4.054; 504.064

КП: 87.19.03

№ держреєстрації 0126U002522

Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІКИ, ДОВКІЛЛЯ ТА СІЛЬСЬКОГО  
ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ  
НДУ “УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР ЕКОЛОГІЇ МОРЯ” (УКРНЦЕМ)

65009, м. Одеса, вул. Французький бульвар, 89; тел. (094) 9468721

e-mail: [accem@te.net.ua](mailto:accem@te.net.ua), [www.sea.gov.ua](http://www.sea.gov.ua)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор УкрНЦЕМ,  
канд. геогр. наук, доцент  
Олег ГРИБ  
2025 року



ЗВІТ

### ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

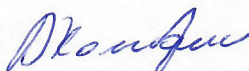
Оцінка та діагноз стану морського середовища України в межах виключної морської економічної зони та уточнення критеріїв оцінки доброго екологічного стану морських регіонів у 2025 р.

ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ ТОКСИЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ ЗА ДЕСКРИПТОРАМИ РДМС, НАДАННЯ УТОЧНЕНИХ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ДЕС ТА ВИЗНАЧЕННЯ СТАТУСУ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МОРСЬКИХ ВОДНИХ МАСИВІВ ВІДПОВІДНОСТІ ДЕС З ВИЗНАЧЕННЯМ ЇХ ТЕНДЕНЦІЇ  
ТОМ 3

Науковий керівник НДР:

заступник директора з науки,

канд. геогр. наук, старш. наук. співроб.



Віктор КОМОРИН

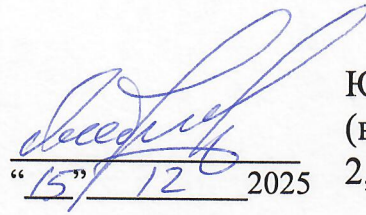
2025

Рукопис закінчено 15 грудня 2025 р.

Результати роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ, протокол від 30 грудня 2025 р. № 9

## СПИСОК АВТОРІВ

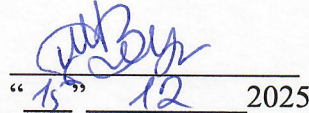
Відповідальний виконавець,  
В.о. начальника відділу аналітичних  
досліджень та організації  
моніторингу (ВАД та ОМ)



“15” 12 2025

Ю.В. Олейнік  
(вступ, розділ  
2,3,4)

В.о. ученого секретаря



“15” 12 2025

О.В. М'яснікова  
(розділ 1)

Технічні виконавці: Горяев В.П., Білозер В.О., Золотарьов Г.Г., Остапов О.О.,  
Вострікова І.В., Стебницька Н.В., Сайтарли С.В., Літвінова М.А.

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 48 с., 14 рис., 22 табл.

ЧОРНЕ МОРЕ, ВИКЛЮЧНА ЕКОНОМІЧНА ЗОНА УКРАЇНИ,  
ЗАБРУДНЮЮЧІ РЕЧОВИНИ, ЗАБРУДНЕНІСТЬ МОРЕПРОДУКТІВ,  
ПОКАЗНИКИ ДОБРОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ.

*Об'єкт дослідження* – морські води і екосистема Чорного моря.

*Мета науково дослідної роботи (НДР)* – оцінка екологічного стану морського середовища Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України 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 аналізу, узагальнення даних та статистичного аналізу, на підставі екологічних спостережень виконаних Українським науковим центром екології моря в 2025 році.

*Результати дослідження* – на підставі аналізу даних досліджень вод Чорного моря була дана оцінка екологічного стану відповідно дескриптору D8, D9 за переліком речовин взятих з Директиви ЄС 2013/39/ЄС або Екологічних нормативів для донних відкладень, доповненої пріоритетними речовинами з Додатку XII.1.2 - Перелік пріоритетних хімічних забруднювачів ЗАКЛЮЧНИЙ НАУКОВИЙ ЗВІТ EMBLAS 4 ЛИСТОПАДА 2020 РОКУ. Гранично допустимі концентрації взяті із вищевказаних документів та доповнені з бази даних NORMAN (NORMAN Ecotoxicology Database (norman-network.com)). У разі відсутності в директиві стандарту якості необхідної речовини, чи сполуки екологічний стан оцінювався за гранично допустимими концентраціями (ГДК) відповідно українського законодавства, екологічних нормативів (ЕН).

Проведена оцінка екологічного стану досліджених районів у 2025 році.

В 2025 році за коефіцієнтом забруднення органічних забруднюючих речовин сільськогосподарського походження та органічних забруднюючих речовин промислового походження екологічний стан водних масивів Чорного моря оцінено:

CW2 – добрий стан;

CW3 – задовільний стан;

CW4 – відмінний стан;

CW5 – посередній стан;

Річка Дунай, Дністер, Південний Буг – поганий стан.

## ЗМІСТ

	С
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	7
ВСТУП .....	9
1 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ .....	11
1.1 Методи та обладнання наукових досліджень .....	11
1.2 Інструментальний аналіз і кількісна оцінка.....	13
1.3 Методи проведення оцінки екологічного стану .....	14
2 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДИ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН .....	17
2.1 Екологічна оцінка стану морської води в досліджуваних водних тілах Чорного моря за вмістом токсичних металів .....	20
2.2 Екологічна оцінка стану морської води в досліджуваних водних тілах Чорного моря та річках за вмістом органічних забруднювачів сільськогосподарського походження .....	20
2.3 Екологічна оцінка стану морської води досліджуваних водних тілах Чорного моря та річках за вмістом органічних забруднювачів промислового походження .....	23
2.4 Оцінка вмісту нафтових вуглеводнів в морській воді в досліджуваних водних тілах Чорного моря .....	29
3. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ ПО РАЙОНАМ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН .....	33
3.1 Екологічна оцінка стану донних відкладень по районах за вмістом органічних забруднювачів сільськогосподарського походження .....	34
3.2 Екологічна оцінка стану донних відкладень по районах за вмістом органічних забруднювачів промислового походження .....	36
4 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН.....	42
5 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖЕНИХ ОБ'ЄКТІВ ДОВКІЛЛЯ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН.....	44

	6
ВИСНОВКИ.....	45
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	46

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- ГДК – гранично допустимі концентрації;
- ДДД – діхлордіфенілдіхлоретан;
- ДДЕ – діхлордіфенілдіхлоретілен;
- ДДТ – п,п-діхлордіфенілтрихлоретан;
- ЕН – екологічний норматив;
- ЗРСП – забруднюючих речовин сільськогосподарського походження;
- ЗРПП – група забруднюючих речовин промислового походження;
- Кз – коефіцієнт забруднення;
- ОЗСП – органічні забруднюючі речовини сільськогосподарського походження;
- ОЗПП – органічні забруднюючі речовини промислового походження;
- ПАВ – поліциклічні ароматичні вуглеводні;
- ПХБ – полі хлоровані біфеніли;
- ПЗЧМ – північно-західна частина моря;
- ТМ – токсичні метали;
- УкрНЦЕМ – Український науковий центр екології моря;
- ХОП – хлорорганічні пестициди;
- 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 сполуки з молекулярною масою 228;
- Cd – кадмій;
- Co – кобальт;
- Cr – хром;

Cu – мідь;

MAC-EQS – гранично-допустимі концентрації екологічного стандарту якості відповідно директиві ЄС 2013/39/EU (maximum allowable concentration – ecological quality standard);

Fe – залізо;

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.

## ВСТУП

Якість морського середовища змінюється під дією природно-кліматичних, фізико-географічних і антропогенних екологічних факторів, а також мінливості гідрофізичних, гідрохімічних і гідробіологічних процесів, котрі в сукупності обумовлюють стан та функціонування морських екосистем у різних просторово-часових масштабах.

Антропогенні фактори обумовлюються впливом людини на природу і відносяться до факторів прямого впливу на організми та популяції в екологічній системі і непрямого впливу, тобто на середовище існування різних видів організмів. Згідно з визначенням групи експертів ООН, антропогенний (техногенний) вплив на морське середовище являє собою «сукупне проявлення будь-яких форм діяльності людини, які призводять до явних або прихованих порушень стану екосистем, гідрології та геоморфології водних об'єктів, зниження рибогосподарської та рекреаційної цінності і інших негативних наслідків екологічного, економічного і соціального характеру».

Антропогенні екологічні фактори, що призводять до порушень функціонування морських екосистем поділяють на ряд чинників, з яких одним з головних є забруднення токсичними речовинами.

Визначення доброго екологічного стану (ДЕС) здійснюється на основі даних спостережень екологічного моніторингу морського середовища на підставі Водної рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС і стандартів якості 2008/105/ЄС та за комплексом з 11 дескрипторів (індикаторів) відповідно до рамкової Директиви морської стратегії 2008/56/ЄС та рішення Європейської комісії 2017/848/ЄС про встановлення критеріїв та методологічних стандартів щодо доброго екологічного стану морських вод і специфікації та стандартизації методів моніторингу та оцінки. Оцінка забруднення токсичними речовинами за гранично допустимими концентраціями здійснюється відповідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS) та схваленої Кабінетом Міністрів України «Морської

природоохоронної стратегії України» розпорядженням № 1240-р. від 11 жовтня 2021 р. Основною метою досліджень є оцінка та діагноз стану довкілля Чорного моря в межах територіальних вод і виключної морської економічної зони України, визначення стану забруднення середовища морських водних масивів, донних відкладень та морепродуктів, оцінка їх відповідності критеріям ДЕС та порівняння екологічного стану з базовою оцінкою за дескрипторами D8, D9 Рамкової Директиви з Морської Стратегії (РДМС) на підставі даних державного моніторингу морських вод.

Також в 2025 році на природне середовище Чорного моря впливають бойові дії. Антропогенний вплив забруднюючих речовин, що присутні при господарській діяльності людини в мирний час, під час бойових дій посилюється, наприклад, забруднення речовинами промислового походження та нафтовими вуглеводнями.

## 1 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ

### 1.1 Методи та обладнання наукових досліджень

Під час науково дослідних робіт з дослідження Північно-Західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) для оцінки екологічного стану за дескрипторами D8 та D9 проводились вимірювання:

– сума нафтових вуглеводнів (НВ) досліджувалась відповідно до «Руководства по химическому анализу морских вод РД 52.10.243-92» [1]. Використовували гравіметричний метод;

– 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, міді, 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 заліза, 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  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ , після чого додавали  $\text{HF}$ . 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, міді, миш'яку, нікелю, свинцю, хрому, заліза та цинку методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії [5];

– Органічні забруднюючі 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 струмом азоту. Стійкі органічні забруднювачі аналізували за допомогою газової хроматографії. GC-ECD (Agilent 7890B) використовували для хлорорганічних пестицидів (ХОП) і поліхлорованих біфенілів (ПХБ), а GC-MS (Agilent 7890A with MS 5975C) використовували для поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ), відповідно до «ММВ № 10/09-09 Морські води». Методика виконання вимірювань масової концентрації ХОП і 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 відкладеннях 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 струмі азоту. Стійкі органічні забруднювачі аналізували за допомогою газової хроматографії. GC-ECD (Agilent 7890B) використовували для ХОП і ПХБ, а GC-MS (Agilent 7890A with MS 5975C) використовували для поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ). Відповідно до ММВ № 19/09-09 Донні відкладення. Методика виконання вимірювань масової концентрації хлорорганічних пестицидів і поліхлорованих біфенілів 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 побудовою графіків калібрування. Для біогенних речовин використовувались стандартні розчини виробництва Sigma-Aldrich США.

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

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

Концентрацію ПАВ 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 50°C, вентиляція розчинника протягом 1 хвилини, об'єм зразка 15 мкл, кінцева температура інжектора 300 °C, швидкість підвищення температури 600 °C на хвилину. Температура початку спалювання 60°C, час витримки 7 хвилин, підвищення температури до 200°C зі швидкістю 10°C/хв, витримка 1 хвилину, підвищення температури до 310°C зі швидкістю 7°C/хв, витримка 5 хв. Мас-детектор в режимі SIM (пошук цільової маси), температура MS Source 230°C, MS Quad 150°C. 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 Chem Station (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 розраховується як сума відносин концентрації кожної забруднюючої сполуки до її гранично допустимої концентрації віднесена до кількості вимірювань проведених в заданий проміжок часу.

Гранично допустимі концентрації (MAC-EQS) речовин взяті з Директиви ЄС 2013/39/ЄС, доповненої пріоритетними речовинами з Додатку XII.1.2 –

«Перелік пріоритетних хімічних забруднювачів ЗАКЛЮЧНИЙ НАУКОВИЙ ЗВІТ EMBLAS 4 ЛИСТОПАДА 2020 РОКУ», для біологічних об'єктів - з РЕГЛАМЕНТУ КОМІСІЇ (ЄС) № 1881/ 2006 рік і доповнені з бази даних NORMAN (NORMAN Ecotoxicology Database (norman-network.com)). У разі відсутності в директивах необхідної речовини, екологічний стан оцінювався за гранично допустимими концентраціями відповідно українському законодавству (ГДК), екологічним нормативам (ЕН) [10].

Точність відображення стану району за допомогою коефіцієнта Кз залежить від кількості станцій моніторингу в досліджуваному районі та кількості спостережень за певний проміжок часу.

$$CR = \frac{C_{\text{забр}}}{C_{\text{ГДК}}} \quad (1)$$

$$Kz = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n CR_i \quad (2)$$

Де:

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

Cзабр – середня концентрація забруднюючої речовини за проміжок часу;

CГДК – гранично допустима концентрація забруднюючої речовини;

n – кількість забруднюючих речовин, які взяті для оцінки кожної групи забруднювачів.

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

1) Визначається середня концентрація кожної вимірюваної забруднюючої речовини в районі, що оцінюється, за певний проміжок часу;

2) Розраховуються відносини середньої концентрації кожної вимірюваної забруднюючої речовини до її гранично допустимої концентрації відповідно до Українського чи Європейського законодавства. Якщо граничні концентрації для забруднюючої речовини відрізняються, в цих законодавствах, береться значення нижче за показником;

3) Забруднюючі речовини розділяють на три групи для яких визначають Кз:

- група токсичних металів (ТМ);
- група забруднюючих речовин сільськогосподарського походження (ЗРСП);
- група забруднюючих речовин промислового походження (ЗРПП);

4) Процедури описані в пунктах 1, 2, 3 проводять для води, донних відкладень та біологічного матеріалу відібраних в оцінюваному районі за певний 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 принципом окремо для кожного виду і вказує на екологічний стан району за період часу розвитку цього біологічного об'єкта (вік біологічного об'єкта), якщо цей вид осілий.






## 2 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДИ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

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

**Оскільки проведенню моніторингових досліджень в Чорному морі суттєво перешкоджало проведення бойових дій викликаних агресією російської федерації, дослідження проводились в районах до яких була можливість дістатися з дотриманням заходів безпеки.**

Шкала оцінки екологічного стану морської води в прибережних водних масивах за коефіцієнтом забруднення  $K_z$  відповідно «Морської природоохоронної стратегії України» підрозділяється на п'ять класів (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Стан якості прибережних водних масивів за вмістом забруднюючих речовин

Стан якості водних масивів	Показник $K_z$	Стан якості у колірному позначенні
	Забруднюючі речовини в морській воді	
Відмінний	$\leq 0,5$	
Добрий	$>0,5$ та $\leq 1,0$	
Задовільний	$>1,0$ та $\leq 2,5$	
Посередній	$>2,5$ та $\leq 5,0$	
Поганий	$>5,0$	

Водні масиви Чорного моря оцінюються по районах розподілу відкритої частини моря на західну та центральну частини, північно-західні райони Криму, райони шельфу та прибережні райони «Перехідних вод» та «Прибережних вод» визначених в [11] відповідно до Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС (WFD) [12] (Рис 2.1).

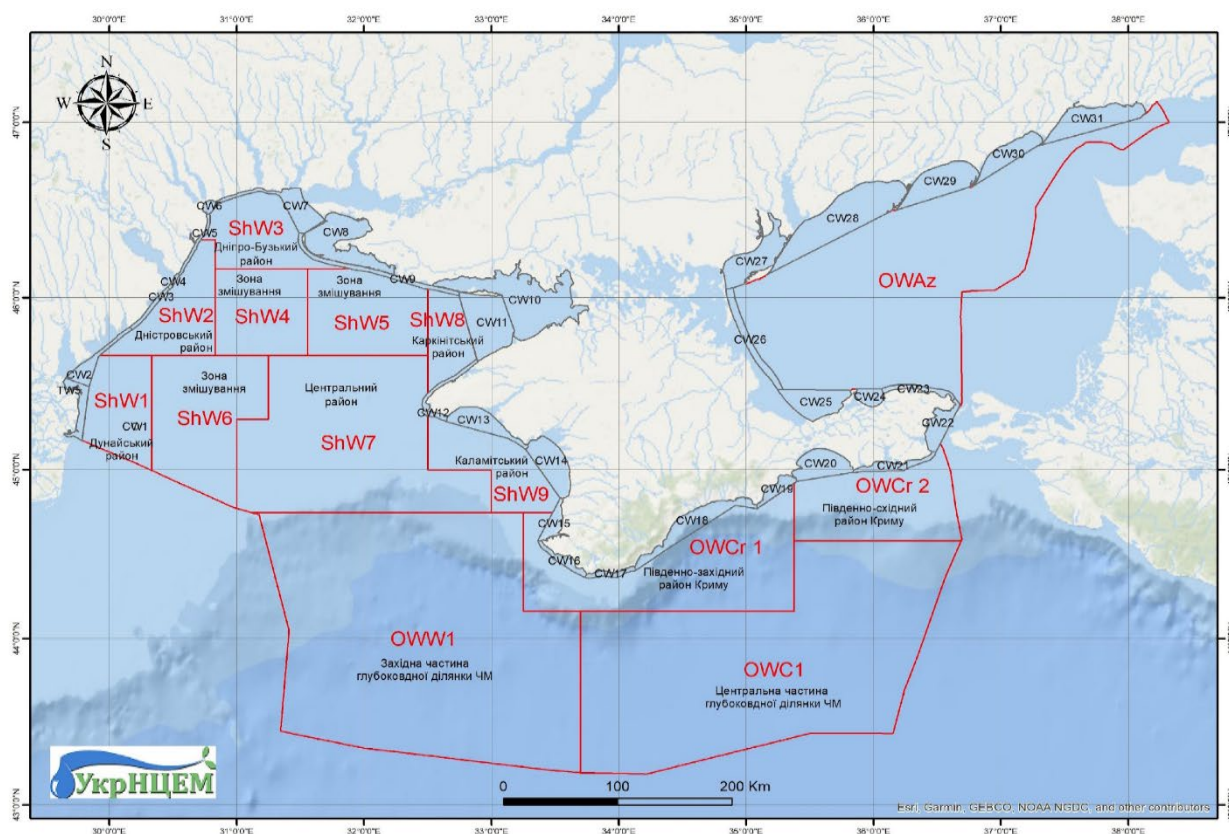


Рисунок 2.1 – Райони водних масивів Чорного та Азовського морів України

Шкала екологічної оцінки шельфових водних масивів та водних масивів відкритого моря за показником Кз підрозділяється на два класи, що відповідають доброму екологічному стану (ДЕС) та не відповідають ДЕС (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Стан якості шельфових водних масивів та водних масивів відкритого моря за вмістом забруднюючих речовин

Стан якості водних масивів	Показник Кз	Стан якості у колірному позначенні
	Забруднюючі речовини в морській воді	
Добрий стан, ДЕС	$\leq 1,0$	ДЕС
Недобрий стан, не ДЕС	$> 1,0$	НЕДЕС

В 2025 роках екологічний моніторинг забруднюючих речовин проводився в водних тілах CW2, CW3, CW4 та CW5 за координатами наведеними в таблиці 2.3 та рисунку 2.2. Для оцінки впливу війни на екосистему додатково були проведені дослідження води та донних відкладень в річках що впадають до Чорного моря.

В 2025 році на узбережжі Чорного моря зафіксовані викиди речовини, схожої на нафтопродукти. Проби цієї речовини були відібрані Держекоінспекцією та передані до УКРНЦЕМ для досліджень. Кількість проб та місця виявлення речовини схожої на нафтопродукти наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.3 – Станції відбору проб для аналізу забруднюючих речовин в 2025 році

№ п/п	Об'єкт моніторингу	Опис станції відбору проб	Номер станції	Координати Довготи, °	Координати Широти, °
1.	Чорне море (CW5)	Чорноморський яхт клуб	Yk_1	30,765347	46,459790
2.	Чорне море (CW5)	Мис Малий Фонтан	mF_1	30,772500	46,438433
3.	Чорне море (CW5)	район Аркадії	Ar_1	30,767587	46,426549
4.	річка Дунай	Низов'я річки Дунай	Dan_r3	29,662403	45,409738
5.	річка Дністер	Низов'я річки Дністер	Dn_r3	30,262157	46,408836
6.	річка Південний Буг	Низов'я річки Південний Буг	Ub_r3	31,994154	46,909498
7.	Чорне море	Вихід з Дніпро Бугського лиману у Чорне море	R1	31,449329	46,599556
8.	Чорне море (CW2)	Чорне море	1	29,850739	45,620276
9.	Чорне море (CW3)	Чорне море	4	30,218925	45,827374
10.	Чорне море (CW3)	Чорне море	9	30,321836	45,918091
11.	Чорне море (CW3)	Чорне море	10	30,401549	45,991557
12.	Чорне море (CW4)	Чорне море	11	30,487209	46,056397
13.	Чорне море (CW2)	Чорне море	7	29,952463	45,679326
14.	Чорне море (CW5)	Чорне море	12	30,565723	46,131403
15.	Чорне море (CW5)	Чорне море	13	30,602902	46,189402
16.	Чорне море (CW5)	Чорне море	14	30,613015	46,200705
17.	Чорне море (CW5)	Чорне море	15	30,638892	46,228961
18.	Чорне море (CW5)	Чорне море	16	30,670717	46,277740
19.	Чорне море (CW3)	Чорне море	6	30,261205	45,856966

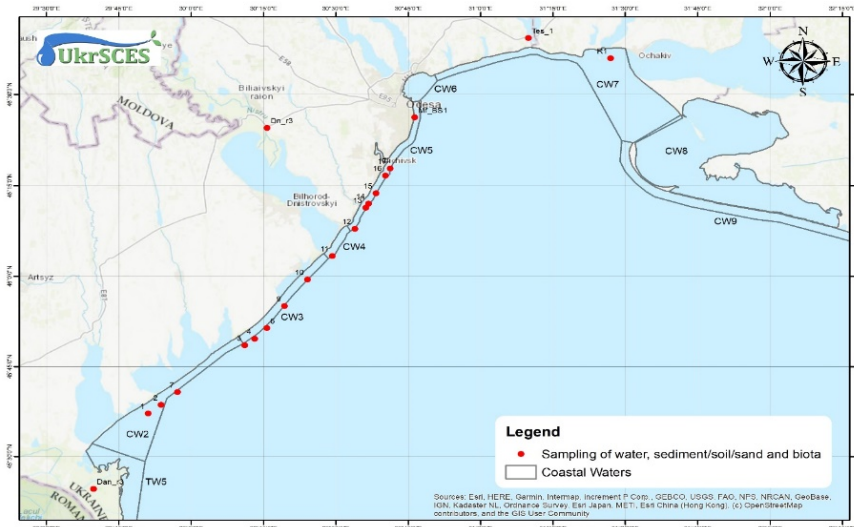


Рисунок 2.2 – Розташування станцій моніторингу

Таблиця 2.4 – Місця де були зафіксовані викиди на узбережжя Чорного моря речовини схожої на нафтопродукти

Дата	Хроматограма	Місце виявлення забруднення	Координати	
24.01.2025	ТРН1	рекреаційна зона "Катранка"		
03.02.2025	ТРН2	узбережжі Чорного моря в районі села Лебедівка	45,8288	30,15541
17.03.2025	8122	узбережжя Чорного моря район Лузанівського пляжу міста Одеси	46,54457	30,75066
18.03.2025	8121	узбережжя Чорного моря в селі Нова Дофіновка	46,57283	30,9034
20.03.2025	8129	узбережжя Чорного моря район пляжу села Фонтанка	46,55437	30,8448
24.03.2025	8130	узбережжя Чорного моря район рятувально-водолазної служби Одеської міської ради	46,38692	30,7521
28.11.2025	8353	узбережжя Чорного моря район селища Затока Білгород-Дністровського району Одеської області	46,06027	30,45075

## 2.1 Екологічна оцінка стану морської води в досліджуваних водних тілах Чорного моря за вмістом токсичних металів

В 2025 році, через непереборні обставини, УКРНЦЕМ не проводив дослідження токсичних металів в відібраних пробах води.

## 2.2 Екологічна оцінка стану морської води в досліджуваних водних тілах Чорного моря та річках за вмістом органічних забруднювачів сільськогосподарського походження

В таблиці 2.5 наведені середні концентрації органічних забруднювачів сільськогосподарського походження (ОЗСП) в досліджених водних тілах Чорного моря та річок у 2025 році.

В морській воді спостерігається присутність ДДТ та його метаболітів (Табл. 2.5), хоча його використання заборонено Стокгольмською конвенцією від 7 лютого 1997 року.

Таблиця 2.5 – Середні концентрації ОЗСП в воді досліджених районів у 2025 році

Район	ДДТ <sup>1</sup>	ΣДДТ <sup>2</sup>	β-НСН <sup>3</sup>	γ-НСН <sup>4</sup>	ΣНСН <sup>5</sup>	Гексахлорбензол	Гептахлору	Σ Циклоієнових <sup>6</sup>
	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л
CW2	1,79	2,36	1,66	0,15	1,97	0,1	0,15	1,75
CW3	1,72	2,67	1,33	0,13	1,58	0,44	0,26	2,19
CW4	1,61	2,01	1,1	0	1,15	0,49	0,08	0,75
CW5	1,97	2,95	1,12	0,28	1,86	0,46	0,9	3,21
DAN	49,16	64,1	8,35	3,05	14,31	29,05	36,31	31,08
DN	2,95	3,68	0,35	0,54	1,24	0,25	3,53	2
UB	4,59	5,53	0	0,76	1,22	1,58	5,16	2,4

Примітка 1. П, п-діхлордіфенілтрихлоретан.

Примітка 2. Сума ДДТ та його метаболітів.

Примітка 3. Бета гексахлорциклогексан.

Примітка 4. Гамма гексахлорциклогексан (Ліндан).

Примітка 5. Сума ліндану та його ізомерів.

Примітка 6. Сума алдріну, ділдріну та ендріну.

В таблиці 2.6 наведені Кз для групи ОЗСП та екологічна оцінка в досліджених водних тілах Чорного моря та річок у 2025 році.

Виконані оцінки екологічного стану морської води за показниками групи ОЗСП в 2025 р. по досліджуваних районах вказують:

– Район CW2 – добрий екологічний стан, рівень концентрації Нертаслор знижує якість води в цьому районі;

– Район CW3 – задовільний екологічний стан, рівень концентрації Нертаслор знижує якість води в цьому районі;

– Район CW4 – дуже добрий екологічний стан, рівень концентрації Нертаслор знижує якість води в цьому районі;

– Район CW5 – поганий екологічний стан, рівень концентрації Нертаслор знижує якість води в цьому районі.

Вода яка потрапляє до Чорного моря з річок Дунай, Дністер, Південний Буг відповідає дуже поганому екологічному стану. В воді з річок Дністер та Південний Буг рівень концентрації Нертаслор знижує якість. Вода з річки Дунай,

за середніми концентраціями (таблиця 2.6), та як така, що має найбільший об'єм стоку, несе найбільшу кількість забруднень до Чорного моря. Рівень концентрацій DDT, DDT total,  $\gamma$ -HCH (Lindane), Heptachlor,  $\Sigma$  циклодієнових значно знижують якість води в річці Дунай.

Оцінка екологічного стану проводилась згідно наданих максимально допустимих концентрацій в директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS) доповненої з бази даних NORMAN (NORMAN Ecotoxicology Database (norman-network.com)).

Таблиця 2.6 – Екологічний стан води досліджених водних масивів за показником Кз ОЗСП у 2025 році

Район	Кз ОЗСП	Кз ДДТ	Кз $\Sigma$ ДДТ	Кз $\beta$ -HCH	Кз $\gamma$ -HCH (Ліндан)	Кз $\Sigma$ HCH	Кз Гексахлорбензолу	Кз Гептахлору	Кз $\Sigma$ Циклодієнових
CW2	0,74	0,18	0,09	0,08	0,08	0,10	0	5,00	0,35
CW3	1,20	0,17	0,11	0,07	0,06	0,08	0,01	8,67	0,44
CW4	0,40	0,16	0,08	0,06	0	0,06	0,01	2,67	0,15
CW5	3,92	0,20	0,12	0,06	0,14	0,09	0,01	30,09	0,64
DAN	153	4,92	2,56	0,42	1,52	0,72	0,58	1210	6,22
DN	14,9	0,3	0,15	0,02	0,27	0,06	0	118	0,40
UB	21,7	0,46	0,22	0	0,38	0,06	0,03	172	0,48

Наведені сумарні характеристики екологічного стану водних масивів за показником Кз ОЗСП вказують що основний вклад в забруднення Чорного моря вносять річки. Річка Дунай є основним носієм забруднюючих речовин групи ОЗСП (Рис 2.3).

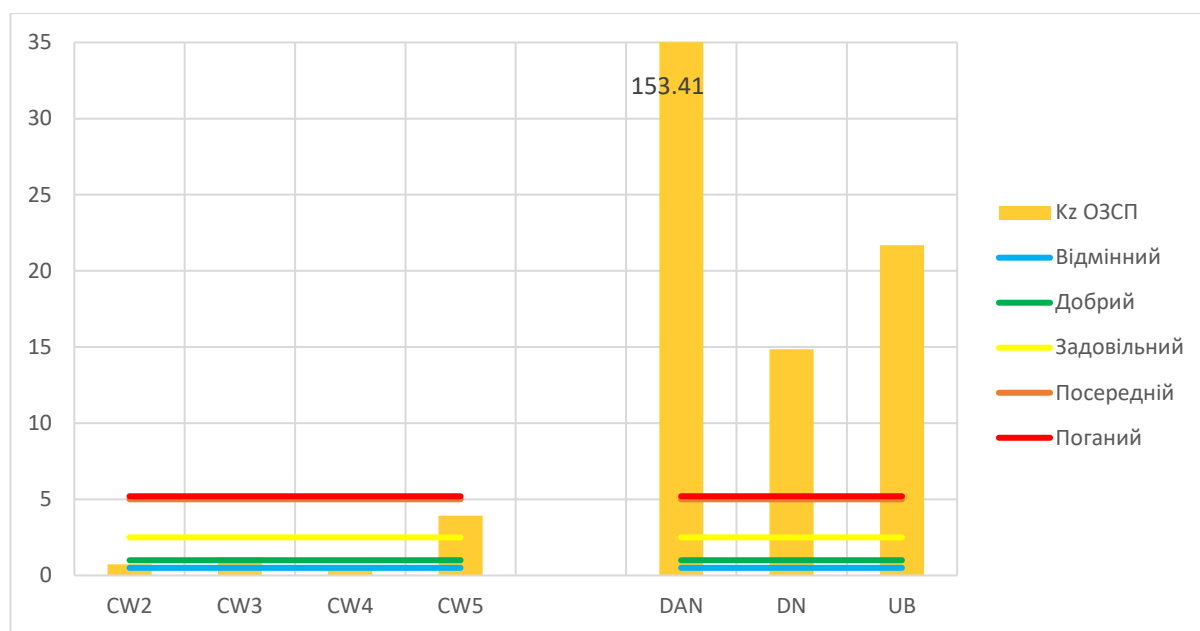


Рисунок 2.3 – Розподіл коефіцієнту забруднення Кз ОЗСП в воді досліджених районів в 2025 році

За показниками групи ОЗСП по досліджених районах водних масивів найбільший вклад в забруднення припадає на концентрацію гептахлору, що є типовим для територіальних вод України, та пов'язано з жорсткими вимогами до обмеження концентрацій високотоксичної речовини (Рис. 2.4).

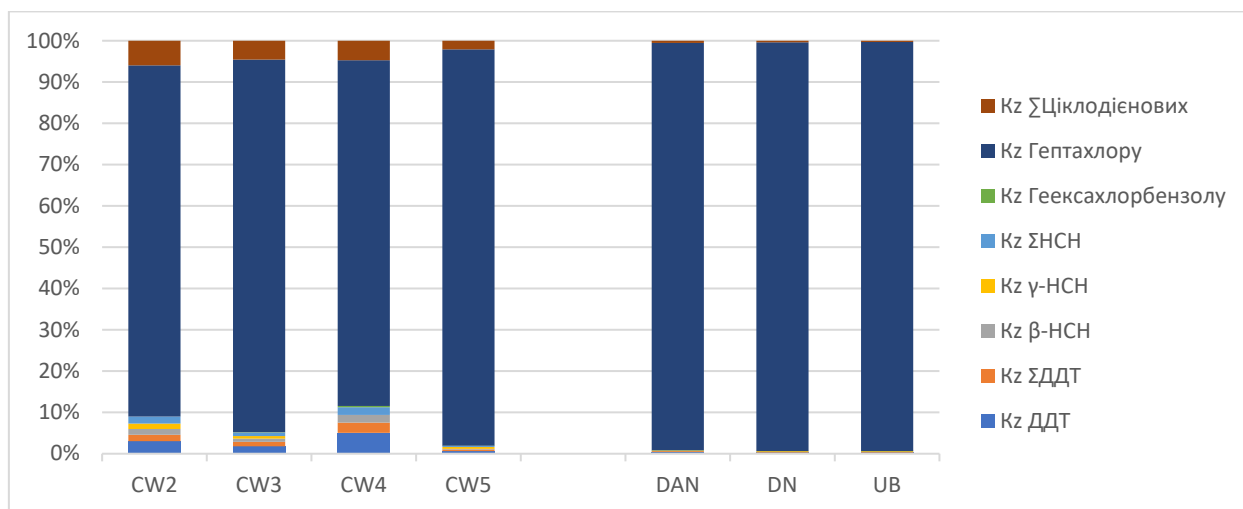


Рисунок 2.4 – Вклад Кз індивідуальних ОЗСП в загальну суму забруднення води ОЗСП в досліджених районах у 2025 році

2.3 Екологічна оцінка стану морської води досліджуваних водних тілах Чорного моря та річках за вмістом органічних забруднювачів промислового походження

В таблиці 2.7 наведені середні концентрації органічних забруднювачів промислового походження (ОЗПП) в досліджених водних тілах Чорного моря та річках у 2025 році.

Таблиця 2.7 – середні концентрації ОЗПП в досліджених водних тілах (2025р.)

Район	ПХБ 28	ПХБ 52	ПХБ 101	ПХБ 118	ПХБ 126	ПХБ 138	ПХБ 153	ПХБ 156	ПХБ 180	Нафталін	Антрацен	Флуорантен	Бензо(б)флуорантен	Бензо(к)флуорантен	Бензо(а)пірен	Бензо(г,н,і)перілен
	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л	нг/л
CW2	1,15	1,24	0	0	0	0,15	0	0,18	0,12	26,8	26,3	1,71	0,15	0,32	0	0
CW3	2,31	2,59	0,63	0	0	0,26	0	0,21	0,13	22,8	23,4	1,63	0,05	0,25	0	0
CW4	0,73	1,16	0,96	0	0	0,11	0	0,13	0,06	21,1	20,1	0,29	0,29	0	0	0
CW5	1,87	2,56	1,93	0	0	0,34	0,02	0,27	0,23	21,0	13,3	2	0,24	0,2	0,08	0,01
DAN	14,1	21,8	0	0	0	6,04	0	0,98	2,27	16,6	18,4	2,04	1,01	0	0,07	0,12
DN	0,91	1,65	0	0	0	0,43	0	0,09	0,14	49,7	15,7	1,49	0,61	0	0,12	0,04
UB	2,05	2,09	0	0	0	0,84	0	0	0,25	30,8	8,48	1,68	0,54	0,16	0,08	0,04

При порівнянні середніх концентрацій ОЗПП 2025 року в районі CW5 з показниками 2023 [13] та 2024 [14] років видно, що вплив витоків антропогенного навантаження промислового походження значно підвищився в порівнянні з 2024 та наближається до рівня 2023 року. Слід нагадати, що в 2023 році відбувся підрив греблі Каховської гідроелектростанції.

В таблиці 2.8 наведені розраховані Кз для групи ОЗПП для проб з досліджених районів у 2025 році.

Виконані оцінки екологічного стану морської води в досліджуваних районах за показниками групи ОЗПП в 2025р. по досліджуваних районах вказують, що CW2, CW3, CW4, CW5 – дуже добрий екологічний стан. Однак в районі CW3 якість води знижують концентрації РСВ 52, а в районі CW5 якість води знижують концентрації РСВ 52, РСВ 101, РСВ 180.

Вода, яка потрапляє до Чорного моря з річок Дністер та Південний Буг відповідає дуже доброму екологічному стану, але концентрації РСВ 52, РСВ 180 негативно впливають на якість води. Вода з річки Дунай несе найбільшу кількість забруднень до Чорного моря і за показниками групи ОЗПП, так саме як за показниками групи ОЗСП, відповідає поганому екологічному стану. Рівень

концентрацій РСВ 28, РСВ 52, РСВ 138, РСВ 156, РСВ 180 значно знижують якість води в річці Дунай.

Оцінка екологічного стану проводилась згідно наданих максимально допустимих концентрацій в директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS) доповненої з бази даних NORMAN (NORMAN Ecotoxicology Database (norman-network.com)).

Таблиця 2.8 – Екологічний стан морської води в досліджуваних районах за показником Кз ОЗПП у 2025 році.

Район	Кз ОЗПП	КзПХБ 28	КзПХБ 52	Кз ПХБ 101	Кз ПХБ 118	КзПХБ 126	Кз ПХБ 138	Кз ПХБ 153	КзПХБ 156	Кз ПХБ 180	Кз нафталіну	Кз антрацену	Кз флуорантену	Кз бензо(б)флуорантену	Кз бензо(к)флуорантену	Кз бензо(а)пірену	Кз бензо(г,і,і)перілену
CW2	0,18	0,1	0,59	0	0	0	0,41	0	0,58	0,82	0	0,26	0,01	0,01	0,02	0	0
CW3	0,29	0,21	1,23	0,63	0	0	0,75	0	0,69	0,91	0	0,23	0,01	0	0,01	0	0
CW4	0,19	0,07	0,55	0,96	0	0	0,31	0	0,42	0,43	0	0,20	0	0,02	0	0	0
CW5	0,44	0,17	1,22	1,93	0	0	0,97	0	0,88	1,67	0	0,13	0,02	0,01	0,01	0	0,02
DAN	3,05	1,28	10,4	0	0	0	17,3	0	3,17	16,2	0	0,18	0,02	0,06	0	0	0,14
DN	0,23	0,08	0,78	0	0	0	1,22	0	0,28	0,98	0	0,16	0,01	0,04	0	0	0,05
UB	0,35	0,19	1	0	0	0	2,39	0	0	1,81	0	0,08	0,01	0,03	0,01	0	0,05

Наведені сумарні характеристики екологічного стану водних масивів за показником Кз ОЗПП вказують, що основний вклад в забруднення Чорного моря вносить річка Дунай (Рис. 2.5).

За показниками індивідуальних Кз речовин групи ОЗПП по досліджених районах водних масивів найбільший вклад в забруднення групи ОЗПП припадає на концентрацію РСВ 52, РСВ 138, РСВ 156, РСВ 180, в районах CW3, CW4, CW5 додається вплив концентрацій РСВ 101 (Рис. 2.6).

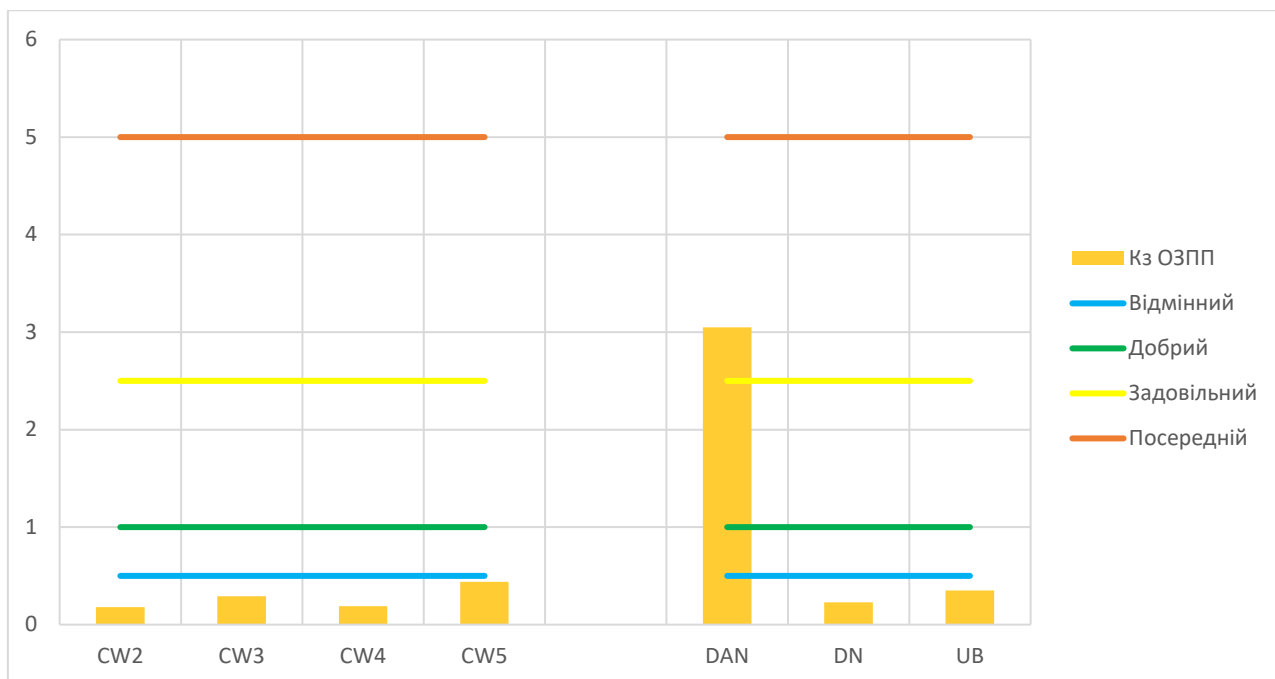


Рисунок 2.5 – Розподіл коефіцієнту забруднення Кз ОЗПП в воді досліджених районів в 2025 році

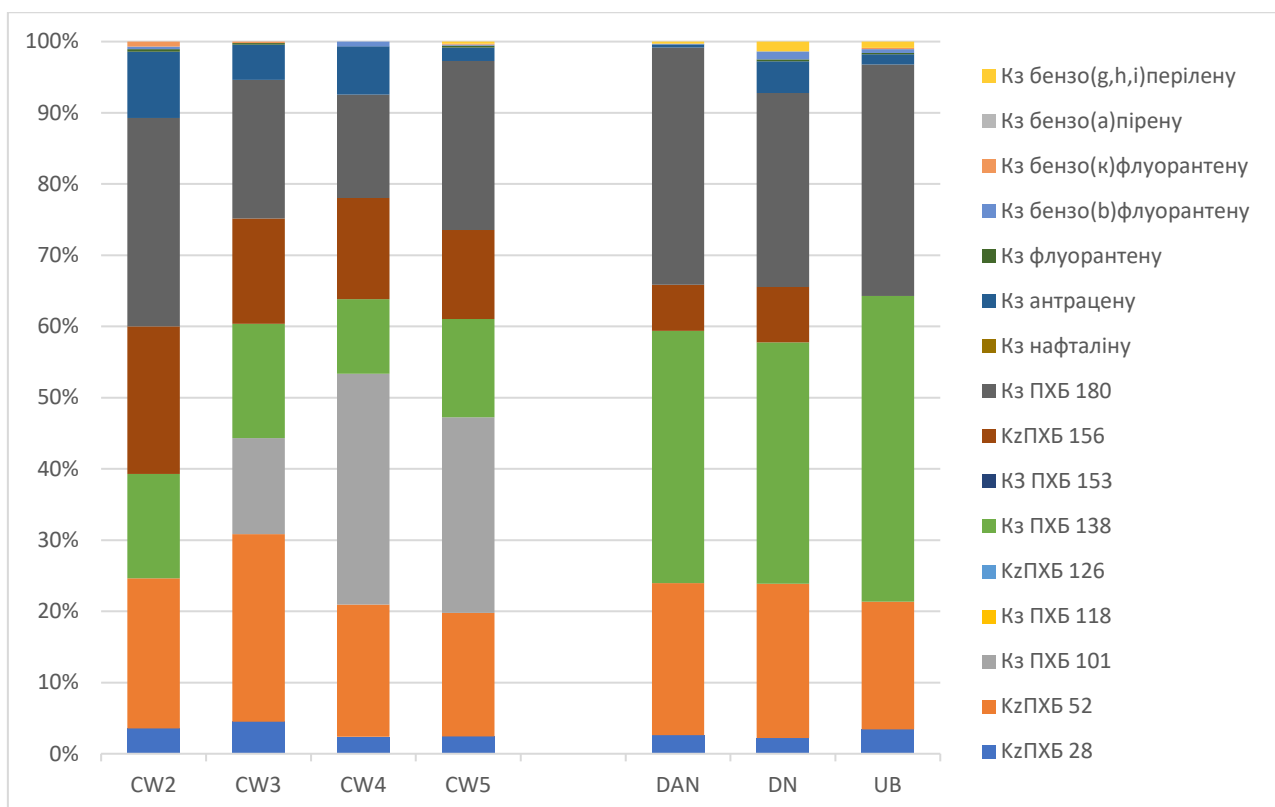


Рисунок 2.6 – Вклад Кз індивідуальних ОЗПП в загальну суму забруднення групою ОЗПП води по дослідженим районам в 2025 році

На рисунку 2.6 представлені середньорічні показники Кз групи ОЗПП з 2023 по 2025 роки, віднесені до медіани значень цих показників з 2016 по 2022 рік в районі CW5 Чорного моря.

З рисунку 2.7 видно зміни показника для групи ОЗПП з максимального в 2023 році до мінімального в 2024 році, значно нижче медіани до військового часу, та зростання в 2025 році з наближенням до рівня 2023 року. Таку тенденцію можна пов'язати з зміною інтенсивності обстрілів по інфраструктурі та її руйнуванням. Речовини групи ОЗПП відносяться до тих чинників, вплив яких на екологічний стан підсилюється під час бойових дій.

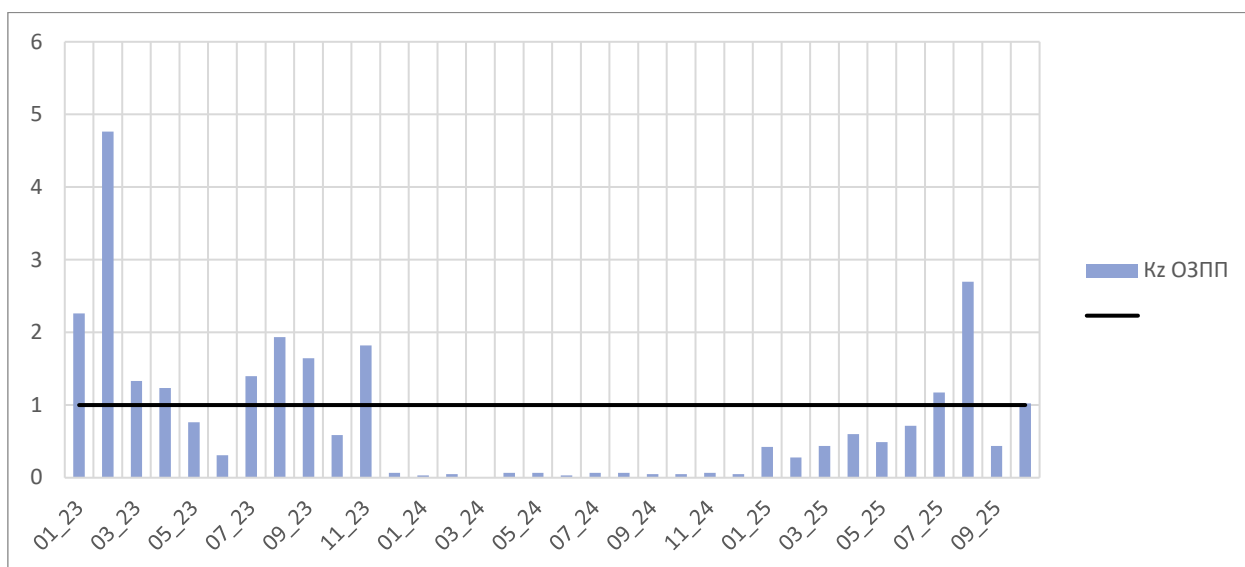


Рисунок 2.7 – Середньомісячні показники Кз ОЗПП з 2023 по 2025 роки віднесені до медіани значень Кз ОЗПП з 2016 по 2022 рік

В таблиці 2.9 наведені сума ПАВ ( $\Sigma$  ПАВ), бензо(а)переновий еквівалент (B(a)Peq) та сума канцерогенних ПАВ ( $\Sigma$ carcПАВ) в воді по досліджених районах у 2025 році.

На рисунку 2.8 представлено розподіл B(a)Peq та  $\Sigma$ carcПАВ в воді по досліджених районах у 2025 році.

Аналіз концентрацій поліциклічних ароматичних вуглеводнів в воді по дослідженим районам у 2025 році показує що:

– найбільше навантаження по ПАВ припадає на річку Дністер за показником  $\Sigma$  ПАВ;

– показники  $B(a)P_{eq}$  та  $\Sigma \text{carc} \text{ПАВ}$  майже рівні по всіх районах крім річки Дунай, тобто присутні в воді токсичні речовини групи ПАВ майже всі є канцерогенні. В річці Дунай сума канцерогенних ПАВ в 2 рази вище за токсичність, тобто присутні речовини групи ПАУ менш токсичні але які є канцерогенними.

Таблиця 2.9 – сума ПАВ, бензо(а)переновий еквівалент та сума канцерогенних ПАВ в воді по досліджених районах у 2025 році.

Водний масив	$\Sigma$ ПАВ	$B(a)P_{eq}$	$\Sigma \text{carc} \text{ПАВ}$
	нг/л	нг/л	нг/л
CW2	91,06	0,51	0,57
CW3	75,86	0,44	0,32
CW4	54,93	0,3	0,29
CW5	82,26	0,5	0,69
DAN	72,74	0,68	1,24
DN	122,47	0,61	0,88
UB	89,41	0,48	0,86

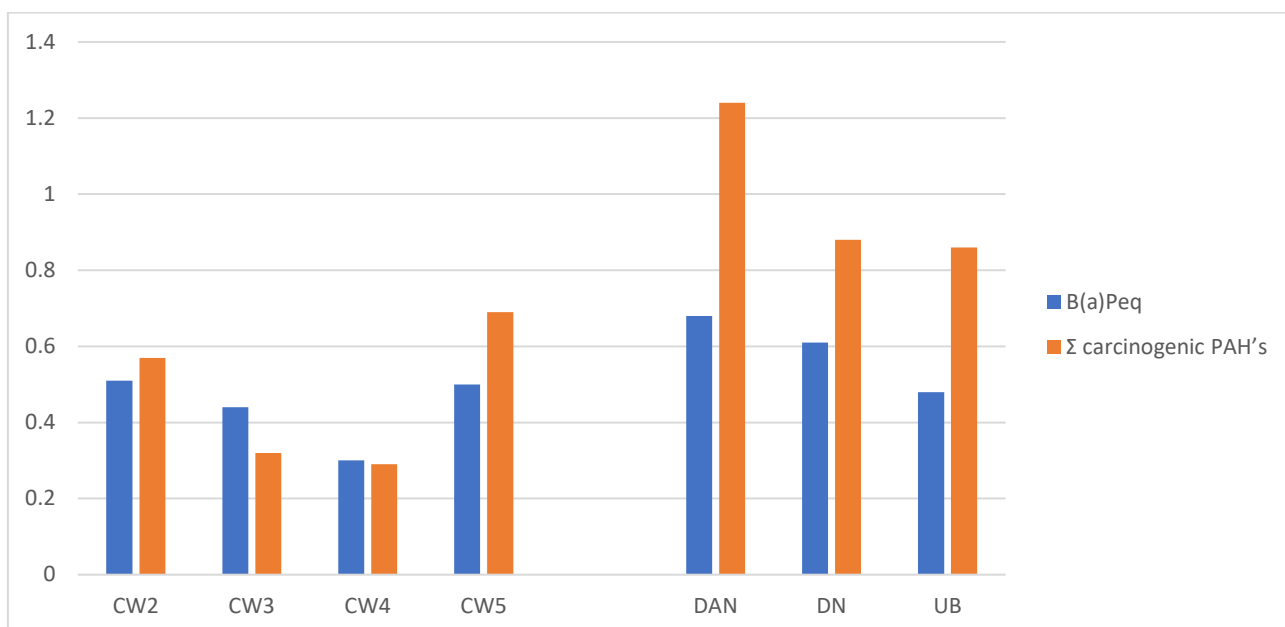


Рисунок 2.8 – Середні значення  $B(a)P_{eq}$  та  $\Sigma \text{carc}$  ПАВ у 2025 році

## 2.4 Оцінка вмісту нафтових вуглеводнів в морській воді в досліджуваних водних тілах Чорного моря

Для оцінки впливу на екологічний стан Чорного моря проведення бойових дій, викликаних агресією російської федерації, потребується проведення додаткових досліджень специфічних забруднюючих речовин та суми нафтових вуглеводнів (НВ). В таблиці 2.10 наведені результати досліджень суми НВ в водному масивах по місяцях в 2025 році. Гранично допустимі концентрації (ГДК) для НВ взяті з національного законодавства та дорівнюють 0,05 мг/дм<sup>3</sup>.

Таблиця 2.10 – Концентрація НВ в водних масивах ПЗШ ЧМ та річках в воді у 2025 році

Дата												
Номер станції	Ar_1	mF_1	Yk_1	1	10	12	13	16	6	Dan_R3	Dn_R3	UB_r3
Водний масив	CW5	CW5	CW5	CW2	CW3	CW5	CW5	CW5	CW3	Дунай	Дністер	Південний Буг
15.01.2025		0,03										
23.01.2025	0,05											
12.02.2025	0,04	≤0,02	0,07									
12.03.2025	0,05	≤0,02										
17.04.2025	≤0,02	≤0,02										
23.04.2025			0,05									
14.05.2025	0,05	0,11	0,05									
18.06.2025	0,04	0,04										
24.07.2025	0,04	0,05										
13.08.2025	0,04											
27.08.2025										≤0,02	0,07	
29.08.2025												≤0,02
08.09.2025				≤0,02	0,03	0,07	0,1	≤0,02	0,08			
02.10.2025		0,05										

Як видно з таблиці 2.10, впродовж 2025 року перевищення ГДК концентраціями НВ зафіксовані в водному масиві CW5 на станціях Yk\_1, 12, 13 та в водному масиві CW3 на станції 6.

На рисунку 2.9 наведено тренд мінливості концентрації НВ на станціях відбору в водному тілі CW5. Як видно з ліній тренду, що побудований за

квадратичним рівнянням, з початку року спостерігалась тенденція до зниження концентрацій НВ в воді. Це підтверджується при спостереженні даних за 2023 та 2024 роки. Наприкінці 2025 року спостерігається тенденція до зростання концентрацій НВ в воді. Це можна пов'язати з кількістю викидів на узбережжя Чорного моря речовини, схожої на нафтопродукти.

На рисунку 2.10 наведені хроматограми досліджених проб речовини, схожої на нафтопродукти. Для досліджень використовували газовий хроматограф з детектором мас фірми Agilent (GC7890A MSD5975C).

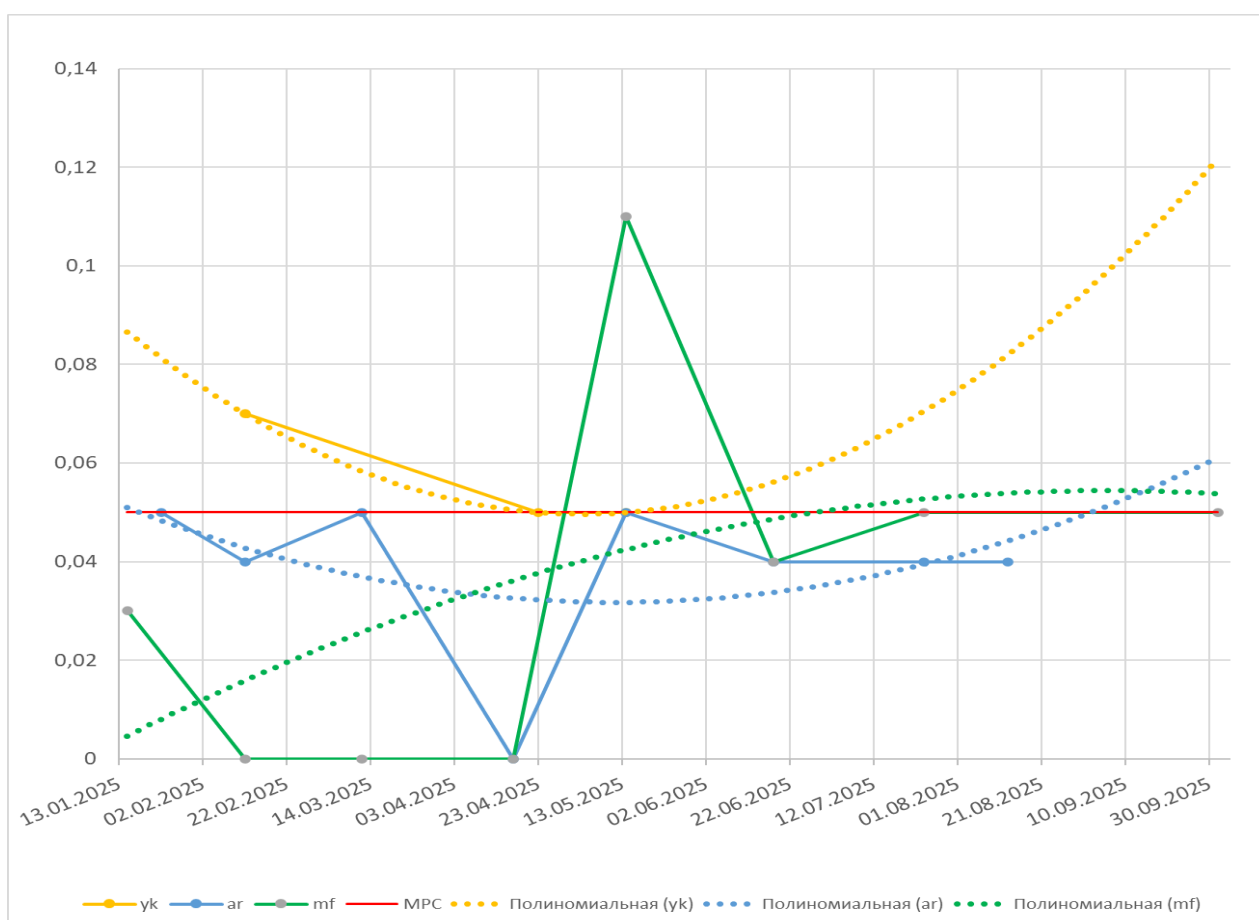
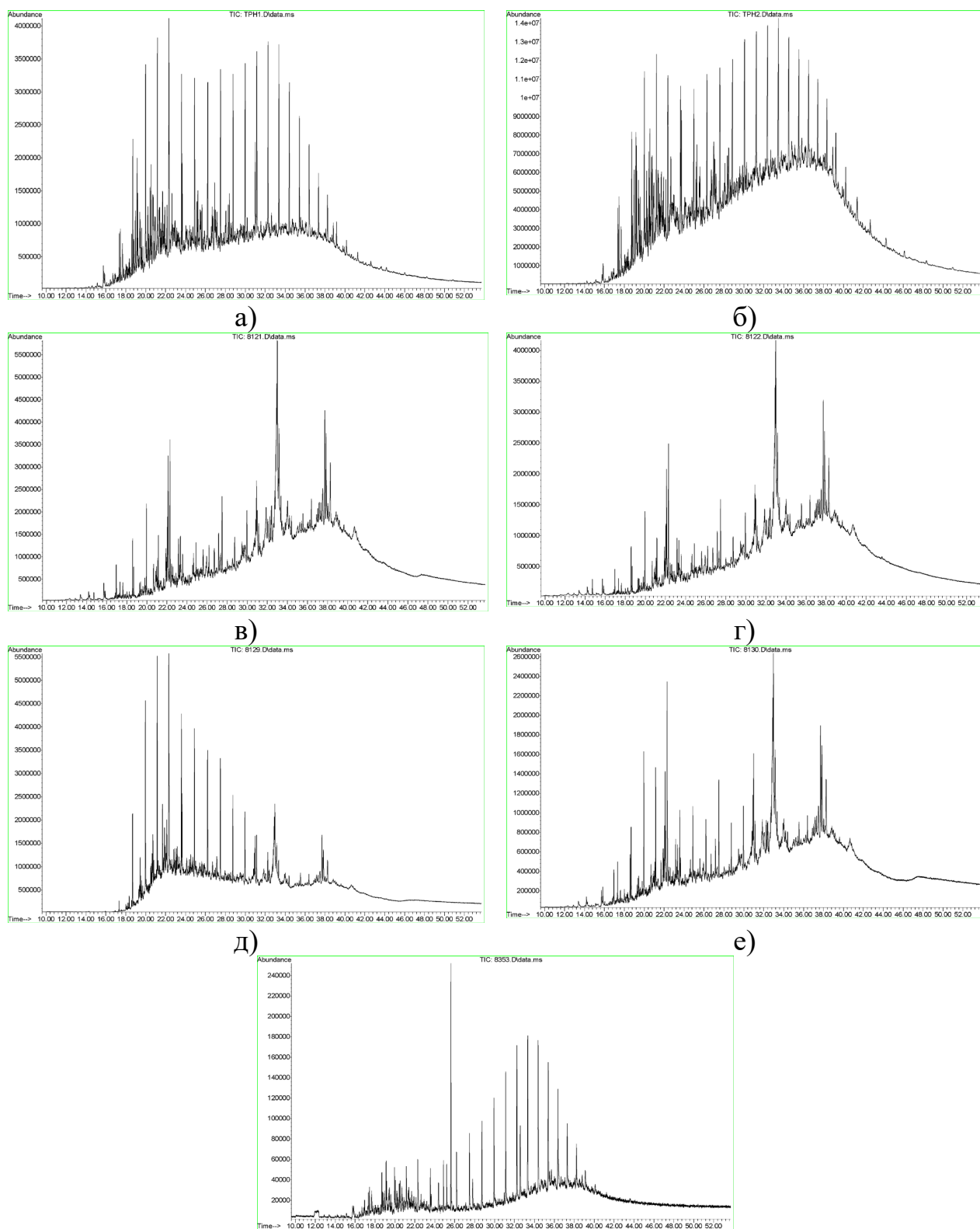


Рисунок 2.9 – Мінливість концентрації НВ на станціях відбору в водному тілі CW5



а) – Загальна хроматограма для проби ТРН1  
 б) – Загальна хроматограма для проби ТРН2  
 в) – Загальна хроматограма для проби 8121  
 г) – Загальна хроматограма для проби 8122

д) – Загальна хроматограма для проби 8129  
 е) – Загальна хроматограма для проби 8130  
 ж) – Загальна хроматограма для проби 8353

Рисунок 2.10 – Хроматограми досліджених проб речовини схожої на нафтопродукти

В таблиці 2.11 наведено вміст нафтових вуглеводнів у відібраних пробах та опис імовірної характеристики нафтопродуктів в цих пробах.

Таблиця 2.11 - Вміст нафтових вуглеводнів в пробах та опис імовірної характеристики нафтопродуктів в цих пробах.

Дата	Хроматограма	вміст НВ, г/кг	Опис відібраної речовини на основі отриманої хроматограми
24.01.2025	ТРН1	105	Проби ТРН1 і ТРН2 майже схожі між собою, але не проходять перевірку за окремими масами. Можна припустити, що це залишок нафти, з якої випарувалися легкі компоненти, з часом утримання на хроматограмі до 15 хвилин. Проби представлені на хроматограмі широким спектром вуглеводнів від С15 до С38 приблизно з однаковими відгуками.
03.02.2025	ТРН2	530	
17.03.2025	8122	57,5	Проби 8121, 8122, 8130 майже схожі між собою, але не проходять перевірку за окремими масами. Так як у виробництві, зазвичай, з нафти намагаються максимально витягти легкі компоненти, а важкий залишок, для доведення його до паспортних показників відповідної марки товарного мазуту, змішують з невеликою кількістю полегшеної фракції, можна припустити, що проби відповідають мазуту. На хроматограмі проби представлені групами спектрів, перша група у районі вуглеводнів С17, друга, з найбільшим відгуком, у районі вуглеводнів С26.
18.03.2025	8121	31,3	
24.03.2025	8130		
20.03.2025	8129	35,6	Проба 8129 не схожа з жодною з проаналізованих, імовірно окреме джерело. Можна припустити, що проба відповідає дизельній або полегшеній фракції нафтопродуктів. На хроматограмі представлена спектрами вуглеводнів з максимальним відгуком у районі С15-С17 та зниженням відгуку (концентрацій) до С20.
28.11.2025	8353	312	Проба 8353 також не схожа з жодною з проаналізованих, імовірно окреме джерело. Можна припустити, що проба відповідає легкому мазуту. На хроматограмі представлена спектрами вуглеводнів з поступовим зростанням відгуків від С20 до максимуму у районі С24 та поступовим спаданням відгуків від максимуму до С30.

### 3. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ ПО РАЙОНАМ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

Стан донних відкладень оцінюється за такими забруднюючими речовинами як: токсичні метали, хлорорганічні пестициди та поліароматичні вуглеводні.

Шкала оцінки екологічного стану донних відкладень в прибережних водних масивах за коефіцієнтом забруднення Кз відповідно «Морської природоохоронної стратегії України» підрозділяється для ТМ та органічних сполук на п'ять класів (Таблиця 3.1)

Таблиця 3.1 – Стан якості прибережних водних масивів за вмістом забруднюючих речовин донних відкладень

Стан якості донних відкладень	Показник Кз		Стан якості у колірному позначенні
	Токсичні метали	Органічні речовини	
Відмінний	$\leq 0,5$	$\leq 0,2$	
Добрий	$>0,5$ та $\leq 1,0$	$>0,2$ та $\leq 1,0$	
Задовільний	$>1,0$ та $\leq 1,25$	$>1,0$ та $\leq 5,0$	
Посередній	$>1,25$ та $\leq 2,5$	$>5,0$ та $\leq 25$	
Поганий	$>2,5$	$>25$	

Шкала екологічної оцінки стану донних відкладень в шельфових водних масивах та водних масивах відкритого моря за показником коефіцієнту забруднення Кз підрозділяється на два класи, при яких донні відклади відповідають доброму екологічному стану (ДЕС) та не відповідають ДЕС (Таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Стан якості донних відкладів шельфових водних масивів та водних масивів відкритого моря за вмістом забруднюючих речовин

Стан якості водних масивів	Показник Кз		Стан якості у колірному позначенні
	Токсичні метали	Органічні речовини	
Добрий стан, ДЕС	$\leq 1,0$	$\leq 1,0$	
Недобрий стан, не ДЕС	$>1,0$	$>1,0$	

### 3.1 Екологічна оцінка стану донних відкладень по районах за вмістом органічних забруднювачів сільськогосподарського походження

Екологічний стан донних відкладень в 2025 р. відносно Кз групи ОЗСП розраховувався по відношенню до граничних концентрацій з Екологічних Нормативів (ЕН) доповненими з бази даних NORMAN (NORMAN Ecotoxicology Database (norman-network.com)).

В таблиці 3.3 наведені середні концентрації ОЗСП в донних відкладеннях у досліджених водних тілах Чорного моря та річках у 2025 році.

Таблиця 3.3 – Середні концентрації ОЗСП в донних відкладеннях (2025р.)

Район	ΣДЦТ	α-НСН	β-НСН	Ліндан	ΣНСН	Гексахлорбензол	Гептахлор	Алдрін	Дільдрин
	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг
CW7	2,8	0,2	0	0,11	0,31	0,3	0,32	1,49	0,63
CW5	0,77	0,06	0,08	0,045	0,185	0,215	0,07	0,295	0,39
CW4	1,55	0,16	0	0,05	0,21	0,41	0,23	1,18	0,37
CW2	1,32	0,1	0	0,04	0,14	0,28	0	0,43	0,32
CW3	0,69	0,07	0,03	0,04	0,14	0,16	0	0,48	0,32
DAN	41,61	0,69	0,23	0,43	1,35	1,47	0,15	1,24	0,79
DN	8,04	0,87	1,05	0,45	2,37	1,05	0,19	1,6	0,93
Tes	1,59	0,47	0	0,24	0,71	1,19	0	1,75	0,42
UB	3,51	0,64	0	0,22	0,86	0,55	0,52	0,78	0,65

За середніми показниками концентрацій речовин групи ОЗСП видно, що за натуральними показниками значні рівні забруднення зафіксовані в річках, серед яких найбільше забруднення в річки Дунай.

За загальним показником Кз для групи ОЗСП, водні масиви Чорного моря CW2, CW3, CW4, CW5, CW7 відповідають доброму екологічному стану, досліджені райони річки Південний Буг та Тилігульський лиман також

відповідають доброму екологічному стану, досліджені райони річок Дністер та Дунай відповідають задовільному екологічному стану, рисунок 3.1.

За Кз індивідуальних речовин групи ОЗСП, дивись таблицю 3.4:

- в районі CW7 Кз  $\Sigma$ ДДТ, ліндан, дільдрин відповідали задовільному стану;
- в районі річки Дунай Кз  $\Sigma$ ДДТ, ліндан відповідали посередньому стану, Кз дільдрин - задовільному стану;
- в районі річки Дністер Кз ліндан відповідав посередньому стану, Кз ( $\Sigma$ ДДТ,  $\beta$ -НСН, дільдрин) відповідали задовільному стану;
- в районі Тилігульського лиману Кз ліндан відповідав задовільному стану;
- в районі річки Південний Буг Кз  $\Sigma$ ДДТ, ліндан, дільдрин відповідали задовільному стану.

Таблиця 3.4 – Коефіцієнти забруднення Кз донних відкладень за індивідуальними показниками ОЗСП у досліджених районах в 2025 році

Район	Кз ОЗСП	Кз $\Sigma$ ДДТ	Кз $\alpha$ -НСН	Кз $\beta$ -НСН	Кз ліндан	Кз $\Sigma$ НСН	Кз гексахлорбензолу	Кз гептахлору	Кз алдріну	Кз дільдрину
CW2	0,26	0,53	0,04	0	0,8	0,03	0,11	0	0,17	0,64
CW3	0,23	0,28	0,03	0,03	0,8	0,03	0,06	0	0,19	0,64
CW4	0,35	0,62	0,06	0	1	0,04	0,16	0,09	0,47	0,74
CW5	0,26	0,31	0,02	0,08	0,9	0,04	0,09	0,03	0,12	0,78
CW7	0,62	1,12	0,08	0	2,2	0,06	0,12	0,13	0,6	1,26
DAN	3,19	16,64	0,28	0,23	8,6	0,27	0,59	0,06	0,5	1,58
DN	1,9	3,22	0,35	1,05	9	0,47	0,42	0,08	0,64	1,86
Tes	0,87	0,64	0,19	0	4,8	0,14	0,48	0	0,7	0,84
UB	0,92	1,4	0,26	0	4,4	0,17	0,22	0,21	0,31	1,3

В досліджених районах основними забруднюючими сполуками є  $\Sigma$ ДДТ, ліндан, дільдрин, це наведено на рисунку 3.2.

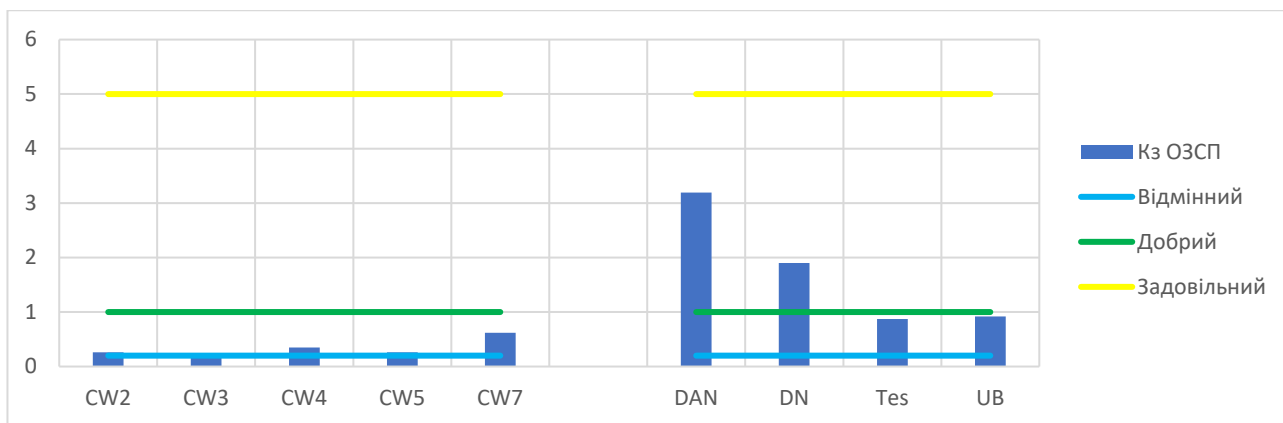


Рисунок 3.1 – Кз донних відкладень за показником Кз ОЗСП у досліджених районах в 2025 році

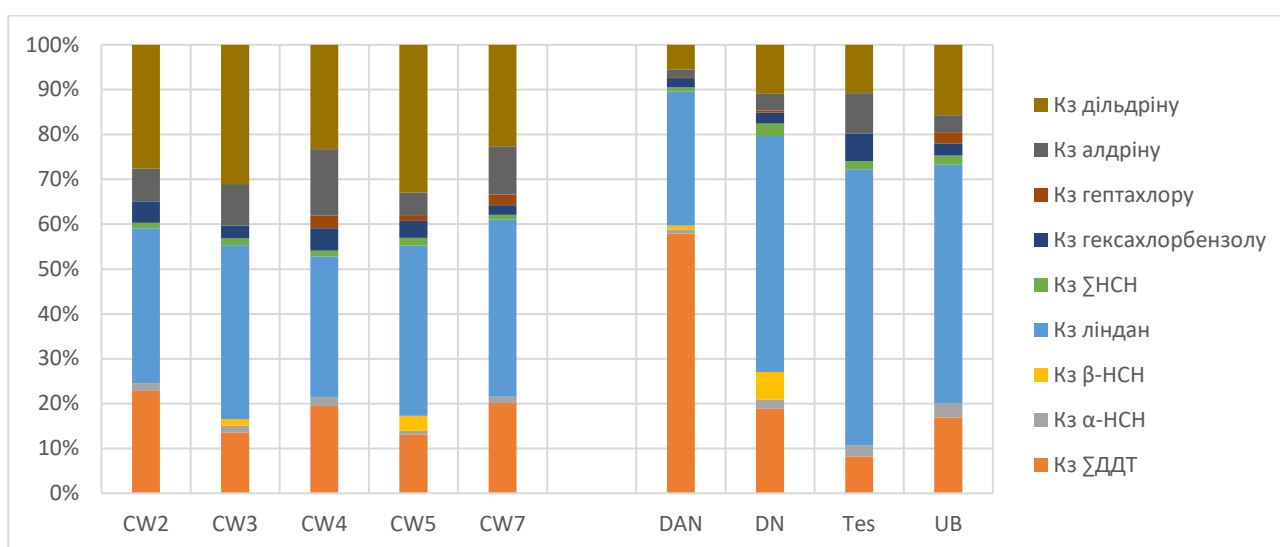


Рисунок 3.2 – Вклад Кз індивідуальних ОЗСП в забруднення донних відкладень у досліджених районах в 2025 році

### 3.2 Екологічна оцінка стану донних відкладень по районах за вмістом органічних забруднювачів промислового походження

Як і для групи ОЗСП, оцінка екологічного стану донних відкладень в 2025 р. за показниками коефіцієнту забруднення Кз групи ОЗПП виконувалась по

відношенню до граничних концентрацій з ЕН доповненими з бази даних NORMAN (NORMAN Ecotoxicology Database (norman-network.com)).

В таблиці 3.5 наведені середні концентрації ОЗСП в донних відкладеннях у досліджених водних тілах Чорного моря та річках у 2025 році.

Таблиця 3.5 – Середні концентрації ОЗСП в донних відкладеннях (2025р.)

Район	ПХБ28	ПХБ52	ПХБ101	ПХБ118	ПХБ126	ПХБ138	ПХБ153	ПХБ156	ПХБ180
	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг
CW2	0,14	0,96	0	0	0	0	0	0,04	0
CW3	1,505	4,145	0,3	0	0	0,185	0	0,03	0
CW4	0	0,99	0	0	0	0,11	0	0	0
CW5	1,14	1,13	0	0	0	0,13	0	0	0
CW7	0,95	1,4	0	0	0	0,16	0	0,02	0
DAN	3,26	2,82	2,09	0	0	0	0	0,14	0
DN	2,74	2,29	0	0	0	0	0	0	0
Tes	0,78	1,71	0	0	0	0	0	0	0
UB	6,83	6,65	1,51	0	0	0	0	0	0
Район	Фенантрену	Антрацену	Флуорантену	Бензо(а)антрацену	Хрізену	Бензо(к)флуорантену	Бензо(а)пірену	Індено(1,2,3cd)пірену	Бензо(g,h,i)перілену
	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг	мкг/кг
CW2	3,78	2,16	5,06	0,32	0	0,16	0,29	0	0
CW3	6,47	2,54	4,69	0,545	0,295	0,235	0,375	0,145	0
CW4	4,78	1,99	5,5	0,3	0	0,18	0,27	0	0
CW5	6,79	2,84	3,93	0,18	0	0,08	0,14	0	0
CW7	6,46	2,08	4,34	0,18	0,09	0,08	0,14	0	0
DAN	5,81	15,88	6,01	16,56	4,44	12,53	2,02	3,65	3,05
DN	4,46	22,1	16,79	25,07	18,19	15,57	3,23	16,65	5,53
Tes	3,99	3,57	4,79	12,04	2,67	2,84	2,17	3,61	6,69
UB	5,92	4,64	4,41	2,91	1,27	1,42	0,96	1,33	1,2

За середніми концентраціями речовин групи ОЗПП видно, що в донних відкладеннях переважають поліароматичні забруднюючі речовини.

Екологічний стан досліджених районів за середнім значенням Кз групи ОЗПП відповідає «дуже доброму» та «доброму», що наведено в таблиці 3.6 та на рисунку 3.3.

За Кз індивідуальних речовин групи ОЗПП в районі річки Дунай та Дністер Кз флуорантену відповідало посередньому стану.

Таблиця 3.6 – Коефіцієнти забруднення Кз донних відкладень за індивідуальними показниками ОЗПП по дослідженим районам в 2025 році

Район	Кз ОЗПП	Кз ПХБ28	Кз ПХБ52	Кз ПХБ101	Кз ПХБ118	Кз ПХБ126	Кз ПХБ138	Кз ПХБ153	Кз ПХБ156	Кз ПХБ180
CW2	0,03	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0
CW3	0,03	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0
CW4	0,03	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0
CW5	0,04	0,01	0,03	0	0	0	0	0	0	0
CW7	0,02	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0
DAN	0,18	0,01	0,02	0,03	0	0	0	0	0	0
DN	0,30	0,01	0,02	0	0	0	0	0	0	0
Tes	0,12	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0
UB	0,06	0,03	0,05	0,02	0	0	0	0	0	0
Район	Кз нафтаїну	Кз фенантрєну	Кз антрацену	Кз флуорантену	Кз бензо(а)антрацену	Кз Хрізену	Кз бензо(к)флуорантену	Кз бензо(а)пірену	Кз індено(1,2,3сd)пірену	Кз бензо(г,н,і)перілену
CW2	0,45	0,06	0,08	0,01	0	0	0,01	0	0	0
CW3	0,43	0,05	0,09	0,01	0	0	0,01	0	0	0
CW4	0,32	0,04	0,11	0,02	0	0,01	0,01	0	0	0
CW5	0,43	0,06	0,09	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0	0,01
CW7	0,25	0,05	0,1	0,02	0	0,01	0,01	0	0	0
DAN	0,39	0,35	0,12	1,10	0,22	0,63	0,08	0,15	0,12	0,19
DN	0,30	0,49	0,34	1,67	0,91	0,78	0,13	0,67	0,22	0,21
Tes	0,27	0,08	0,10	0,80	0,13	0,14	0,09	0,14	0,27	0,25
UB	0,39	0,10	0,09	0,19	0,06	0,07	0,04	0,05	0,05	0,05

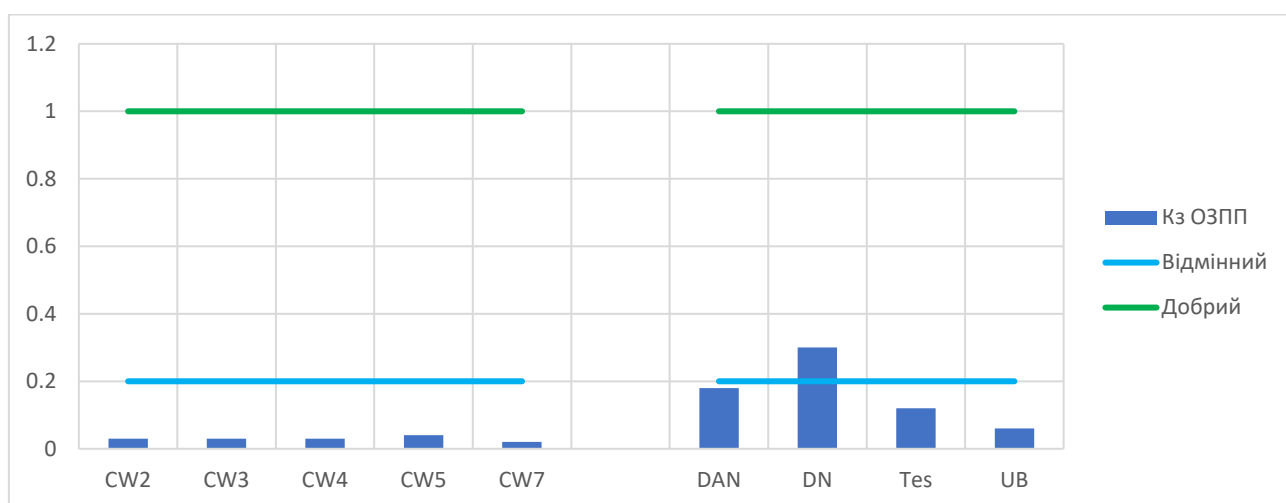


Рисунок 3.3 – Кз донних відкладень за показником ОЗПП у досліджених районах в 2025 році

Основний вклад в забруднення донних відкладень групою ОЗПП в прибережних масивах Чорного моря CW2, CW3, CW4, CW5, CW7 вносить нафталін (від 55% до 70%), в досліджених районах річок Дунай, Дністер та Тилігульського лиману флуорентен (від 30% до 35%), в досліджених районах річки Південний Буг нафталін (41%) (Рисунок 3.4).

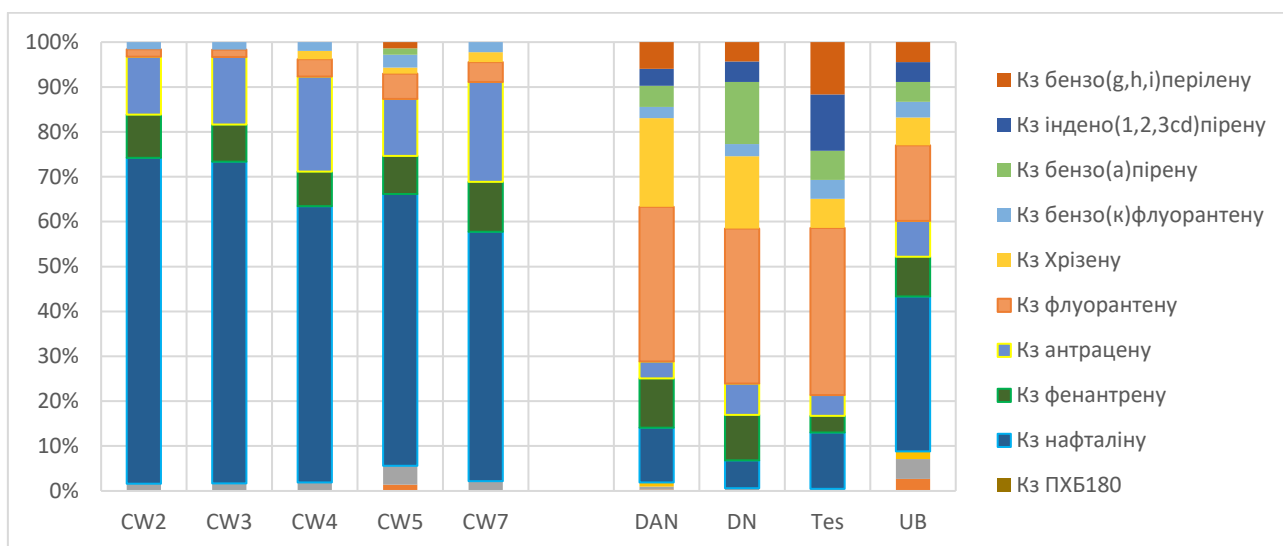


Рисунок 3.4 – Вклад Кз індивідуальних ОЗПП в забруднення донних відкладень у досліджених районах в 2025 році

Характер забруднень та джерел надходження цих забруднень можливо оцінити за допомогою геохімічних маркерів [13], таких як:

- відношення фенантрени до антрацену (Ph/An);
- відношення суми пірену та флуорантену до суми хризену та фенантрени ((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(a)антрацену до суми сполук з молекулярною масою 228 (BaA/228).

Середні значення  $\sum$  ПАВ, B(a)Pec. Суми канцерогенних ПАВ [14] та геохімічні маркери по дослідженим районам розраховувались за середніми значеннями концентрацій ПАВ донних відкладень в 2025 р.

Результати виконаного аналізу показали, що середня концентрація суми канцерогенних ПАВ в донних відкладеннях цих водних масивів перевищує концентрацію B(a)Pec. Це характеризує присутність сполук, що не надають високого токсичного впливу на біологічні об'єкти але вони можуть накопичуватись в них та викликати незворотні зміни на генетичному рівні.

Відповідно до [15], донні відкладення залежно від загального вмісту ПАУ підрозділяються на 3 класи:

- незначно забруднені при сумі ПАУ <250 мкг/кг;
- забруднені при сумі ПАУ  $\geq 250$  та  $\leq 500$  мкг/кг;
- сильно забруднені при сумі ПАУ >500 мкг/кг.

За наданою класифікацією донні відкладення досліджених районів характеризуються як «незначно забруднені» (таблиця 3.7). Імовірно, завдяки погній розчинності ПАВ в воді, осадження сполук групи ПАВ здійснюється ближче до джерел їхнього надходження до Чорного моря. Це припущення щодо сполук групи ПАВ справедливе і для річок. ПАВ, які були виявлені в воді річок, переносяться з потоком, потрапляють до моря та далі осідають, здебільш, в зоні седиментації. В зв'язку з бойовими діями, відсутня можливість проводити дослідження в районах впадіння річок до Чорного моря.

Таблиця 3.7 – Середні концентрації ПАВ по досліджених районах та геохімічні маркери донних відкладень в 2025 році

Водний масив	$\sum$ ПАВ, мкг/кг	B(a)Pec, мкг/кг	Сума канцерогенних ПАВ, мкг/кг	Ph/An	(Py+Flu)/(Chr+Ph)	An/178	Flu/Py	Flu/Flu+Py	BaA/228
CW2	14,12	0,13179	0,58	0,426877	0,232759	0,700831	1,454545	0,592593	0
CW3	18,92	0,52401	1,57	0,541578	0,354955	0,648686	1,238636	0,553299	0,556604
CW4	15,67	0,13692	0,54	0,361818	0,239631	0,734312	1,363636	0,576923	0
CW5	16,51	0,16794	0,36	0,722646	0,09589	0,580502	1,8	0,642857	0
CW7	15,81	0,17451	0,45	0,479263	0,125	0,676012	2	0,666667	0,529412

Водний масив	$\Sigma$ ПАВ, мкг/кг	B(a)Peq, мкг/кг	Сума канцерогенних ПАВ, мкг/кг	Ph/An	(Py+Flu)/(Chr+Ph)	An/178	Flu/Py	Flu/Flu+Py	BaA/228
DAN	119,64	14,18658	43,12	2,642263	1,246744	0,274555	0,878049	0,467532	0,261638
DN	189,76	30,46608	94,56	1,31626	1,266525	0,431731	1,107332	0,525466	0,538803
Tes	75,46	13,53782	49,89	0,745303	2,51014	0,572967	2,97284	0,748291	0,484574
UB	34,78	3,69959	12,31	1,052154	0,909241	0,487293	1,119231	0,528131	0,472119

Проведена оцінка характеру забруднень та ймовірних джерел забруднення ПАВ донних відкладень у досліджених районах за геохімічними маркерами показала, що тільки в Південному Бузі забруднення мають пірогенне походження (процесів горіння), в інших досліджених районах забруднення мають змішане походження з різних витоків, як пірогенного характеру, так і петрогенного характеру (розливи нафтопродуктів тощо) (Таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 – Оцінка характеру забруднень ПАВ та їх ймовірних джерел забруднення досліджених районів в 2025 році

Водний масив	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		
CW2	пірогенні ПАВ	петрогенні ПАВ	ПАВ з дизельне масло, сланцеве масло, вугль і деякі зразки сирової нафти	петрогенні >1,4 ПАВ	пірогенні ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та деревосини; креозоту)	петрогенні ПАВ	мало забруднені		
CW3				спалювання вугілля		пірогенні ПАВ			
CW4				петрогенні >1,4 ПАВ		петрогенні ПАВ			
CW5				пірогенні ПАВ	пірогенні ПАВ	спалювання деревини		петрогенні ПАВ (більшість НП та продуктів їх горіння)	пірогенні ПАВ
CW7						спалювання вугілля			
DAN	петрогенні >1,4 ПАВ	пірогенні ПАВ							
DN	спалювання вугілля	пірогенні ПАВ							
Tes	петрогенні >1,4 ПАВ	пірогенні ПАВ							
UB	спалювання вугілля	пірогенні ПАВ							

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

Відповідно до дескриптору D9 Рішення Комісії (ЄС) 2017/848 та «Морської природоохоронної стратегії України» виконувалась оцінка наявності вмісту токсичних речовин у водних біоресурсах. Якість біологічних об'єктів оцінювалась за ступенем вмісту токсичних металів (ТМ), хлорорганічних пестицидів (ХОП) та поліароматичних вуглеводнів (ПАВ).

Шкала оцінки екологічного стану водних біоресурсів в прибережних водних масивах за коефіцієнтом забруднення Кз відповідно «Морської природоохоронної стратегії України» підрозділяється на п'ять класів відповідно до токсичних металів і органічних забруднюючих речовин (таблиця 4.1)

Таблиця 4.1 – Стан якості біоресурсів прибережних водних масивів за вмістом забруднюючих речовин

Стан якості водних біоресурсів	Показник Кз		Стан якості у колірному позначенні
	Токсичні метали	Органічні речовини	
Відмінний	$\leq 0,5$	$\leq 0,2$	
Добрий	$>0,5$ та $\leq 1,0$	$>0,2$ та $\leq 1,0$	
Задовільний	$>1,0$ та $\leq 1,25$	$>1,0$ та $\leq 5,0$	
Посередній	$>1,25$ та $\leq 2,5$	$>5,0$ та $\leq 25$	
Поганий	$>2,5$	$>25$	

Шкала екологічної оцінки стану водних біоресурсів в шельфових водних масивах та водних масивах відкритого моря за показником коефіцієнту забруднення Кз підрозділяється на два класи, при яких біоресурси характеризуються «добрим» і «недобрим» станом (таблиця 4.2)

Таблиця 4.2 – Стан якості біоресурсів шельфових водних масивів та водних масивів відкритого моря за вмістом забруднюючих речовин

Стан якості водних біоресурсів	Показник Кз		Стан якості у колірному позначенні
	Токсичні метали	Органічні речовини	
Добрий стан, ДЕС	$\leq 1,0$	$\leq 1,0$	
Недобрий стан, не ДЕС	$> 1,0$	$> 1,0$	

**Оскільки проведенню моніторингових досліджень в Чорному морі суттєво перешкоджало проведення бойових дій викликаних агресією російської федерації, дослідження біологічних об'єктів в 2024 році не проводилось.**

## 5 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖЕНИХ ОБ'ЄКТІВ ДОВКІЛЛЯ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

В таблиці 5.1 наведені оцінка екологічного стану досліджених водних масивів за групами забруднюючих речовин в 2025 році.

Таблиця 5.1 – Оцінка екологічного стану досліджених водних масивів в 2025 році

Група забруднюючих речовин	CW2	CW3	CW4	CW5	Річка Дунай	Річка Дністер	Річка Південний Буг
Кз ОЗСП	Добрий	Задовільний	Відмінний	Посередній	Погано	Погано	Погано
Кз ОЗПП	Відмінний	Відмінний	Відмінний	Відмінний	Посередній	Відмінний	Відмінний
Загальна оцінка	Добрий	Задовільний	Відмінний	Посередній	Погано	Погано	Погано
Які сполуки вплинули на оцінку	Гептахлор	Гептахлор, ПХБ 52	Гептахлор	Гептахлор, ПХБ 52, ПХБ 101, ПХБ 180	ДДТ, ΣДДТ, Ліндан, гептахлор, Σ Ціклодієнових, ПХБ 28, ПХБ 52, ПХБ 138, ПХБ 156, ПХБ 180	гептахлор, ПХБ 138	гептахлор, ПХБ 138, ПХБ 180

Як видно з таблиці 5.1 загальна оцінка екологічного стану, що оцінюється по найгіршій оцінці для груп забруднюючих речовин досліджених водних масивів відповідає:

CW2 – Доброму стану;

CW3 – Задовільному стану;

CW4 – Відмінному стану;

CW5 – Посередньому стану;

Річка Дунай, Дністер, Південний Буг – Поганому стану.

## ВИСНОВКИ

Оцінено вплив на водні тіла груп забруднюючих речовин, таких як органічні забруднювачі сільськогосподарського походження, органічні забруднювачі промислового походження.

В 2025 році по дослідженим районам екологічна оцінка відповідає:

CW2 – Доброму стану;

CW3 – Задовільному стану;

CW4 – Відмінному стану;

CW5 – Посередньому стану;

Річка Дунай, Дністер, Південний Буг – Поганому стану.

В 2025 році зросло токсичне навантаження на північну частину Чорного моря за рахунок виливу нафтопродуктів.

Бойові дії в акваторії Чорного моря та на його узбережжі продовжують негативно впливати на морську екосистему.

В 2025 році продовжується процес само стабілізації екосистеми, але покращення якості екосистеми довкілля Чорного моря і його ДЕС не досягнуто внаслідок зростання негативного впливу окремих антропогенних факторів та виникнення нових. Потрібно зменшення навантаження на морське середовище токсичними і біогенними речовинами, як в складі річкового стоку, так і прибережних антропогенних джерел, а також з річкового та морського транспорту та воєнних кораблів.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. РД 52.10.243-92. Руководство по химическому анализу морских вод. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1993. – 263 с.
2. МВВ № 13/09-09 Морські води. Методика виконання вимірювань масової концентрації кадмію, кобальту, нікелю, міді, 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, міді, 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. Лоева. – 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. Звіт про науково-дослідну роботу: /Оцінка та діагноз стану морського середовища України в межах виключної морської економічної зони та уточнення критеріїв оцінки доброго екологічного стану морських регіонів у 2023 р.// Оцінка забруднення морських екосистем токсичними речовинами за дескрипторами рдмс, надання уточнених критеріїв оцінки ДЕС та визначення статусу екологічного стану морських водних масивів відповідності ДЕС з визначенням їх тенденції// – том 3.
14. Звіт про науково-дослідну роботу: /Оцінка та діагноз стану морського середовища України в межах виключної морської економічної зони та уточнення критеріїв оцінки доброго екологічного стану морських регіонів у 2024 р.// Оцінка забруднення морських екосистем токсичними речовинами за дескрипторами рдмс, надання уточнених критеріїв оцінки ДЕС та визначення статусу екологічного стану морських водних масивів відповідності ДЕС з визначенням їх тенденції// – том 3.
15. Angerer J. Biological monitoring and biochemical effect monitoring of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons / J. Angerer, C. Mannschreck, J. Gьndel // Int. Arch. Occup. Environ. Health. - 1997. - V. 70, N6. - P. 365 - 377.
16. 2. Szczeklik J. Metabolic polymorphisms and biomarkers of exposition to

polycyclic aromatic hydrocarbons (ПАН) / J. Szczeklik // *Przegl. Lek.* - 2005. - V. 62, N 12. - P. 1542 - 1545.

17. 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. – P. 33–56.

18. 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

19. Traven L. CYP1A Induction potencial and the focus of pollutants in morske sediment samples – 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. – P. 1648 – 1656.