

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,  
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач випускової кафедри  
\_\_\_\_\_ Т. В. Дудар  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»,  
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ  
«ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

**Тема: «Динаміка забруднення річки Дніпро важкими металами та органічними сполуками»**

Виконавець: студентка групи ЕК-401 Хілько Вікторія Олегівна  
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: докт. біол. наук Міхєєв Олександр Миколайович  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Нормоконтролер:

\_\_\_\_\_ (підпис)

Явнюк А. А.  
(П.І.Б.)

КИЇВ 2022

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Спеціальність, освітньо-професійна програма: спеціальність 101 «Екологія»,  
ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Дудар Т. В.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

## ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Хілько Вікторії Олегівни

1. Тема роботи «Динаміка забруднення річки Дніпро важкими металами та органічними сполуками» затверджена наказом ректора від 18.04.2022р. № 388/ст.
2. Термін виконання роботи: з 23.05.2022р по 19.06.2022р.
3. Вихідні дані роботи: джерела літератури - наукові статті, доповіді, журнали, листи екологічних досліджень, інтернет ресурси.
4. Зміст пояснювальної записки: вступ, динаміка забруднення басейну річки Дніпро, а саме р. Тетерів важкими металами та органічними речовинами, висновки, список використаних джерел.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми.

## 6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Одержання теми. Пошук та аналіз літератури за темою дипломної роботи.	08.04.2022	
2.	Підготовка основної частини (Розділ I)	23.05- 01.06.2022	
3.	Підготовка основної частини (Розділ II)	30.06- 01.06.2022	
4.	Підготовка основної частини (Розділ III)	02.06.- 04.06.2022	
5.	Формулювання висновків та рекомендацій дипломної роботи	05.06.2022	
6.	Оформлення пояснювальної записки до попереднього представлення на кафедрі, консультація з нормоконтролером	05.06.- 07.06.2022	
7.	Представлення роботи на кафедрі	08.06.2022	
8.	Урахування зауважень, рекомендацій та підготовка до захисту	09.06- 13.06.2022	
9.	Захист дипломної роботи	16.06.2022	

7. Дата видачі завдання: «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

Керівник дипломної роботи (проекту): \_\_\_\_\_ Міхєєв О.М.  
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_ Хілько В.О.  
(підпис випускника) (П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Динаміка забруднення річки Дніпро важкими металами» містить 68 с., 22 рис., 13 табл., 50 літературних джерел.

Об'єктом дослідження було вивчення архівних даних щорічного моніторингу Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО) басейну р. Дніпра (р. Тетерів по трьом пунктах спостереження (ПС)).

Мета дослідження – оцінка стану забруднення вод басейну р. Дніпро, а саме р. Тетерів, важкими металами та органічними сполуками на території міста Житомир та міста Радомишль за 1991-2016 роки.

Результати дослідження можуть бути використані при установленні основних тенденцій змін хімічних показників інших водних об'єктів та сумісного аналізу їх складових.

Дана робота може мати перспективи подальшого дослідження при комплексному вирішенні проблем санітарної охорони поверхневих водойм та виявленні причин забруднення поверхневих вод р. Тетерів, удосконаленні нормативно-правової бази управління водними ресурсами; підвищенні якості та покращенні державного нагляду за скидом стічних вод та систем моніторингу.

Ключові слова: ВАЖКІ МЕТАЛИ, НАФТОПРОДУКТИ, НАФТА, СИНТЕТИЧНІ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНІ РЕЧОВИНИ, ПОВЕРХНЕВІ ВОДИ, ДИНАМІКА ЗАБРУДНЕННЯ.

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ</b> .....	6
<b>ВСТУП</b> .....	7
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	10
1.1. Основні етапи розвитку проблеми забруднення важкими металами та органічними сполуками поверхневих вод басейну річки Дніпро (р. Тетерів) .....	10
1.2. Загальна характеристика досліджуваних забруднюючих речовин .....	11
1.3. Висновки до розділу .....	26
<b>РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ</b> .....	27
<b>РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ОБГОВОРЕННЯ</b> .....	32
3.1. Характеристика основних водокористувачів-забруднювачів та природоохоронних заходів на території басейну річки Дніпро (р. Тетерів).....	32
3.2. Оцінка достовірності різниць за критерієм Стьюдента .....	34
3.3. Кореляційна залежність даних .....	44
3.3.1. Розрахункові дані кореляційної залежності для пункту спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста .....	44
3.3.2. Розрахункові дані кореляційної залежності для пункту спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста .....	49
3.3.3. Розрахункові дані кореляційної залежності для пункту спостереження 13365 р. Тетерів, м, Радоми шль, 1 км вище міста.....	53
3.4. Висновки до розділу .....	57
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	58
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	60
<b>ДОДАТКИ</b> .....	65

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- БСК – Біологічне споживання кисню;
- ВАТ – Відкрите акціонерне товариство;
- ВМ – Важкі метали;
- ГДК – Гранично-допустима концентрація;
- ДКП – Державне комунальне підприємство;
- ДП – Державне підприємство;
- КЕЧ – Квартирно-експлуатаційна частина;
- КП – Комунальне підприємство;
- МКП – Міське комунальне підприємство;
- НП – Нафтопродукти;
- НС – Навколишнє середовище;
- ПАТ – Приватне акціонерне товариство;
- ПС – Пункт спостереження;
- СОЗ – Стійкі органічні забрудники;
- СПАР – Синтетичні поверхнево-активні речовини;
- ХСК – Хімічне споживання кисню;
- ЦГО – Центральна геофізична обсерваторія;

## ВСТУП

*Актуальність теми.* Оцінка якості води і екологічного стану поверхневих вод басейну річки Дніпро (р. Тетерів) дозволяє обґрунтувати управлінські рішення щодо ощадливого та раціонального використання водних ресурсів, а також їх відтворення та охорони. Надмірний вміст ВМ, НП і СПАР в поверхневих водах є гострою проблемою в багатьох регіонах нашої країни. Більшість стічних вод, що скидаються неочищеними в природні водойми, створюють суттєве навантаження на навколишнє середовище (НС), це обумовлено відсутністю мало- або безвідходних технологій та недосконалістю законодавства в області водоспоживання. Тому її необхідно вирішувати якомога оперативніше, використовуючи сучасні технології та методи очищення.

Однією з головних причин негативних наслідків антропогенного впливу на водні об'єкти є споживацьке відношення до них. Збільшення антропогенного впливу на водні джерела та ландшафти водозабірних басейнів призвело до порушення умов формування стоку і водного режиму, зниження можливості водних ресурсів до самовідновлювання. Це зумовило зменшення водності річок, зниження їхньої біопродуктивності [5]. Також його вплив на екосистеми, зокрема водні, супроводжується зміною природних хімічних властивостей води, внаслідок збільшення вмісту шкідливих речовин або домішок як неорганічні (важкі метали (ВМ):  $Mn^{2+}$ ,  $Cr^{6+}$ ), так і органічної природи (синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), нафта та нафтопродукти (НП)) [8].

Основні засади вивчення найбільш репрезентативних гідрохімічних характеристик поверхневих вод представлено в публікаціях Осадчого В. І., присвячених впливу урбосистем на гідрохімію вод басейну Дніпра. Найбільший приріст заліза, марганцю, фенолів та СПАР спостерігається нижче м. Житомира, р. Тетерів. Присутність у воді токсичних сполук органічної природи призводить до зниження вмісту розчиненого у воді кисню за рахунок його витрат на окиснення вказаних речовин СПАР спричиняють утворення стійкої піни, яка погіршує аерацію

води та гальмує процеси самоочищення. При певних концентраціях СПАР стимулюють розмноження сапрофітних бактерій, кишкової палички [24].

Важкі метали – одні з найбільш небезпечних компонентів забруднення поверхневих вод України. Не піддаючись, на відміну від органічних речовин, деструкції, вони постійно містяться в тій чи іншій формі у водних екосистемах і тому суттєво впливають на якість води та функціонування біоти. Акумулявання ВМ у водоймах залежить не тільки від геологічної структури порід, але й типу водойми, її гідрологічного режиму, сезонних коливань фізико-хімічних показників води. Найбільш біодоступними і небезпечними є розчинені у воді сполуки металів [18, 22,40].

Нафтопродукти, в свою чергу, є токсичною речовиною, особливо для гідроекосистем та їх мешканців. Не дивлячись на ряд міжнародних угод, забруднення гідросфери нафтою прогресує. Розрахунки показують, що літр нафти, розлитої по поверхні водного об'єкта, поглинає розчинений кисень із 400 тис. літрів води. Тонна нафти, розтікаючись по поверхні води, може покрити плівкою акваторію в 10 квадратних кілометрів [1].

**Мета дослідження** – оцінка стану забруднення води р. Тетерів важкими металами та органічними сполуками на території міста Житомир та міста Радомишль за 1991-2016 роки.

**Завдання дослідження:**

1. Окреслити основні етапи розвитку проблеми забруднення важкими металами та органічними сполуками поверхневих вод та стисло висвітлити питання, що залишилися не вирішені.

2. Навести методи вирішення задач і їх порівняльні оцінки та розробку загальну методіку проведення досліджень.

3. Викласти результати власних досліджень з висвітленням того нового, що вноситься у розроблення проблеми. Дати оцінку повноти вирішення поставлених задач, оцінку достовірності одержаних результатів, їх порівняння з аналогічними результатами інших праць.

**Об'єктом дослідження** було вивчення архівних даних щорічного моніторингу



Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО) басейну р. Дніпра (р. Тетерів по трьом пунктах спостереження (ПС)).

**Предметом дослідження** – аналіз складових статистичних параметрів, щодо вмісту важких металів та органічних сполук.

**Наукова новизна роботи** полягає в установленні основних тенденцій змін хімічних показників водних ресурсів, на основі даних спостережень Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського за водами р. Тетерів у зазначені роки останніх трьох десятиріч.

**Практичне значення** одержаних результатів. Результати наукового дослідження в подальшому можна використати при:

- комплексному вирішенні проблем санітарної охорони поверхневих водойм та виявленні причин забруднення поверхневих вод р. Тетерів з метою розробки певних еколого-управлінських рішень;
- підвищенні якості та покращенні державного нагляду за скидом стічних вод та систем моніторингу.

В процесі роботи було використано такі **методи дослідження**:

- науково-літературний метод;
- метод аналізу даних;
- фотометричний, флюориметричний, атомно-абсорбційний методи;
- порівняльний метод;
- оцінювальний метод;
- статистичний метод;
- метод комп'ютерного опрацювання (використання програм Microsoft

Word та Excel).

**Особистий внесок випускника:** було опрацьовано відповідні архівні дані щорічного моніторингу Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО) басейну р. Дніпра (р. Тетерів) по трьом пунктам спостереження, та обраховано коефіцієнт Стьюдента та показник кореляції, створено діаграми та таблиці, за отриманими результатами.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### **1.1. Основні етапи розвитку проблеми забруднення важкими металами та органічними сполуками поверхневих вод басейну річки Дніпро (р. Тетерів)**

Поверхневі водойми Житомирщини у 2000 р. були забруднені 19-ма підприємствами області, 12 з яких належать до системи житлово-комунального господарства. Найбільші забруднювачі: Житомирське виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарств (ВУВКГ) – 18,1 млн. куб. м; Коростенське ВУВКГ – 6,0 млн. куб. м; ВАТ «Бердичівське шкіроб'єднання ім. Ілліча» – 4,7 млн. куб. м; Бердичівське ВУВКГ – 1,3 млн. куб. м [4].

За даними роботи Осадчого В.І. тільки підприємствами легкої та текстильної промисловості з р. Тетерів забирається 1,446 млн. м<sup>3</sup>/рік води, і одночасно вони скидають 4,03 млн. м<sup>3</sup>/рік стічних вод різного рівня очистки. Високий приріст стоку показників цієї групи в створах нижче міст пов'язаний з тим, що в структурі скидових вод значно зросла частка господарсько-побутових вод, характерною особливістю яких є високий вміст мінеральних форм азоту, органічних речовин, бактеріальне забруднення та присутність патогенної мікрофлори. На думку Б. Скакальського надходження біогенних елементів зі стічними водами з урбанізованих територій є одним із найвпливовіших чинників антропогенного впливу при евтрофікації водойм [34, 35].

Щодо техногенних природних джерел, що утворились внаслідок діяльності людини, то збільшення їх стоку нижче міст у більшості випадків не спостерігалось. Це пов'язано з поєднанням гідродинамічних і фізико-хімічних процесів, що свідчить про те, що водний об'єкт не втратив своєї самоочисної здатності відносно цих компонентів. Найбільше збільшення вмісту заліза, марганцю, фенолів та поверхнево-активних речовин спостерігалось під м. Житомир р. Тетерів. Відносний приріст мінерального фосфору є найбільшим у воді р. Тетерів нижче м. Житомир, де він

досягає 852% [24].

За даними роботи Щербатюка А.Ф. впродовж 2001–2009 років середнє значення біологічного споживання кисню (БСК-5) для р. Тетерів становило 9,68 мг O<sub>2</sub>/л, що в 3,2 рази перевищує допустимий норматив. Хімічне споживання кисню (ХСК) впродовж 2001–2009 років змінювалось для р. Тетерів – від 18,67 до 29,5 мг O<sub>2</sub>/л. Згідно з СанПН № 34630-88, ХСК не повинне перевищувати 15 мг O<sub>2</sub>/л – для р. Тетерів. Слід зауважити, що чисті поверхневі води мають ХСК в межах 10–15 мг O<sub>2</sub>/л [46].

За результатами обстеження р. Тетерів встановлено, що внаслідок аварії на каналізаційному колекторі комунального підприємства (КП «Житомирводоканал») зафіксовано скид стічних вод у систему зливової каналізації комунального підприємства «Експлуатація штучних споруд» Житомирської міської ради з подальшим потраплянням її у р. Тетерів [32].

За фактом загибелі водних біоресурсів Житомирська регіональна державна лабораторія ветеринарної медицини надала звіт про результати дослідження паталогічного (біологічного) матеріалу від 27.07.2017 № 000964, в якому зазначила, що за даними патанатомічного розтину, біологічних та мікроскопічних досліджень трупів риби річкової і хіміко-токсикологічного дослідження проб води встановлено, що загибель риби сталася внаслідок евтрофікації, причиною якої став масовий розвиток і відмирання зоопланктону та синьо-зелених водоростей («цвітіння води») враховуючи температурний режим, відсутність атмосферних опадів і як наслідок гнилісні процеси та зменшення кількості розчиненого кисню [32].

## **1.2. Загальна характеристика досліджуваних забруднюючих речовин**

У наш час за оцінкою EPA (United States Environmental Protection Agency) існує більше 5 млн. найменувань токсичних речовин, які використовуються людиною у ході господарської діяльності, а надалі, зі стоками, атмосферними опадами, ґрунтовими водами та іншими шляхами надходять у водні об'єкти. Серед них значну частину складають штучно синтезовані токсичні забрудники – чужорідні для водних

екосистем речовини (ксекнобіотики) [21].

Однією з перших, яка широко використовується нині, була і класифікація стічних вод Е.О. Веселова [7].

За цією класифікацією стічні води поділяють на 2 групи:

- ті, що містять органічні забруднювачі;
- ті, що містять неорганічні забруднювачі.

*Органічними забруднювачами у стічних водах можуть бути:*

1) первинні продукти тваринного походження (рештки, продукти життєдіяльності тварин, природні тваринні токсини);

2) первинні продукти рослинного походження (рештки відмерлих рослин, продукти життєдіяльності, токсини, що утворюються у процесі їх життєдіяльності – алкалоїди, глюкозиди і т.д.);

3) продукти термічної переробки твердого палива (кам'яного вугілля, торфу);

4) нафта, нафтопродукти і їх компоненти;

5) органічні кислоти;

6) кетони і спирти;

7) феноли;

8) органічні фарбники і їх компоненти;

9) поверхнево активні речовини (синтетичні миючі засоби);

10) пестициди (інсектициди, гербіциди, фунгіциди, нематоциди, зооциди, репеленти, хемотрилізатори, стимулятори й інгібітори росту рослин, дефоліанти і т.ін.) [11].

*Неорганічними забруднювачами у стічних водах можуть бути:*

1) сірководень, сірчисті і сірчані сполуки;

2) неорганічні кислоти і луги;

3) мінеральні солі лужних і лужноземельних металів (хлориди, сульфати, нітрати, нітроти і т.д.);

4) мінеральні солі важких металів;

5) мінеральні зависі.

Важкі метали – зараз є недостатньо чіткою групою хімічних елементів з металічними властивостями, включаючи перехідні метали, деякі металоїди, лантаноїди та актиноїди. Термін характеризує широкий спектр забруднюючих речовин, має різні інтерпретації та час від часу піддається критиці вченими. Як наслідок, кількість елементів, що належать до групи важких металів, сильно варіюється. В якості критеріїв приналежності використовуються багато характеристик: атомна маса, щільність, токсичність, поширеність у природному середовищі, ступінь участі в природних і антропогенних циклах.

У наукових роботах з питань забруднення навколишнього середовища та моніторингу довкілля до теперішнього часу важкі метали включають понад 40 видів металів у періодичній системі Д.І. Менделєєва, атомна маса яких перевищує 50 атомних одиниць: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi тощо. Важливу роль у класифікації важких металів відіграє їх висока токсичність для організмів при відносно низьких концентраціях, а також їх здатність до біоаккумуляції (накопичення в тканинах і органах організмів) і біомагніфікації (накопичення в трофічному ланцюзі) [11].

Проте майже всі метали, які підпадають під термін «важкі метали» (крім свинцю, ртуті, кадмію, вісмуту, миш'яку), беруть активну участь у біологічних процесах і входять до складу ферментів, макромолекул, гормонів, вітамінів тощо. [33]. У зв'язку з цим хімічні елементи даної групи поділяють на есенціальні (біофільні) і не есенціальні [21].

До першої групи в даний час входять 25 хімічних елементів, таких як Fe, Cu, Zn, Cr, Mn, Co, Mo тощо, які необхідні для нормальних фізіологічних процесів живих організмів (у тому числі водних), але при присутності у високих концентраціях у воді чи інших об'єктах – виявляють токсичні властивості, накопичення у тканинах живих організмів таких елементів може призвести до порушення біохімічних процесів і фізіологічних функцій. [11].

До другої групи відносяться такі елементи, як Hg, Cd, Pb, Bi і As, які називають високотоксичні, себто викликають негативні зміни у життєдіяльності організмів навіть за надзвичайно низьких концентрацій, а їх біологічна роль не визначена [11].

Деякі дослідники, наприклад Г. Аддетт, поділяють важкі метали на три основні групи: I група – есенціальні мікроелементи (Fe, Cu, Zn, Mn, Co, Cr, Mo); II група – умовно есенціальні мікроелементи (Ni, W, As); III група – токсичні мікроелементи (Hg, Cd, Pb, Bi) [11].

Ми зупинились на аналізі одних з найбільш небезпечних – *хром та марганець*.

*Хром* зустрічається у навколишньому середовищі виключно у вигляді сполук з киснем, утворює ряд мінералів: хроміт, магнохроміт, алюмохроміт й ін. У поверхневій воді сполуки Cr(III) і Cr(VI) потрапляють у результаті вилуговування із гірських порід, вимивання із ґрунтів, незначна кількість – у процесі розкладання відмерлих решток рослин і тварин. Джерелами забруднення водою хромом є викиди і стічні води гальванічних цехів машинобудівних, автомобільних і авіаційних заводів, текстильних та хімічних підприємств [30].

Біологічна роль хрому полягає в активуванні ферментів і вітамінів у живих організмах. Cr<sup>3+</sup> розглядається як необхідний для життєдіяльності гідробіонтів мікроелемент – він забезпечує нормальний перебіг вуглеводного і ліпідного метаболізмів, бере участь у побудові ДНК [21].

За підвищених концентрацій у воді хром токсичний. Токсичність його сполук залежить від валентності: найтоксичніші сполуки хрому (VI), високотоксичні сполуки хрому (III), металічний хром і хром (II) менш токсичні [11].

За наявності у воді іонів хрому у концентраціях вище 2 мг/дм<sup>3</sup> спостерігається пригнічення розвитку мікроорганізмів, фітопланктону, перифітону, у рослин порушуються процеси фотосинтезу і спостерігається хлороз. У тварин вражається центральна нервова система, порушуються процеси формування статевих продуктів, розвиваються злякисні новоутворення у печінці, нирках і т.д. Відомий поріг токсичної дії хрому складає 0,02 мг/дм<sup>3</sup>. Гранично-допустима концентрація (ГДК) хрому для водою – 0,5 мг/дм<sup>3</sup> для Cr<sup>3+</sup>; 0,05 мг/дм<sup>3</sup> для Cr<sup>6+</sup>, для риборозведення відповідно 0,005 і 0,001 мг/дм<sup>3</sup> [11].

*Марганець* у природі не зустрічається у вільному вигляді, входить до складу різноманітних мінералів, переважно у вигляді оксидів. До природних вод надходить у результаті вилуговування залізомарганцевих руд, значна його кількість створюється

у процесі розкладання відмерлих залишків органіки (рослин і тварин), особливо це стосується синьо-зелених і діатомових водоростей, вищої водної рослинності. Джерелами забруднення водою марганцем є шахтні води марганцевих рудників, атмосферні викиди і стічні води марганцевих збагачувальних фабрик, металургійних заводів, підприємств хімічної промисловості [30].

Марганець є елементом, який має високу біологічну активність, бере участь у процесах обміну в азотних циклах та синтезі жирних кислот. Для водоростей і вищої водної рослинності він відіграє дуже важливу роль в утилізації діоксиду вуглецю, для тваринних організмів – в утворенні сполучної, кісткової і кровотворної тканин. Також активно впливає на розвиток та ріст живих організмів. [21; 33].

Марганець відноситься до помірно токсичних елементів і виступає антагоністом міді та алюмінію. Він є окисником пероксидних радикалів, які викликають злоякісні пухлини [11].

Проте за підвищеного вмісту у навколишньому середовищі Mn викликає отруєння гідробіонтів, здатен до акумуляції у їхніх тканинах і органах, найчастіше у печінці, нирках і гонадах, може спричинити загибель. Токсична дія цього металу проявляється для рослин – у порушенні азотистого обміну і синтезу білків; для тварин – у блокуванні діяльності центральної нервової системи, порушенні обміну вітамінів (у першу чергу B<sub>1</sub>), діяльності органів кровотворення і кровообігу. Для нього характерний мутагенний вплив на гідробіонтів [38; 39].

*Стійкі органічні забрудники (СОЗ)* – це загальна назва найбільше поширених і токсичних для біологічних систем органічних речовин природного чи синтетичного походження. СОЗ відрізняються унікальною біологічною активністю, з легкістю поширюються у навколишньому середовищі далеко за межі свого першопочаткового місцезнаходження і уже на рівні мікродомішок негативно впливають на діяльність живих організмів. Концентрації таких речовин по трофічних ланцюгах зростають у тисячі і десятки тисяч разів. Вони дуже повільно розкладаються і здатні акумулюватися в компонентах біоти [21].

Визначення СОЗ було сформульоване у Стокгольмській конвенції 2004 року, яка спрямована на обмеження та заборону використання таких речовин. Ця Конвенція

була підтримана величезною кількістю країн та рядом міжурядових організацій: Європейською комісією, GEF, WB, WHO, FAO, UNEP, UNITAR, UNIDO [11].

Нафта і нафтопродукти відносяться до найбільш поширених нині природних стійких органічних забрудників вод як Світового океану, так і внутрішніх континентальних водойм [13; 15; 41].

Наприкінці 70-х років минулого століття в океан щорічно надходило біля 6,0 млн. т нафти, що складало 0,23% її світового видобутку. Через постійне зростання інтенсивності нафтодобування весь час збільшуються і обсяги нафтового забруднення водного середовища. Середній вміст нафти у пелагіалі Світового океану досягає 10-20 мкг/л, помітно вище він у континентальних водоймах.

Обсяги добування нафти найбільшими нафтодобувними країнами наведено в таблиці 1.1 [50].

Таблиця 1.1

Обсяги добування нафти найбільшими нафтодобувними країнами

Країна	2003 рік		2006 рік		2008 рік	
	обсяг добування, млн. т	% світового ринку	обсяг добування, млн. т	% світового ринку	обсяг добування, млн. т	% світового ринку
Саудівська Аравія	470	12,7	477	12,1	505	9,5
Росія	419	11,3	507	12,9	480	9,1
США	348	9,4	310	7,9	294	5,6
Іран	194	5,2	216	5,5	252	4,8
Китай	165	4,4	184	4,7	189	3,5
Мексика	189	5,1	183	4,6	168	3,2
Канада	138	3,7	151	3,8	173	3,3
Венесуела	149	4,0	151	3,8	180	3,4
Казахстан	51,3	1,2	64,9	1,7	70	1,3
Інші країни	1589,7	43	1692,1	43	2986	56,3
Світовий видобуток нафти, всього	3713	100	3936	100	5297	100



Найбільші втрати нафти пов'язані із витоками її при видобуванні та транспортуванні до споживачів. Аварійні ситуації на видобувних підприємствах, зливання за борт танкерами промивних і баластних вод, аварії танкерів обумовлюють наявність постійних зон нафтового забруднення на трасах морських шляхів [11].

Наймасштабніша за останні роки катастрофа з витоком нафти сталася 20 квітня 2010 року на платформі Deepwater Horizon (British Petroleum) у Мексиканській затоці біля США. Через пошкодження труб свердловини на глибині 1500 метрів у Мексиканську затоку протягом 152 днів вилилося близько 5 мільйонів барелів нафти, нафтова пляма досягла площі 75 тисяч квадратних кілометрів [11].

Для України наймасштабніше забруднення нафтопродуктами її територіальних вод Азовського і Чорного морів було зафіксовано внаслідок аварії теплоходу «Волгонефть-139» з більш ніж 4 000 т нафти на борту, баржі «Дика» з більш ніж 4 т мазуту та витоків пального ще у 5 суден, які потерпіли від шторму у 5-6 балів із силою вітру до 35 м/с у Керченській протоці 10-11 листопаді 2007 року [11].

Значні обсяги нафти надходять у моря з річковим, ливневими та побутовими стоками. Об'єм забруднення з цього джерела складає біля 2,0 млн. т за рік. Зі стоками промисловості щорічно надходить іще 0,5 млн. т нафти. У зв'язку зі швидким розвитком хімічної та нафтохімічної промисловості потреба у нафті збільшується не тільки з метою нарощування обсягів виробництва палива та мастил, а й для отримання сировини для виробництва синтетичних каучуків, волокон, пластмас, поверхнево-активних речовин, миючих засобів, пластифікаторів, присадок для пального, барвників та ін. [11].

Нафта – це складна суміш вуглеводнів з широким діапазоном молекулярних мас і структур, які формують в'язку маслянисту рідину темно-коричневого кольору зі слабко вираженою флюоресценцією. Вона складається в основному із насичених аліфатичних та гідроароматичних вуглеводнів і містить гетеросполуки металів та специфічні компоненти.

Вуглеводні нафти (98% її складу) – поділяють на 4 класи [11]:

а) парафіни (до 90% від загального складу) – стійкі сполуки, молекули яких мають прямий або розгалужений ланцюг атомів вуглецю; легкі парафіни високо летючі і розчинні у воді;

б) циклопарафіни (30 – 60% від загального складу) – стійкі насичені циклічні сполуки з 5-6 атомами вуглецю у кільці; серед них зустрічаються біциклічні і поліциклічні сполуки; важко піддаються біорозкладу;

в) ароматичні вуглеводні (20 – 40% від загального складу) – ненасичені циклічні сполуки ряду бензолу;

г) олефіни (алкени) (до 10% від загального складу) – ненасичені нециклічні сполуки з прямим або розгалуженим ланцюгом атомів вуглецю.

Різні класи вуглеводнів мають неоднакову температуру кипіння і переходу у газоподібний стан, що використовується для перегонки нафти і отримання широкого асортименту нафтопродуктів. При температурі 180-200°C відганяються бензинові фракції, 200-250°C – лігроїнові, 250-315°C – гасово-газойлеві, 315-350°C – масляні [11].

Гетеросполуки металів представлені неорганічними солями та органічними лігандами K, Mg, Ba, Cu, Co, Mo, Al, Fe, Mn, Cr, Ni, V, Sr та ін., загальний вміст яких не перевищує 0,02 – 0,03% від маси нафти [11].

До специфічних компонентів відносять асфальтові і смолисті речовини, які складають гудрон – суміш високомолекулярних гетероорганічних сполук складної гібридної будови із вуглецю, водню, кисню, сірки і азоту. Серед них виділяють нафтові смоли, асфальтени, асфальтенові кислоти і їхні ангідриди, смолисті речовини кислотного характеру, карбони, карбоїди. До кисневих сполук відносять нафтеніві і жирні кислоти, феноли. Сірка у нафті присутня у різній формі від елементної сірки і сірководню до сірчистої органіки, що включає понад 120 сполук (тіофани, тіофени, тіоспирти, тіоефіри і т.д.). Серед азотистих сполук переважають органічні гетероциклічні луги – піридин, хінолін, а також аміни, а при перегонці нафт виділяється аміак. Азотисті сполуки в нафтах зв'язані зі смолистими речовинами – чим більше густина нафти, тим більше в ній міститься смолистих речовин, сірчистих і азотистих сполук [11].

Мінеральні речовини нафти – зола від її спалювання і вода.

Нафтове забруднення водойм має багатовекторну дію на водні екосистеми і настільки згубно відбивається на їх функціонуванні та рибному господарстві, що вважається небезпекою номер один [28; 29]. Надходячи у водне середовище, нафта спочатку розтікається по поверхні води у вигляді різнокольорової плівки, яка порушує газообмін на межі розділення фаз, формуючи кисневий дефіцит у водоймі та змінює склад спектру й інтенсивність проникнення світла у водну товщу. Через тонкі плівки сирової нафти проходить 1 – 10% світла з довжиною хвилі 280 нм і 60 – 70% з довжиною хвилі 400 нм. Плівка товщиною 30 – 40 мкм повністю поглинає інфрачервоне випромінювання [11].

За кольором плівки можна визначити її товщину, обсяги надходження нафти у водойму та оцінити в балах за візуальною шкалою рівень нафтового забруднення (таблиця 1.2).

Оцінку нафтового забруднення водойм за візуальною шкалою наведено в таблиці 1.2 [11].

Таблиця 1.2

Оцінка нафтового забруднення водойм за візуальною шкалою

Колір плівки	Товщина плівки, мкм	Обсяги надходження нафти, л/км <sup>2</sup>	Бальна оцінка забруднення
Світло-сірі плівки незначної площі	0,038	44	1 бал
Сріблясті плівки і плями	0,076	88	2 бали
Ненасичені різнокольорові (веселкові) плівки	0,152	176	3 бали
Насичені яскраві різнокольорові (веселкові) плівки	0,305	352	3 бали
Темно-сірі або чорно-коричневі плівки нафти на більшій частині водойми	1,016	1170	4 бали
Чорна суцільна плівка, яка не розмивається при утворенні хвиль	2,032	2310	5 балів

Забруднення, яке оцінюється в 4-5 балів є екологічною катастрофою для водойми. Розчинні компоненти нафти розчиняються у воді, досягаючи концентрацій до 150, а в деяких районах до 300-500 мг/дм<sup>3</sup>. Нерозчинні компоненти, змішуючись з водою, утворюють емульсії двох типів – пряму «нафта у воді» і зворотну «вода у нафті». Прямі емульсії складаються краплями діаметром до 0,5 мкм, вони малостійкі і летючі. При видаленні летючих фракцій, утворюються в'язкі зворотні емульсії, які можуть зберігатися на поверхні води, переноситися течією на значні відстані і викидатися на берегову смугу, або осідати на дно під дією сили тяжіння. Забруднена берегова смуга надалі слугує джерелом вторинного забруднення водойм. Осажені частки нафти абсорбуються донними субстратами. Мули, насичені мазутом і соляровими маслами, часто утворюють невеликі грудочки, всередині яких містяться нафтопродукти. При руйнуванні грудочок за придонних хвильових рухів водних мас вивільнені нафтопродукти спливають у товщу води, викликаючи вторинне забруднення. Водна витяжка з ґрунту має досить високу концентрацію нафтопродуктів – до 15 мг на 100 г ґрунту [11].

Переважає більшість нафтопродуктів дуже повільно окиснюються і піддаються деструкції. Оскільки дуже мала кількість мікроорганізмів здатні частково утилізувати вуглеводні нафтопродуктів [2], кількість останніх в водах з часом постійно зростає.

Таким чином, легкі нерозчинні і розчинні фракції нафти у вигляді плівки або водного розчину отруюють організми, які населяють поверхневі і придонні шари води, а важкі фракції, осідаючи на дно, знищують донні організми [11].

Нафта і нафтопродукти високотоксичні для всіх екологічних груп гідробіонтів. У забруднених акваторіях відсутній фітопланктон. Токсична дія нафти на фітопланктон проявляється вже за концентрацій у  $10^{-3}$ - $10^{-8}$  мг/дм<sup>3</sup> у вигляді уповільнення або припинення поділу клітин та зниження первинної продукції. Як вказує С.О. Патін [29] первинна продукція морського фітопланктону за хронічного впливу нафтового забруднення за концентрацій нафтопродуктів у воді на рівні 0,05 – 0,5 мг/дм<sup>3</sup> може знижуватися на 50%. Донні рослини витримують концентрації нафти порядку  $10^{-4}$ - $10^{-5}$  мг/дм<sup>3</sup>. Приблизно такий же рівень стійкості характерний для найпростіших. Гіллястовусі ракоподібні гинуть за концентрацій цих забрудників в 0,1

мг/дм<sup>3</sup>, гаммариди – 1,0, хірономіди – 1,4 мг/дм<sup>3</sup>. Риби уникають забруднених нафтою місць, концентрації ж нафтопродуктів у воді більше 1,6 мг/л викликають їх загибель, 1,2 мг/дм<sup>3</sup> – убивають личинок і мальків. За концентрацій 0,1-0,5 мг/дм<sup>3</sup> відмічаються відхилення у розвитку ікринок з етапу дроблення, які виражаються у порушеннях синхронності дроблення клітин та утворенні бластомерів різної величини і форми. У забруднених водах викльов зародків з оболонки ікринок проходить передчасно, а ембріони мають цілу низку незворотних потворностей – неправильну форму тіла, недорозвинення ротового заглиблення, грудних плавців, викривлення хорди, водянку перикардіальної порожнини, недорозвинення серця та відсутність кровообігу, і т.д. [19; 20].

Гостра токсичність нафти і нафтопродуктів для гідробіонтів пов'язана з тим, що нафтові вуглеводні легко змочують поверхню їхнього тіла, розчиняють ліпоїдні фракції клітинних оболонок та мембран, руйнуючи їх цілісність і змінюючи проникливість, взаємодіють з ліпопротеїдними комплексами цитоплазми, змінюючи її фізико-хімічні властивості і порушуючи узгодженість біохімічних процесів [31; 44; 45].

Є дані про генотоксичну дію нафти і нафтопродуктів, яка проявляється у блокуванні синтезу РНК і ДНК та хромосомних абераціях в організмах гідробіонтів різних рівнів організації – від найпростіших до риб та водних ссавців [36; 37].

Нафтопродукти псують якість рибної продукції. Наявність у водоймі навіть незначних кількостей нафти (0,1 мг/дм<sup>3</sup>) надає м'ясу риби запаху і присмаку нафтопродуктів, який не знищується ніякими технологічними обробками. Така риба непридатна навіть для згодовування тваринам і підлягає знищенню [15].

Мідії відносяться до стійких до нафтового забруднення гідробіонтів. Вони, фільтруючи морську воду, звільняють її від емульсованої нафти, переводячи її у псевдофекалії, які осідають на дно і адсорбуються донними мулами. Проте хронічна дія нафтового забруднення викликає у них сповільнення росту і розвитку, підвищує рівень вимирання у популяціях, знижуючи загальну чисельність. Мідії із забруднених морських зон не придатні для вживання у їжу [11].

ГДК для нафти і нафтопродуктів складає 0,3 мг/дм<sup>3</sup> для водойм загального

використання і  $0,05 \text{ мг/дм}^3$  – для рибогосподарських водних об'єктів [43].

Очищення водойм від нафтового забруднення здійснюють шляхом збирання плівок і емульсованих зависей за допомогою нафтопасток. Процес руйнування нафтових емульсій відбувається за допомогою деемульсаторів (нейтралізованого чорного контакту (НЧК), дисольвантів 4411-4422, «темного полімеру»), які самі по собі є сильно токсичними сполуками для гідробіонтів. Встановлено, що деемульсатори у концентрації  $100\text{-}200 \text{ мг/л}$  викликають  $100\%$ -ву загибель риб. Гранично допустимими концентраціями дисольвантів для рибогосподарських водойм є  $1,0 \text{ мг/дм}^3$ , нейтралізованого чорного контакту (НЧК) –  $0,05$ , «темного полімеру» –  $0,42 \text{ мг/дм}^3$ . Контроль за рівнем нафтового забруднення водойм здійснюється за вмістом у воді нафтових вуглеводнів [42].

*Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР)* – це широка група високомолекулярних органічних сполук різного складу і структури, отриманих шляхом сульфування жирів, вуглеводів, спиртів й інших речовин нафтового походження, які здатні адсорбуватися у місцях розділу фаз і знижувати поверхневий натяг рідин [17; 25; 26]. Вони утворюють піну і напівколоїдні розчини у воді, підвищуючи її змочувальну здатність. За певної концентрації (в межах  $0,0001$  –  $0,01$  моль/л) молекули СПАР об'єднуються у агрегати – міцели. З ліпідами, білками, каротиноїдами й іншими нерозчинними у воді речовинами вони утворюють змішані міцели, забезпечуючи їхній перехід у розчин, на чому базується миюча здатність СПАР. Загальним у їхній структурі є наявність одночасно і гідрофобних, і гідрофільних груп. Залежно від властивостей гідрофільних груп, СПАР поділяють на такі групи [11].

- аніоноактивні (синтетичні миючі засоби);
- катіоноактивні (бактерицидні, дезінфікуючі речовини);
- неіоногенні (промислова сировина);
- амфолітичні (залежно від умов середовища, зокрема рН, проявляють властивості аніоноактивних або катіоноактивних СПАР).

Із аніоноактивних СПАР широкого застосування набули солі сірча-нокислих ефірів (сульфати) та сульфокислот (сульфонати); катіоноактивні найчастіше

представлені чотирьохвалентними сполуками амонію та жирними амінами; неіоногенні – полігліколевіми ефірами жирних спиртів і кислот. Із групи амфолітичних ПАР найбільш часто використовуються похідні бетаїну [11].

У водні об'єкти СПАР у значних кількостях надходять з господарсько-побутовими (використання синтетичних миючих засобів у побуті) і промисловими стічними водами (текстильна, нафтова, хімічна промисловість, виробництво синтетичних каучуків), а також зі стоком із сільсько-господарських угідь (використання у складі інсектицидів, фунгіцидів, гербіцидів і дефоліантів в якості емульгаторів). Включаючись у кругообіг речовин у водних екосистемах, вони зазнають біохімічного окиснення, сорбуються зависями і донними субстратами, внаслідок чого концентрація СПАР у воді знижується. Ступінь їх біохімічного окиснення залежить від хімічного складу і структури речовини та умов середовища [11].

За біохімічною стійкістю СПАР поділяють на три групи – м'які, середні та жорсткі. Біологічно «м'які» СПАР руйнуються в очисних спорудах на 80 – 90%, а у природних водоймах розкладаються упродовж 1-4 діб; біологічно «жорсткі» – за біологічного очищення розщеплюються на 35-40%, а у водоймах зберігаються 2-3 місяці і більше. До найбільш легкоокисних СПАР належать первинні і вторинні алкілсульфати з прямими вуглецевими ланцюгами. Зі збільшенням розгалуження ланцюгів швидкість окиснення знижується. Найбільш важко руйнуються алкілбензолсульфонати на основі пропілену [11].

При зниженні температури води швидкість окиснення СПАР зменшується і за 0°C вони практично не розкладаються. В аеробних умовах розщеплення цих сполук відбувається досить активно, в анаеробних – припиняється. Найбільш сприятливою для процесу самоочищення води від СПАР є нейтральна або слабо лужна рН (7-9) водного середовища [11].

У слабозабруднених поверхневих водах концентрація СПАР коливається в межах тисячних і сотих долей міліграма на літр, у зоні забруднення вона підвищується на порядок, а поблизу джерел забруднення може досягати декількох міліграмів на літр [11].

Як і інші стійкі органічні забрудники, СПАР мають багатовекторний токсичний вплив на водні екосистеми. В першу чергу вони змінюють органолептичні властивості води та погіршують кисневий режим. За концентрацій СПАР 0,6 – 180 мг/дм<sup>3</sup> вода набуває специфічного запаху, за 60 – 11 000 мг/дм<sup>3</sup> – отримує гіркий присмак. Піноутворення спостерігається вже за 0,1 – 0,5 мг/дм<sup>3</sup>. Кисневий режим погіршується внаслідок одночасного зменшення дифузії кисню в воду за рахунок зниження її поверхневого натягу і посиленого використання наявних запасів розчиненого O<sub>2</sub> для окиснення СПАР. У процесі розкладання поверхнево-активних речовин змінюється співвідношення катіонів і аніонів у водному розчині, що порушує гідрохімічний режим водойм. І нарешті, СПАР мають пряму токсичну дію на представників біоти водойм: аніоно- й катіоноактивні діють як резорбтивні нервово-паралітичні та гемолітичні отрути, неіоногені – як локальні отрути. Доведена мембранотропна дія (зміна структури і проникливості мембран клітин) для всіх СПАР [11].

Незначні концентрації СПАР знижують резистентність риб до хвороб, що спричиняє розвиток на їх тілі екзопаразитів та грибкових уражень, які викликають повне руйнування плавців та пошкодження шкіряних покривів [19; 20].

За збільшення концентрацій до рівня сублетальних у 2-3 рази підвищується частота дихання та зростає споживання кисню, у подальшому порушується рівновага. З розвитком інтоксикації дихальний ритм уповільнюється, риба гине з широко розкритим ротом і зябровими кришками, тулуб покривається значною кількістю слизу, спостерігається вигин угору у хвостовому відділі, у зябрах – запалення, застій крові та набряки, потовщення і нарости респіраторного епітелію з наступним його відшаруванням. Відбувається також руйнування бокаловидних клітин в епідермісі шкіри. При патолого-анатомічному огляді загиблої від отруєння СПАР риби відмічається збільшення розмірів внутрішніх органів, точкові крововиливи у печінці і нирках. Аналіз крові має таку картину: зростання рівня гемоглобіну на 17-23%, збільшення кількості еритроцитів, дистрофічні зміни у еритроцитах – деформація, пікноз, каріопікноз; лейкопенія [11].



За хронічного отруєння риб СПАР спостерігається їх акумуляція у внутрішніх органах та виснаження організму. Місцями локалізації виступають зябра, шлунково-кишковий тракт (вище жовчної протоки). [21].

ГДК для СПАР у водоймах комплексного призначення складає  $0,5 \text{ мг/дм}^3$ , у рибогосподарських –  $0,2 \text{ мг/дм}^3$  [43].

Оскільки СПАР утворюють піну за низьких концентрацій у воді, рівень забруднення ними водойм можна приблизно визначити за допомогою оцінки піноутворення циліндровим методом [11].

Схему токсичної дії синьо-зелених водоростей на водні екосистеми зображено на рисунку 1.1 [11].

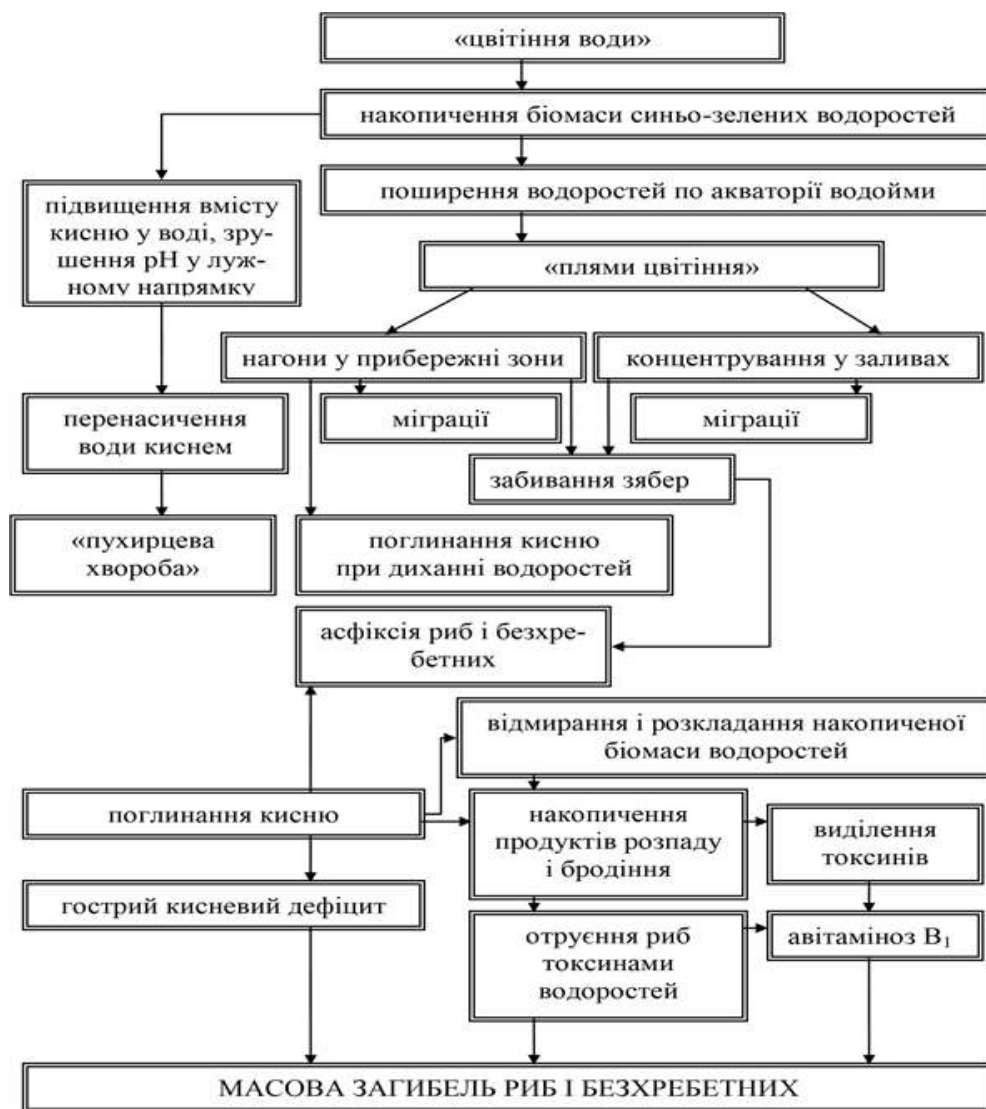


Рисунок 1.1. Схема токсичної дії синьо-зелених водоростей на водні екосистеми

### 1.3. Висновки до розділу

З 2000 року водойми Житомирщини (басейн Дніпра) забруднювались 19-ма підприємствами області. 12 з них належать до системи житлово-комунального господарства. Підприємства легкої та текстильної промисловості з р. Тетерів забирають до 1,446 млн м<sup>3</sup>/рік води, та скидають 4,03 млн м<sup>3</sup>/рік стічних вод, різного рівня очистки.

В стічних водах переважають мінеральні форми азоту, органічних речовин, бактеріальні забрудники та присутня патогенна мікрофлора. В 2017 році сталась загибель водних біоресурсів, за результатами дослідження ветеринарами (розтин, біологічні та мікроскопічні дослідження) трупів річкової риби, а також хіміко-токсикологічного дослідження проб води, встановили, що риба загинула внаслідок евтрофікації, причиною якої став масовий розвиток і відмирання зоопланктону та синьо-зелених водоростей, враховуючи температурний режим, відсутність атмосферних опадів, і як наслідок, гнильні процеси та зменшення кількості розчиненого кисню у воді.

За оцінкою ЕРА існує більше 5 млн найменувань токсичних речовин, які використовуються людиною в господарській діяльності. Однією з перших і основних класифікацій був поділ на органічні та неорганічні забруднювачі. Так як майже всі метали можна віднести до «важких», їх поділяють на есенціальні та не есенціальні.

До першої групи можна віднести такі елементи, як Fe, Cu, Zn, Cr, Mn, Co, Mo тощо, які є необхідними для нормального перебігу фізіологічних процесів, але при високих концентраціях виявляють токсичні властивості. До другої групи можна віднести такі елементи, як Hg, Cd, Pb, Bi і As, які називають високотоксичні, себто викликають негативні зміни у життєдіяльності організмів навіть за надзвичайно низьких концентрацій.

Саме важкі метали, а також НІ та СПАР виявляють одну з найбільших загроз для водойм.

## РОЗДІЛ 2.

### МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Об'єктом дослідження були поверхневі води басейну річки Дніпро (р. Тетерів), де було вибрано три пункти спостережень, що найбільш забезпечені репрезентативною інформацією за зазначений період. I пункт – №13315 м. Житомир 4,5 км вище міста; II пункт – №13315 м. Житомир 2,5 км нижче міста; III пункт – №13365 м. Радомишль 1 км вище міста.

У дослідженні були використані матеріали Центральної Геофізичної Обсерваторії імені Бориса Срезневського, в т.ч. архівні дані результатів аналізів проб води басейну річки Дніпра (р. Тетерів) за останні три десятиріччя (Додатки А-Г).

При визначенні вмісту нафтопродуктів використовували флюориметричний метод. Пробу води об'ємом 100 мл наливати в ділильну воронку місткістю 250 мл та додати 10 мл гексану. Провести екстракцію проби та дати відстоятися протягом 10 хвилин з закритою пробкою. Зібрати верхній гексановий шар та визначити оптичну густина його екстракту на флюориметрі «Флюорат – 02-3М» [23].

При визначенні вмісту СПАР використовували фотометричний метод. 100 мл проби води поміщають у ділильну лійку місткістю 250 мл та добавляють 5 мл розчину калію-натрію виннокислого, 6 мл розчину етилендіаміна міді, 20 мл хлороформу і струшують лійку протягом 1 хвилини. Після розшарування фаз хлороформний екстракт зливають у ділильну лійку місткістю 100 мл, що містить 25 мл кислого розчину азура I. Проводять повторну екстракцію протягом 1 хвилини. Після розшарування фаз хлороформний екстракт зливають через комочок бавовняної вати, змоченої хлороформом, у мірну колбу місткістю 25 мл. Промивають вату хлороформом, зливаючи його в ту ж колбу, доводять обсяг екстракту до 25 мл і перемішують. Далі визначають оптичну густина цього екстракту на «Фотоколориметрі КФК-3-01» [23].

Для визначення вмісту  $Mn^{2+}$ ,  $Cr^{6+}$  проби води концентрували у 10 разів випаровуванням і визначали вміст ВМ методом атомно-абсорбційної

спектрофотометрії на спектрофотометрі С-115 при довжинах хвиль, що відповідали максимуму поглинання кожного з досліджуваних металів [22].

ГДК для: нафтопродуктів – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>; СПАР – 0,02 мг/дм<sup>3</sup>; Марганцю (Mn<sup>2+</sup>) – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>; Хрому (Cr<sup>6+</sup>) – 0,05 мг/дм<sup>3</sup> [23].

Статистичне опрацювання отриманих результатів проводились за критерієм Стьюдента. При статистичній обробці даних проб води ми визначили середню арифметичну величину вибірки, яка позначається (M) і розраховали її за формулою [47]:

$$M=(x^1+x^2\dots+x^n)/n, \quad (2.1)$$

де  $x^1, x^2, \dots, x^n$  – усі чисельні значення проб води за певний проміжок часу, мг/дм<sup>3</sup>; n – кількість вимірів.

Після визначення середньої величини вибірки ми оцінити її варіабельність. Для цього визначається середнє квадратичне відхилення, яке ще називають стандартним відхиленням, ( $\sigma$ ) за формулою [47]:

$$\sigma = \sqrt{((\sum (x^i - M))^2)/(n-1)), \quad (2.2)$$

де  $x^i$  – будь-яке значення ознаки, мг/дм<sup>3</sup>.

Наступною характеристикою вибірки була помилка репрезентативності, яка оцінює, наскільки вибірка репрезентативно представляє генеральну сукупність (m) і визначили її за формулою [47]:

$$m= \sigma / \sqrt{n}, \quad (2.3)$$

Середнє арифметичне значення та помилка репрезентативності є основними чисельними характеристиками вибірки, що дозволило представити результати аналізу кратними ГДК у наступній формі [47]:

$$M \pm m \text{ (кратність ГДК)} \quad (2.4)$$

Та визначили достовірність різниць за Стьюдентом, порівнявши наші дані з табличними.

Далі для визначення чисельної оцінки кореляційного зв'язку між двома змінними (для кожної речовини та кожного пункту спостереження) визначили коефіцієнт кореляції за формулою [47]:

$$r = \mu / (\sigma^x \cdot \sigma^y), \quad (2.5)$$

де  $\mu$  – кореляційне відношення;  $\sigma^x$  і  $\sigma^y$  – середнє квадратичне відхилення для першої та другої ознаки (вибірки), відповідно.

$$\mu = (\sum (x^i - M^x) \cdot (y^i - M^y)) / n, \quad (2.6)$$

$$\sigma^x = \sqrt{((\sum (x^i - M_x))^2) / n}, \quad (2.7)$$

$$\sigma^y = \sqrt{((\sum (y^i - M_y))^2) / n}, \quad (2.8)$$

де  $x^i$  – чисельні значення першої ознаки;  $y^i$  – чисельні значення другої ознаки;  $M^x$  – середнє арифметичне першої ознаки;  $M^y$  – середнє арифметичне другої ознаки;  $n$  – кількість пар порівняння.

Найчастіше коефіцієнт кореляції займає проміжні значення у діапазоні від -1 до 1, які, відповідно, можна оцінювати наступним чином [47]:

-1 < r ≤ -0,6 – сильна від’ємна кореляція;

-0,6 < r ≤ -0,3 – середня від’ємна кореляція;

-0,3 < r < 0 – слабка від’ємна кореляція;

0 < r < 0,3 – слабка позитивна кореляція;

0,3 ≤ r < 0,6 – середня позитивна кореляція;

0,6 ≤ r < 1 – сильна позитивна кореляція.



Отже, можна узагальнити, що за трьома пунктами спостережень вод басейну Дніпра (р. Тетерів), було проведено дослідження, застосовували флюориметричний метод, фотометричний метод при визначенні вмісту СПАР. Методом атомно-адсорбційної спектрофотометрії визначили вміст ВМ, а саме  $Mn^{2+}$ ,  $Cr^{6+}$ .

При даних дослідженнях використовували матеріали Центральної Геофізичної Обсерваторії імені Бориса Срезневського, архівні дані за останні три десятиріччя. А саме розглянули забруднення НП, СПАР,  $Mn^{2+}$  та  $Cr^{6+}$ .

Ми опрацювали надані результати за критерієм Стьюдента. При статистичній обробці даних, ми визначили середню арифметичну величину вибірки, після цього, оцінили її варіабельність, за допомогою середнього квадратичного відхилення (стандартне відхилення).

Також, визначили помилку репрезентативності, що дозволило представити результати аналізу кратними ГДК. Та визначили достовірність різниць за Стьюдентом.

Для визначення кореляційного зв'язку між двома змінними, визначили коефіцієнт кореляції, та оформили дані результати в таблиці.

### РОЗДІЛ 3.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ОБГОВОРЕННЯ

Щоб попередити ситуацію, що сталась з КП «Житомирводоканал», було проведено роботу по аналізу стану забруднення поверхневих вод басейну річки Дніпро (р. Тетерів) важкими металами ( $Mn^{2+}$ ,  $Cr^{6+}$ ) та органічними сполуками (СПАР, НП) на території міста Житомир за 1991-2016 роки. Для досягнення поставленої мети було проаналізовано дані щорічного моніторингу Центральної геофізичної Обсерваторії та виконано їх статистичний аналіз.

### 3.1. Характеристика основних водокористувачів-забруднювачів та природоохоронних заходів на території басейну річки Дніпро (р. Тетерів)

Перелік природоохоронних заходів, що здійснювалися на території р. Тетерів з 2005 по 2014 роки наведено в таблиці 3.3. [12].

Таблиця 3.3.

Перелік природоохоронних заходів, що здійснювалися на території р. Тетерів з 2005 по 2016 роки.

№ п./п.	Найменування заходу	Загальна кошторисна вартість (згідно з проектом) тис. грн.	Термін реалізації заходу	Стан (результат) виконання
1	Корегування проекту «Реконструкція очисних споруд обласного протитуберкульозного санаторію для дорослих «Лісова казка» Житомирської обласної ради у м. Коростишеві	92,0	2014	Поліпшення екологічного стану р. Тетерів
2	Технічне переоснащення із заміною аварійного обладнання на КНС в с.м.т. (селище міського типу) Озерне, Житомирського району	780,0	2014	Забезпечення очистки стічних вод, зменшення забруднення р. Тетерів



Статус та приналежність основних водокористувачів-забруднювачів р. Тетерів до наших ПС з 1991 року наведено в таблиці 3.4 [12].

Таблиця 3.4.

Статус та приналежність основних водокористувачів-забруднювачів р. Тетерів до наших пунктів спостережень з 1991 року

№ п./п	Підприємство -забруднювач, відомча належність	Статус на 1991-2019 рік (в стані припинення(-) / не перебуває в процесі припинення (+) в даний момент)	Приналежність до досліджуваних пунктів спостереження		
			ПС 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста	ПС 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста	ПС 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста
1	р. Тетерів				
2	КП «Житомирводоканал», Житомирської міської ради	з 1992-2019 роки (+)	+	+	-
3	Коростишівське МКП, «Водоканал»	з 1996-2019 роки (+)	+	+	-
4	ДКП «Виробниче житлове ремонтно-експлуатаційне під-о», с. Велика Піч	з 1999-2017 роки (-)	-	+	-
5	КП по експлуатації штучних споруд, Виконавчий комітет Житомирської міської ради	з 1992-2019 роки (+)	+	+	-
6	Макарівська КЕЧ (квартирно-експлуатаційна частина), району	з 1997-2019 роки (+)	-	+	-
7	ПАТ «Пиво-безалкогольний комбінат «Радомишль»»	з 1991-2019 роки (+)	-	-	+
8	МКП «Водоканал», м. Радомишль	з 2001-2019 роки (+)	-	-	+
9	ДП «Коростишівський спирт комбінат» Дільниця №1, м. Коростишів	з 2008-2019 роки (+)	+	+	+
10	ВАТ «Льонотекс», м. Житомир	з 1995-2007 роки (-)	+	+	-
11	ВАТ «Житомирський маслозавод»	з 1991-2019 роки (+)	+	+	-
12	ДП Машинобудівна фірма №1 «Артем»	з 1997-2019 роки (+)	-	-	+

### 3.2. Оцінка достовірності різниць за критерієм Стьюдента

Розрахункові дані по вмісту нафтопродуктів в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста та 2,5 км нижче міста; 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5.

Розрахункові дані по вмісту нафтопродуктів в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста та 2,5 км нижче міста; 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста

№ , п./п.	M ± m, кратність ГДК					
	1991 рік (контроль)	1996 рік (дослід)	2001 рік (дослід)	2005 рік (дослід)	2010 рік (дослід)	2016 рік (дослід)
1	Пункт спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста					
2	0,543 ± 0,451	1 ± 1	6,229 ± 3,729	0,143 ± 0,072	0,343 ± 0,072	0,4 ± 0,109
3	Пункт спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста					
4	1,1 ± 0,661	3,9 ± 3,9	3,067 ± 3,067	0,067 ± 0,042	0,467 ± 0,161	0,7 ± 0,171
5	Пункт спостереження 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста					
6	2,867 ± 2,278	1 ± 0,8	1,2 ± 1,2	0,133 ± 0,067	0,367 ± 0,034	1,36 ± 0,676

де M – середнє арифметичне значення вибірки даних; m – помилка репрезентативності.

Динаміка забруднення р. Тетерів нафтопродуктами в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста; 2,5 км нижче міста; 13365 м. Радомишль, 1 км вище міста наведена на рисунку 3.4.

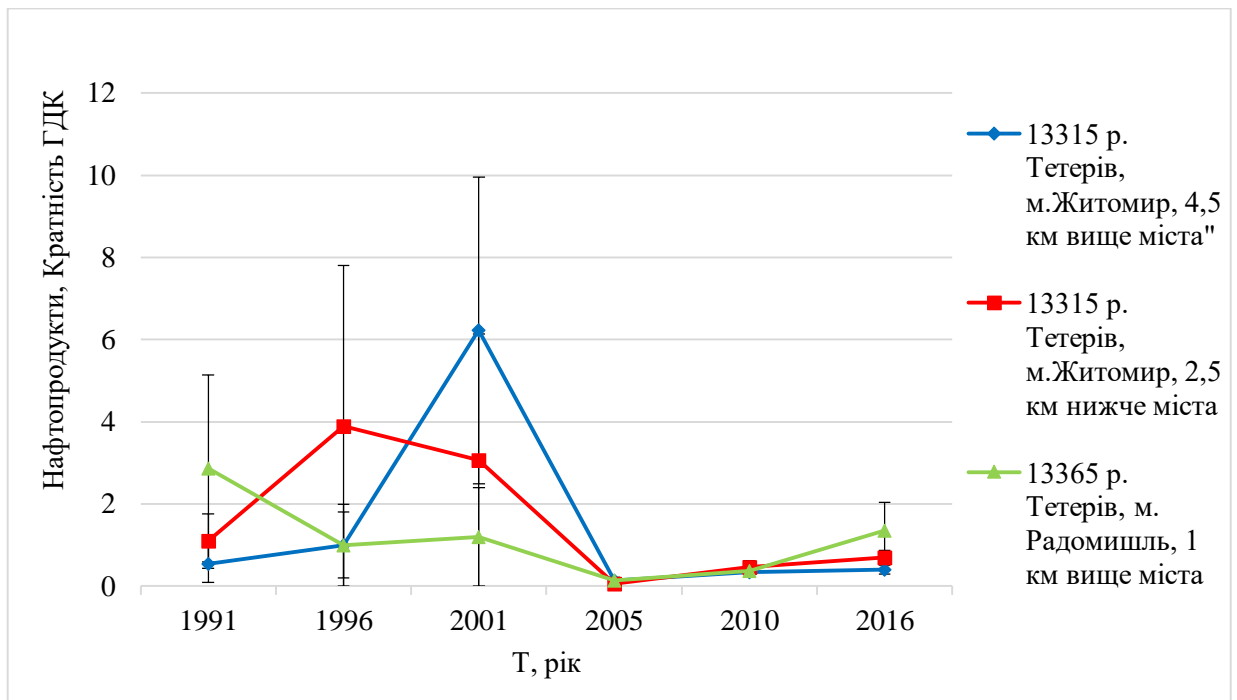


Рис. 3.4. Динаміка забруднення р. Тетерів нафтопродуктами в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста; 2,5 км нижче міста; 13365 м. Радомишль, 1 км вище міста

Дослідження встановили, що вміст нафтопродуктів перевищує норму.

Для пункту спостереження 13315 4,5 км вище міста зафіксовано найбільше середнє значення в 6,23 ГДК в 2001 році, а найменшим 0,14 ГДК в 2005 році.

Для пункту спостереження 13315 2,5 км нижче міста зафіксовано найбільше середнє значення в 3,9 ГДК в 1996 році, а найменшим 0,07 ГДК в 2005 році.

Для пункту спостереження 13365 1 км вище міста зафіксовано найбільше середнє значення в 2,9 ГДК в 1991 році, а найменшим 0,13 ГДК в 2005 році.

Також згідно з графіком можна зробити висновок, що пік росту був в 1996-2001 роках, а спаду з 2001 по 2005 роки, далі його вміст стабілізувався і був в межах норми до 2016 року, де було перевищення в 1,36 ГДК в пункті спостереження 13365 м. Радомишль.

Розрахункові дані по вмісту СПАР в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста та 2,5 км нижче міста; 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6.

Розрахункові дані по вмісту СПАР в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста та 2,5 км нижче міста; 13365 р. Тетерів, м.

Радомишль, 1 км вище міста

№ , п./п.	М ± m, кратність ГДК					
	1991 рік (контроль)	1996 рік (дослід)	2001 рік (дослід)	2005 рік (дослід)	2010 рік (дослід)	2016 рік (дослід)
1	Пункт спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста					
2	0,443 ± 0,127	0,233 ± 0,109	0,079 ± 0,021 (*)	0,086 ± 0,032 (*)	0,057 ± 0,032 (*)	0,117 ± 0,093
3	Пункт спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста					
4	0,558 ± 0,149	0,683 ± 0,262	0,242 ± 0,212	0,05 ± 0,034 (**)	0,06 ± 0,034 (**)	0,117 ± 0,073 (*)
5	Пункт спостереження 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста					
6	0,558 ± 0,121	0,075 ± 0,025 (**)	0,108 ± 0,02 (**)	0,044 ± 0,026 (**)	0,133 ± 0,07 (*)	0,133 ± 0,133 (*)

де p – рівень значущості; \* – p<0.05; \*\* – p<0.01.

Динаміка забруднення р. Тетерів СПАР в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста; 2,5 км нижче міста; 13365 м. Радомишль, 1 км вище міста наведено на рисунку 3.5.

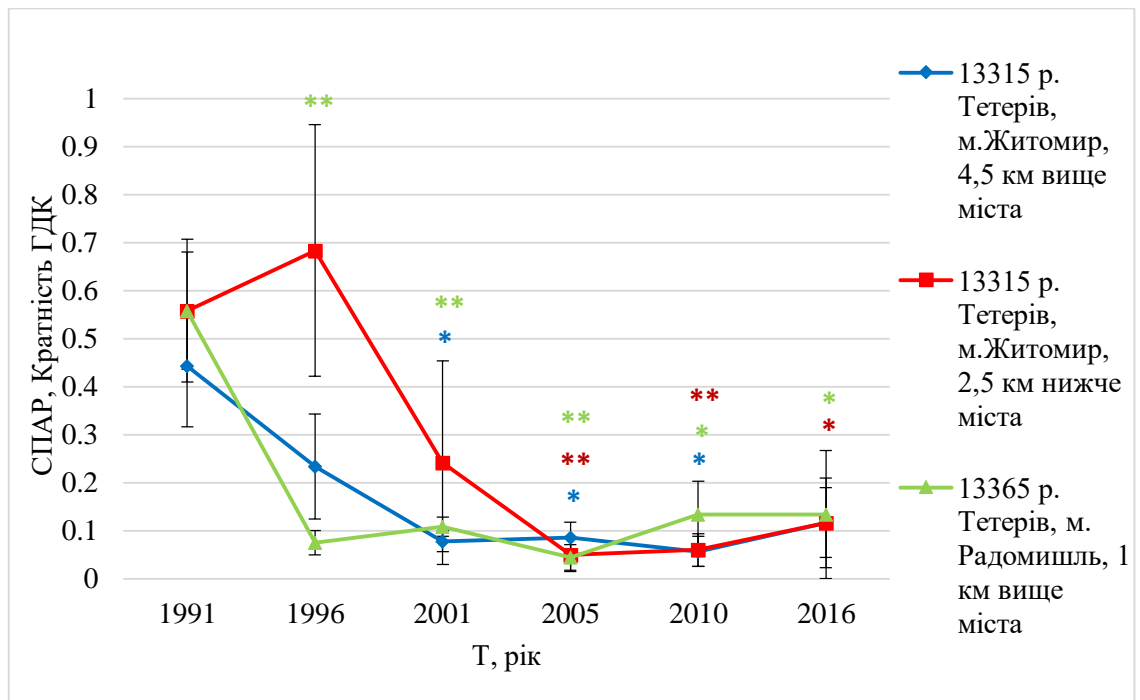


Рис. 3.5. Динаміка забруднення р. Тетерів СПАР в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста; 2,5 км нижче міста; 13365 м. Радомишль, 1 км вище міста. Тут і далі: \* –  $p < 0,05$  порівняно з аналогічним показником 1991 року, \*\* –  $p < 0,01$  порівняно з аналогічним показником 1991 р.

Дослідження встановили, що вміст СПАР не перевищує норму.

Для пункту спостереження 13315 4,5 км вище міста зафіксовано найбільше середнє значення в 0,44 ГДК в 1991 році, а найменшим 0,06 ГДК (\* –  $p < 0,05$ ) в 2010 році.

Для пункту спостереження 13315 2,5 км нижче міста зафіксовано найбільше середнє значення в 0,68 ГДК в 1996 році, а найменшим 0,05 ГДК (\*\* –  $p < 0,01$ ) в 2005 році.

Для пункту спостереження 13365 1 км вище міста зафіксовано найбільше середнє значення в 0,56 ГДК в 1991 році, а найменшим 0,04 ГДК (\*\* –  $p < 0,01$ ) в 2005 році.

Пік росту був в 1991-1996 роках, а спаду в 1996-2005 роки, далі його вміст стабілізувався і був в межах норми до 2016 року.

Розрахункові дані по вмісту  $Mn^{2+}$  в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста та 2,5 км нижче міста наведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7.

Розрахункові дані по вмісту  $Mn^{2+}$  в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста та 2,5 км нижче міста

№ , п./п.	М ± m, кратність ГДК					
	1991 рік (контроль)	1996 рік (дослід)	2001 рік (дослід)	2005 рік (дослід)	2010 рік (дослід).	2016 рік (дослід)
1	Пункт спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста					
2	6,229 ± 1,194	38,77 ± 23,29	3,5 ± 0,02	8,8 ± 2,95	5,16 ± 1,39	1,81 ± 0,24 (**)
3	Пункт спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста					
4	6,15 ± 4,65	19,53 ± 1,76	5,58 ± 0,722	6,62 ± 0,92	5,117 ± 1,86	3,8 ± 1,499

Динаміка забруднення р. Тетерів  $Mn^{2+}$  в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище та 2,5 км нижче міста наведена на рисунку 3.6.

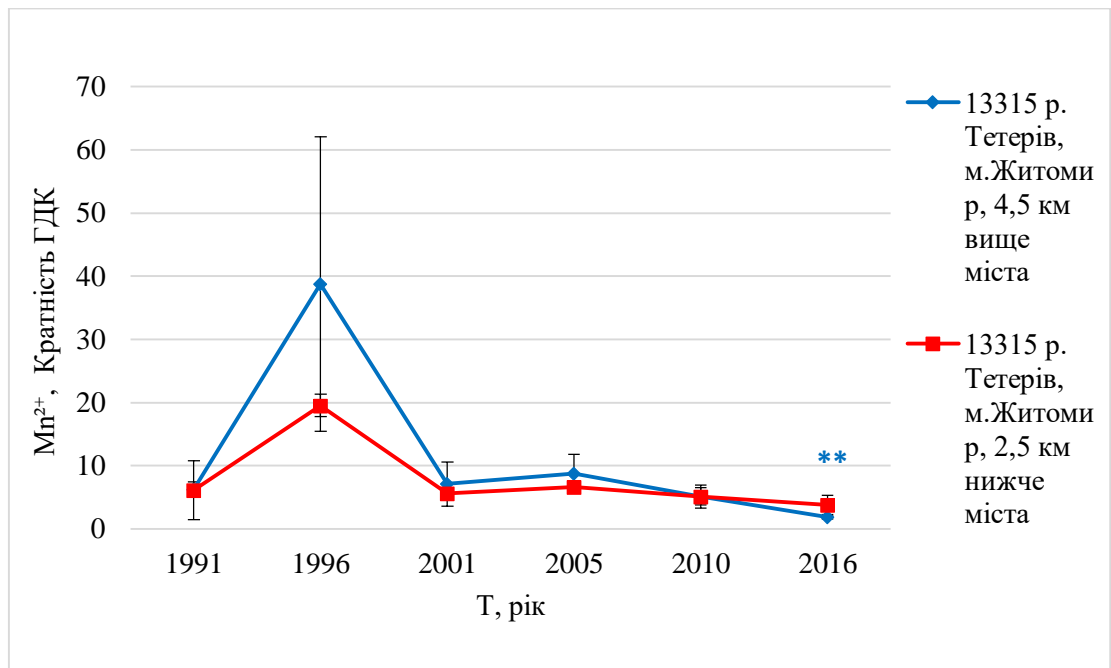


Рис. 3.6 – Динаміка забруднення р. Тетерів  $Mn^{2+}$  в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище та 2,5 км нижче міста

Дослідження встановили, що вміст  $Mn^{2+}$  значно перевищує норму.

Для пункту спостереження 13315 4,5 км вище міста зафіксовано найбільше середнє значення в 38,8 ГДК в 1996 році, а найменшим 1,81 ГДК (\*\* –  $p < 0,01$ ) в 2016 році.

Для пункту спостереження 13315 2,5 км нижче міста зафіксовано найбільше середнє значення в 19,5 ГДК в 1996 році, а найменшим 3,8 ГДК в 2016 році.

Згідно з графіком можна зробити висновок, що пік росту був в 1991-1996 роках, а з 1996 по 2016 рік був різкий спад і його вміст стабілізувався для обох пунктів спостереження до 1,81 ГДК та 3,8 ГДК відповідно.

Розрахункові дані по вмісту  $Cr^{6+}$  в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста та 2,5 км нижче міста; 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8.

Розрахункові дані по вмісту  $\text{Cr}^{6+}$  в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста та 2,5 км нижче міста; 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста

№ , п./п.	М ± m, кратність ГДК					
	1991 рік (контроль)	1996 рік (дослід)	2001 рік (дослід)	2005 рік (дослід)	2010 рік (дослід).	2016 рік (дослід)
1	Пункт спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста					
2	0,098 ± 0,017	0,179 ± 0,042	0,094 ± 0,017	0,163 ± 0,031	0,144 ± 0,034	0,1 ± 0,009
3	Пункт спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста					
4	0,126 ± 0,04	0,67 ± 0,35	0,14 ± 0,032	0,195 ± 0,042	0,158 ± 0,028	0,12 ± 0,016
5	Пункт спостереження 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста					
6	0,081 ± 0,016	0,162 ± 0,072	0,095 ± 0,023	0,185 ± 0,045	0,218 ± 0,058	0,21 ± 0,076

Динаміка забруднення р. Тетерів  $\text{Cr}^{6+}$  в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста; 2,5 км нижче міста; 13365 м. Радомишль, 1 км вище міста наведена на рисунку 3.7.



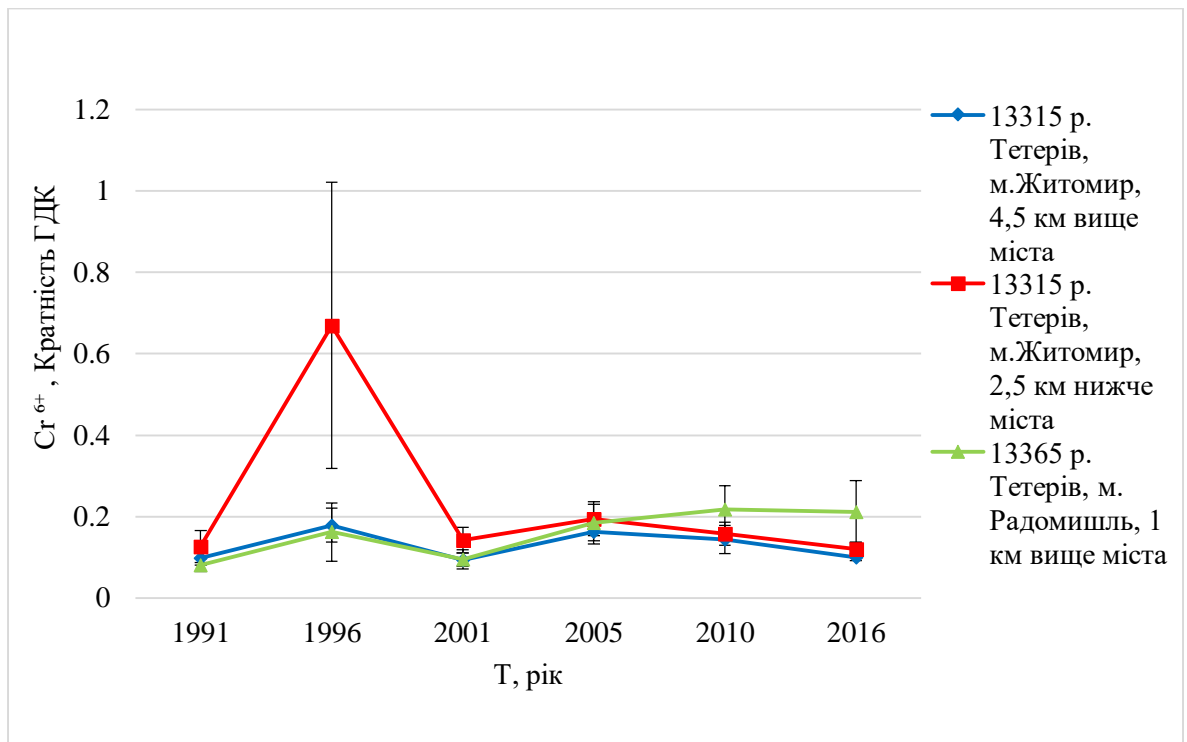


Рис. 3.7 – Динаміка забруднення р. Тетерів  $\text{Cr}^{6+}$  в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста; 2,5 км нижче міста; 13365 м. Радомишль, 1 км вище міста

Дослідження встановили, що вміст  $\text{Cr}^{6+}$  не перевищує норму.

Для пункту спостереження 13315 4,5 км вище міста зафіксовано найбільше середнє значення в 0,18 ГДК в 1996 році, а найменшим 0,09 ГДК в 2001 році.

Для пункту спостереження 13315 2,5 км нижче міста зафіксовано найбільше середнє значення в 0,67 ГДК в 1996 році, а найменшим 0,12 ГДК в 2016 році.

Для пункту спостереження 13365 1 км вище міста зафіксовано найбільше середнє значення в 0,22 ГДК в 2010 році, а найменшим 0,08 ГДК в 1991 році.

Значних піків зростання чи спаду не спостерігалося для всіх пунктів, крім 13315 2,5 км нижче міста зі значенням 0,67 ГДК 1996 року, а з 2001 року його вміст стабілізувався і також був в межах норми до 2016 року.

Загальна характеристика даних по вмісту ВМ, НП, СПАР в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище та 2,5 км нижче міста; 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста наведено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9.

Загальна характеристика даних по вмісту ВМ, НП, СПАР в пунктах спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста та 2,5 км нижче міста; 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста

№ , п./п.	Найменування речовини	М ± m, кратність ГДК					
		1991 рік (контроль)	1996 рік (дослід)	2001 рік (дослід)	2005 рік (дослід)	2010 рік (дослід)	2016 рік (дослід)
1	Пункт спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста						
2	НП	0,543 ± 0,451	1 ± 1	6,229 ± 3,729	0,143 ± 0,072	0,343 ± 0,072	0,4 ± 0,109
3	СПАР	0,443 ± 0,127	0,233 ± 0,109	0,079 ± 0,021 (*)	0,086 ± 0,032 (*)	0,057 ± 0,032 (*)	0,117 ± 0,093
4	Mn <sup>2+</sup>	6,229 ± 1,194	38,77 ± 23,29	3,5 ± 0,02	8,8 ± 2,95	5,16 ± 1,39	1,81 ± 0,24 (**)
5	Cr <sup>6+</sup>	0,098 ± 0,017	0,179 ± 0,042	0,094 ± 0,017	0,163 ± 0,031	0,144 ± 0,034	0,1 ± 0,009
6	Пункт спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста						
7	НП	1,1 ± 0,661	3,9 ± 3,9	3,067 ± 3,067	0,067 ± 0,042	0,467 ± 0,161	0,7 ± 0,171
8	СПАР	0,558 ± 0,149	0,683 ± 0,262	0,242 ± 0,212	0,05 ± 0,034 (**)	0,06 ± 0,034 (**)	0,117 ± 0,073 (*)
9	Mn <sup>2+</sup>	6,15 ± 4,65	19,53 ± 1,76	5,58 ± 0,722	6,62 ± 0,92	5,117 ± 1,86	3,8 ± 1,499
10	Cr <sup>6+</sup>	0,126 ± 0,04	0,67 ± 0,35	0,14 ± 0,032	0,195 ± 0,042	0,158 ± 0,028	0,12 ± 0,016
11	Пункт спостереження 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста						
12	НП	2,867 ± 2,278	1 ± 0,8	1,2 ± 1,2	0,133 ± 0,067	0,367 ± 0,034	1,36 ± 0,676
13	СПАР	0,558 ± 0,121	0,075 ± 0,025 (**)	0,108 ± 0,02 (**)	0,044 ± 0,026 (**)	0,133 ± 0,07 (*)	0,133 ± 0,133 (*)
14	Cr <sup>6+</sup>	0,081 ± 0,016	0,162 ± 0,072	0,095 ± 0,023	0,185 ± 0,045	0,218 ± 0,058	0,21 ± 0,076

В роботі Осадчого В.І., найбільший вміст марганцю та СПАР спостерігався нижче м. Житомира, р. Тетерів:

1) Згідно з рис. 3.5 спостерігається ця залежність в пунктах спостережень вище та нижче міста для СПАР в 1991-2001 роках, але в 2005-2016 роки ситуація змінилася

і його вміст знаходився приблизно на одному рівні для обох пунктів спостережень, без перевищень ГДК, також згідно графіку видно, що вміст СПАР з кожним роком після різкого спаду росте:

- ПС 13315 4,5 км вище міста з 0,44 ГДК в 1991 році, до 0,06 ГДК (\* –  $p < 0,05$ ) в 2010 році;
- ПС 13315 2,5 км нижче міста з 0,68 ГДК в 1996 році, до 0,05 ГДК (\*\* –  $p < 0,01$ ) в 2005 році;
- ПС 13365 1 км вище міста з 0,56 ГДК в 1991 році, до 0,04 ГДК (\*\* –  $p < 0,01$ ) в 2005 році.

2) Згідно з рис. 3.6 не було помічено цієї залежності в пунктах спостережень вище та нижче міста для  $Mn^{2+}$  на 1991-2001 роки, навіть навпаки вище міста було помічено більш інтенсивне забруднення цим елементом (до 38,8 ГДК в 1996 році для пункту спостереження вище міста). Тільки у 2010-2016 роки спостерігається ця залежність (в пункті спостереження нижче міста показники більші, ніж в пункті вище міста).

Також слід зазначити, що його вміст з 1996 по 2016 стрімко падає по всім пунктам спостереження:

- ПС 13315 4,5 км вище міста з 38,8 ГДК в 1996 році до 1,81 ГДК (\*\* –  $p < 0,01$ ) в 2016 році;
- ПС 13315 2,5 км нижче міста з 19,5 ГДК в 1996 році, до 3,8 ГДК в 2016 році.

3) Згідно з рис. 3.4 вміст НП можна зробити висновок, що пік росту був в 1996-2001 роках, а спаду з 2001 по 2005 роки, далі його вміст стабілізувався і був в межах норми до 2016 року, де було перевищення в 1,36 ГДК в пункті спостереження 13365 м. Радомишль, також згідно графіку видно, що вміст СПАР з кожним роком після різкого спаду росте:

- ПС 13315 4,5 км вище міста з 6,23 ГДК в 2001 році, до 0,14 ГДК в 2005 році;
- ПС 13315 2,5 км нижче міста з 3,9 ГДК в 1996 році, до 0,07 ГДК в 2005 році;

- ПС 13365 1 км вище міста з 2,9 ГДК в 1991 році, до 0,13 ГДК в 2005 році.

4) Щодо забруднення р. Тетерів  $\text{Cr}^{6+}$ , перевищень норм ГДК не було виявлено (рисунок 3.7). Значних піків зростання чи спаду не спостерігалось для всіх пунктів, крім 13315 2,5 км нижче міста зі значенням 0,67 ГДК 1996 року, а з 2001 року його вміст стабілізувався і також був в межах норми до 2016 року:

- ПС 13315 4,5 км вище міста з 0,18 ГДК в 1996 році, до 0,09 ГДК в 2001 році;
- ПС 13315 2,5 км нижче міста з 0,67 ГДК в 1996 році, до 0,12 ГДК в 2016 році;
- ПС 13365 1 км вище міста з 0,22 ГДК в 2010 році, до 0,08 ГДК в 1991 році.

### 3.3. Кореляційна залежність даних

3.3.1. Розрахункові дані кореляційної залежності для пункту спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста

Розрахункові дані щодо кореляційної залежності ВМ, НП і СПАР для пунктів спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста наведено в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10.

Розрахункові дані щодо кореляційної залежності ВМ, НП і СПАР для пунктів спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста

№ , п./п.	Найменування показників	Коефіцієнт кореляції
1	Пункт спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста	
2	НП і СПАР	-0,2413
3	НП і $\text{Mn}^{2+}$	-0,0479
4	НП і $\text{Cr}^{6+}$	-0,4407

5	СПАР і $Mn^{2+}$	0,2127
6	СПАР і $Cr^{6+}$	-0,1813
7	$Mn^{2+}$ і $Cr^{6+}$	0,6983

Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та СПАР, в пункті спостереження 13315 м. Житомир, 4,5 км вище міста наведена на рисунку 3.8 [за даними архіву Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського].

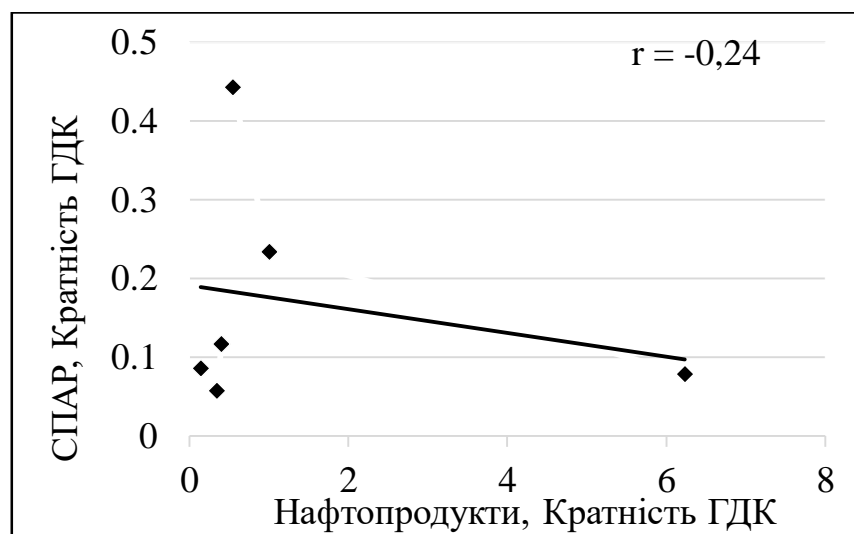


Рис. 3.8. Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та СПАР, в пункті спостереження 13315 м. Житомир, 4,5 км вище міста

В ПС 13315 4,5 км вище міста коефіцієнт кореляції для НП і СПАР становить - 0,2413, згідно якого можна зробити висновок, що між ними є слабка від'ємна кореляція (по мірі зростання першої ознаки друга спадає).

Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та  $Mn^{2+}$ , в пункті спостереження 13315 м. Житомир, 4,5 км вище міста наведена на рисунку 3.9 [за даними архіву Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського].

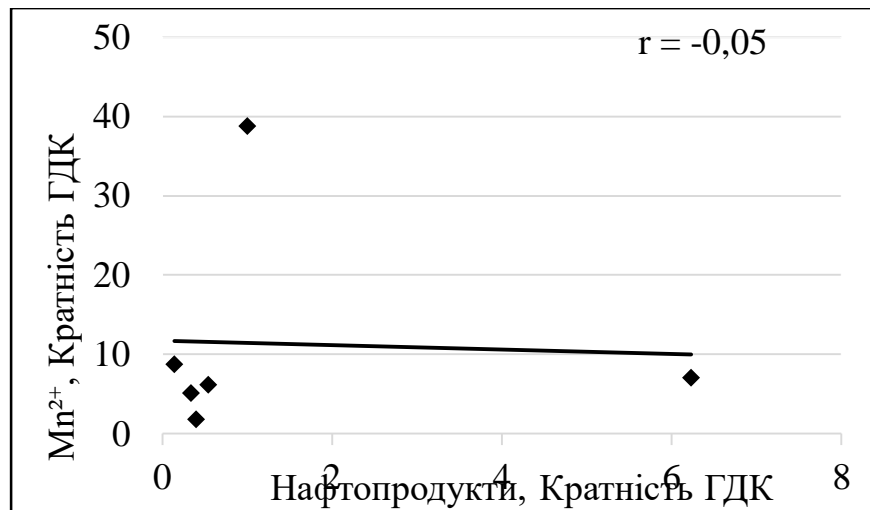


Рис. 3.9. Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та Mn<sup>2+</sup>, в пункті спостереження 13315 м. Житомир, 4,5 км вище міста

В ПС 13315 4,5 км вище міста коефіцієнт кореляції для НП і Mn<sup>2+</sup> становить - 0,0479, згідно якого можна зробити висновок, що між ними є слабка від'ємна кореляція (по мірі зростання першої ознаки друга спадає).

Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та Cr<sup>6+</sup>, в пункті спостереження 13315 м. Житомир, 4,5 км вище міста наведена на рисунку 3.10 [за даними архіву Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського].

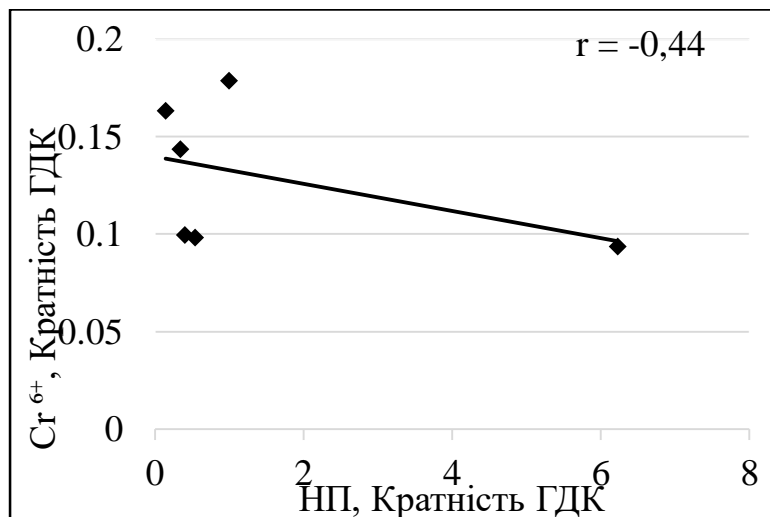


Рис. 3.10. Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та Cr<sup>6+</sup>, в пункті спостереження 13315 м. Житомир, 4,5 км вище міста

В ПС 13315 4,5 км вище міста коефіцієнт кореляції для НП і  $\text{Cr}^{6+}$  становить - 0,4407, згідно якого можна зробити висновок, що між ними є середня від'ємна кореляція (при зростанні першої ознаки друга спадає або навпаки).

Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів СПАР та  $\text{Mn}^{2+}$ , в пункті спостереження 13315 м. Житомир, 4,5 км вище міста наведена на рисунку 3.11 [за даними архіву Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського].

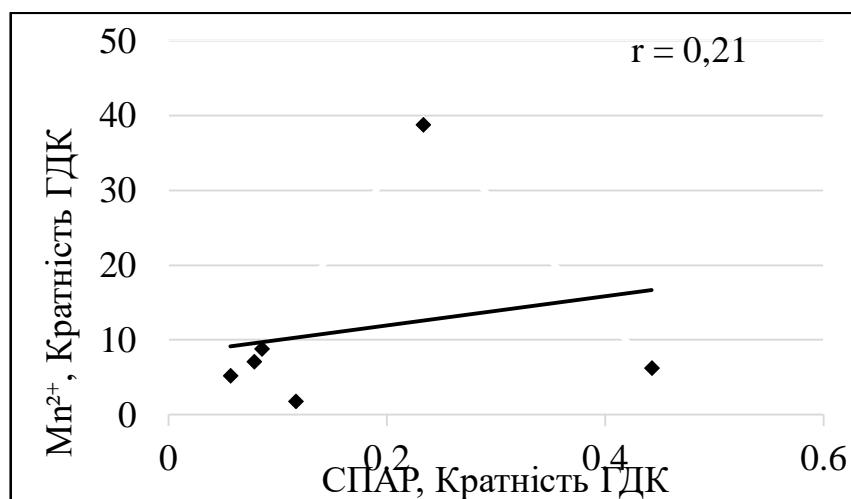


Рис. 3.11. Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів СПАР та  $\text{Mn}^{2+}$ , в пункті спостереження 13315 м. Житомир, 4,5 км вище міста

В ПС 13315 4,5 км вище міста коефіцієнт кореляції для СПАР і  $\text{Mn}^{2+}$  становить 0,2127, згідно якого можна зробити висновок, що між ними є слабка позитивна кореляція (при зростанні першої ознаки друга зростає або навпаки).

Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів СПАР та  $\text{Cr}^{6+}$ , в пункті спостереження 13315 м. Житомир, 4,5 км вище міста наведена на рисунку 3.12 [за даними архіву Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського].

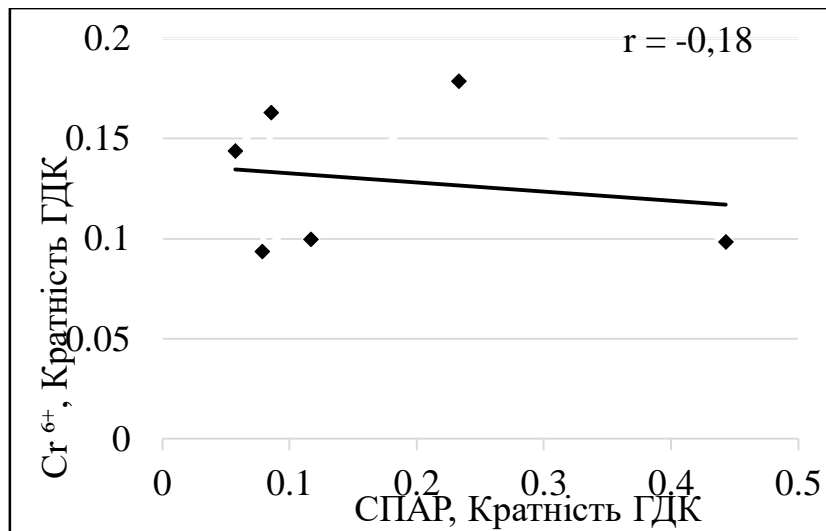


Рис. 3.12. Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів СПАР та Cr<sup>6+</sup>, в пункті спостереження 13315 м. Житомир, 4,5 км вище міста

В ПС 13315 4,5 км вище міста коефіцієнт кореляції для СПАР та Cr<sup>6+</sup> становить -0,1813, згідно якого можна зробити висновок, що між ними є слабка від'ємна кореляція (по мірі зростання першої ознаки друга спадає).

Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів Mn<sup>2+</sup> та Cr<sup>6+</sup>, в пункті спостереження 13315 м. Житомир, 4,5 км вище міста наведена на рисунку 3.13 [за даними архіву Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського].

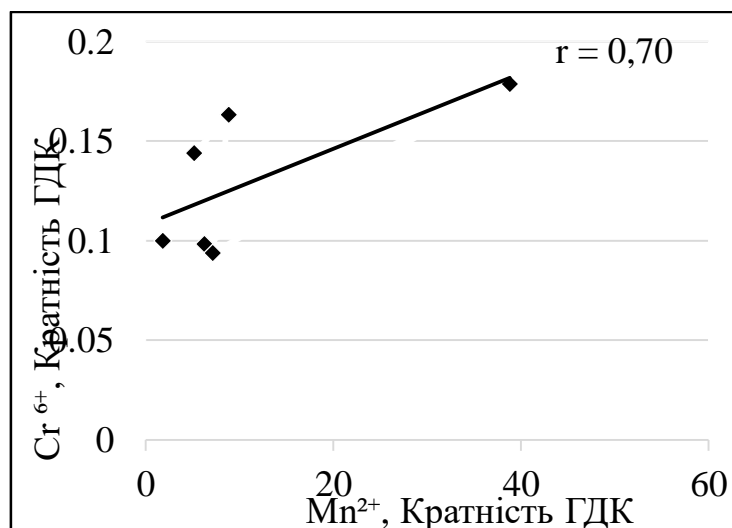


Рис. 3.13. Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів Mn<sup>2+</sup> та Cr<sup>6+</sup>, в пункті спостереження 13315 м. Житомир, 4,5 км вище міста

В ПС 13315 4,5 км вище міста коефіцієнт кореляції для Mn<sup>2+</sup> та Cr<sup>6+</sup> становить



0,6983, згідно якого можна зробити висновок, що між ними є сильна позитивна кореляція (при зростанні першої ознаки друга зростає або навпаки).

3.3.2. Розрахункові дані кореляційної залежності для пункту спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста

Розрахункові дані щодо кореляційної залежності ВМ, НП і СПАР для пункту спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста наведено в таблиці 3.11 [за даними архіву Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського].

Таблиця 3.11.

Розрахункові дані щодо кореляційної залежності ВМ, НП і СПАР для пунктів спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста [за даними архіву Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського]

№ , п./п.	Найменування показників	Коефіцієнт кореляції
1	Пункт спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста	
2	НП і СПАР	0,7006
3	НП і $Mn^{2+}$	0,7275
4	НП і $Cr^{6+}$	0,7012
5	СПАР і $Mn^{2+}$	0,7414
6	СПАР і $Cr^{6+}$	0,6637
7	$Mn^{2+}$ і $Cr^{6+}$	0,9913

Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та СПАР, в пункті спостереження 13315 м. Житомир 2,5 км нижче міста наведена на рисунку 3.14.

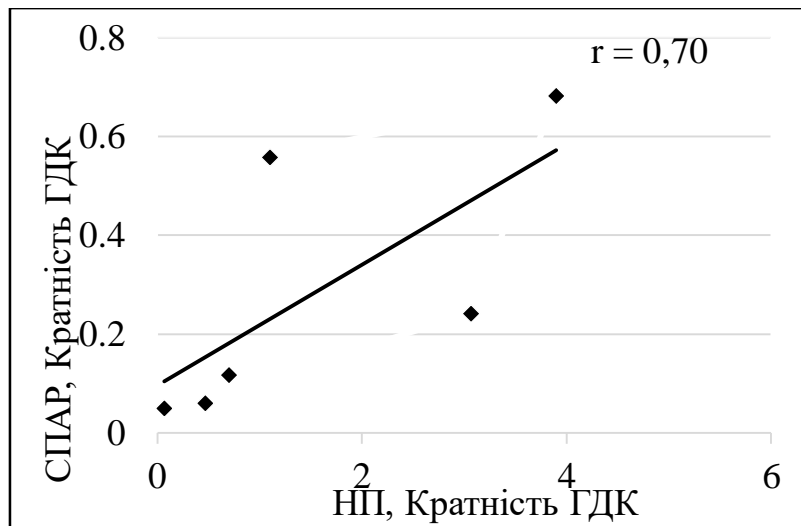


Рис. 3.14. Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та СПАР, в пункті спостереження 13315 м. Житомир 2,5 км нижче міста

В ПС 13315 2,5 км нижче міста коефіцієнт кореляції для НП і СПАР становить 0,7006, згідно якого можна зробити висновок, що між ними є сильна позитивна кореляція (при зростанні першої ознаки друга зростає або навпаки).

Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та  $Mn^{2+}$ , в пункті спостереження 13315 м. Житомир 2,5 км нижче міста наведена на рисунку 3.15.

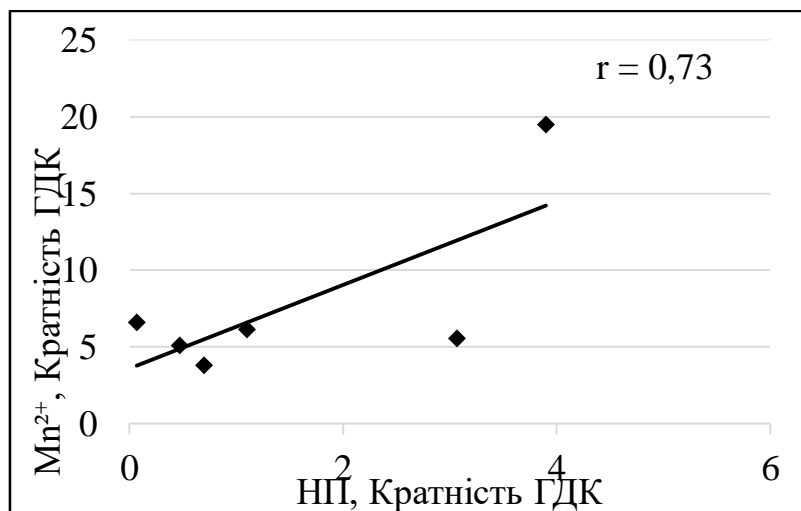


Рис. 3.15. Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та  $Mn^{2+}$ , в пункті спостереження 13315 м. Житомир 2,5 км нижче міста

В ПС 13315 2,5 км нижче міста коефіцієнт кореляції для НП і  $Mn^{2+}$  становить 0,7275, що означає - між ними є сильна позитивна кореляція.

Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та  $\text{Cr}^{6+}$ , в пункті спостереження 13315 м. Житомир 2,5 км нижче міста наведена на рисунку 3.16.

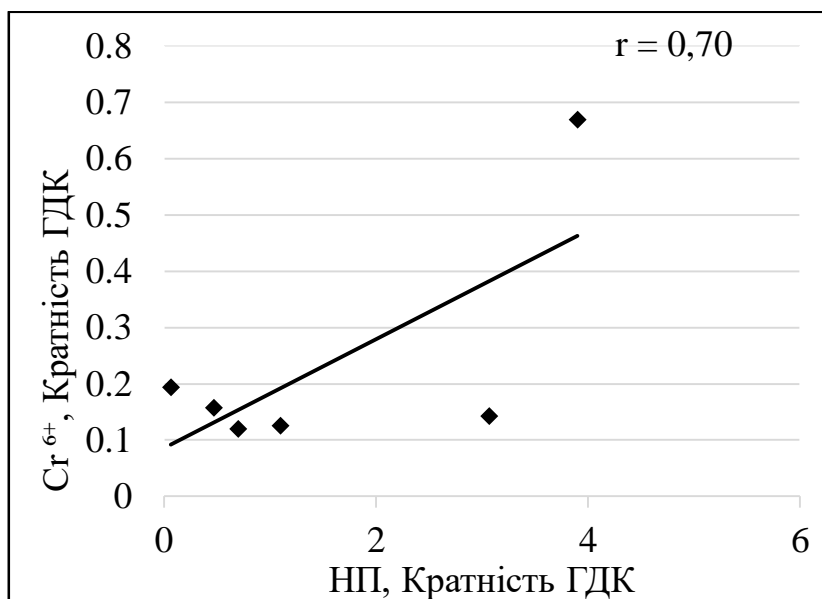


Рис. 3.16. Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та  $\text{Cr}^{6+}$ , в пункті спостереження 13315 м. Житомир 2,5 км нижче міста

В ПС 13315 2,5 км нижче міста коефіцієнт кореляції для НП і  $\text{Cr}^{6+}$  становить 0,7012, згідно якого можна зробити висновок, що між ними є сильна позитивна кореляція (при зростанні першої ознаки друга зростає або навпаки).

Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів СПАР та  $\text{Mn}^{2+}$ , в пункті спостереження 13315 м. Житомир 2,5 км нижче міста наведена на рисунку 3.17.

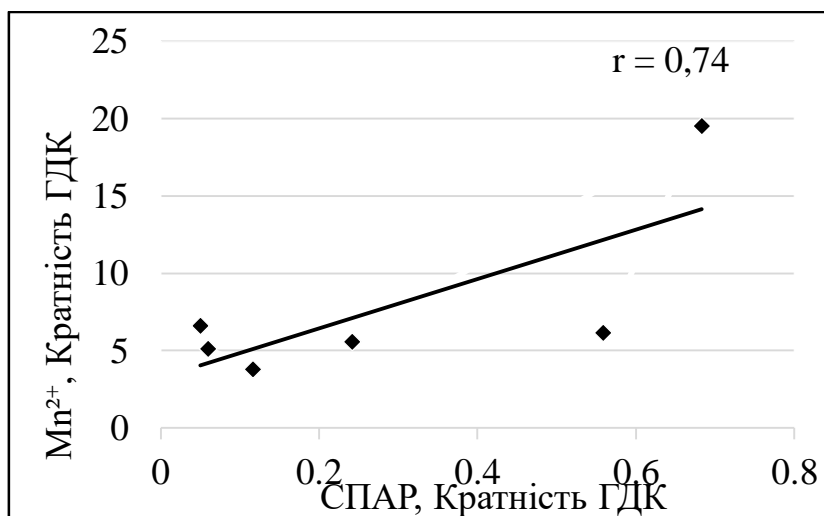


Рис. 3.17. Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів СПАР та  $\text{Mn}^{2+}$ , в пункті спостереження 13315 м. Житомир 2,5 км нижче міста

В ПС 13315 2,5 км нижче міста коефіцієнт кореляції для СПАР та  $Mn^{2+}$  становить 0,7414, згідно якого можна зробити висновок, що між ними є сильна позитивна кореляція (при зростанні першої ознаки друга зростає або навпаки).

Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів СПАР та  $Cr^{6+}$ , в пункті спостереження 13315 м. Житомир 2,5 км нижче міста наведена на рисунку 3.18.

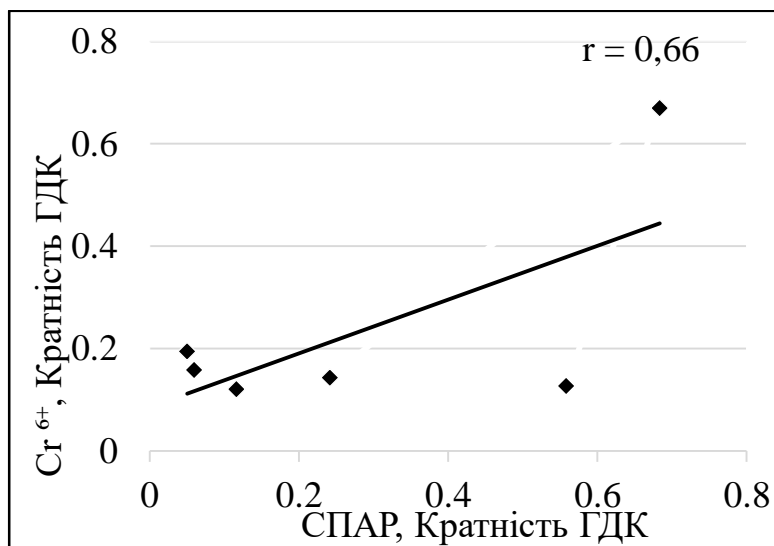


Рис. 3.18. Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів СПАР та  $Cr^{6+}$ , в пункті спостереження 13315 м. Житомир 2,5 км нижче міста

В ПС 13315 2,5 км нижче міста коефіцієнт кореляції для СПАР та  $Cr^{6+}$  становить 0,6637, згідно якого можна зробити висновок, що між ними є сильна позитивна кореляція (при зростанні першої ознаки друга зростає або навпаки).

Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів  $Mn^{2+}$  та  $Cr^{6+}$ , в пункті спостереження 13315 м. Житомир 2,5 км нижче міста наведена на рисунку 3.19 [за даними архіву Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського].

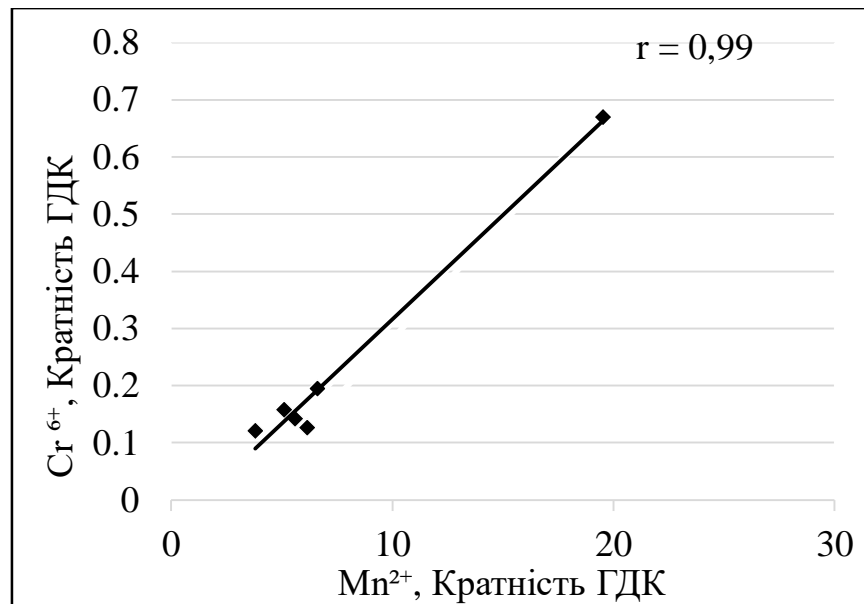


Рис. 3.19. Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів  $Mn^{2+}$  та  $Cr^{6+}$ , в пункті спостереження 13315 м. Житомир 2,5 км нижче міста

В ПС 13315 2,5 км нижче міста коефіцієнт кореляції для  $Mn^{2+}$  та  $Cr^{6+}$  становить 0,9913, згідно якого можна зробити висновок, що між ними є сильна позитивна кореляція (при зростанні першої ознаки друга зростає або навпаки).

### 3.3.3. Розрахункові дані кореляційної залежності для пункту спостереження 13365 р. Тетерів, м, Радомишль, 1 км вище міста

Подальші розрахунки проводились на пункті спостереження №13365 р. Тетерів, м Радомишль, 1 км вище міста, щодо кореляційної залежності ВМ, НП та СПАР.

Найбільша позитивна кореляція між НП та СПАР, а найбільше від'ємна кореляція між НП і  $Cr^{6+}$ , хоча кореляція між СПАР та  $Cr^{6+}$  теж має високий показник, та не надто відрізняється від вищезгаданого.

Розрахункові дані щодо кореляційної залежності ВМ, НП і СПАР для пункту спостереження 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста наведено в таблиці 3.12

Розрахункові дані щодо кореляційної залежності ВМ, НП і СПАР для пунктів спостереження 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста.

№ , п./п.	Найменування показників	Коефіцієнт кореляції
1	Пункт спостереження 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста	
2	НП і СПАР	0,8973
3	НП і Cr <sup>6+</sup>	-0,7049
4	СПАР і Cr <sup>6+</sup>	-0,6091

Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та СПАР, в пункті спостереження 13365 м. Радомишль 1 км вище міста наведена на рисунку 3.20.

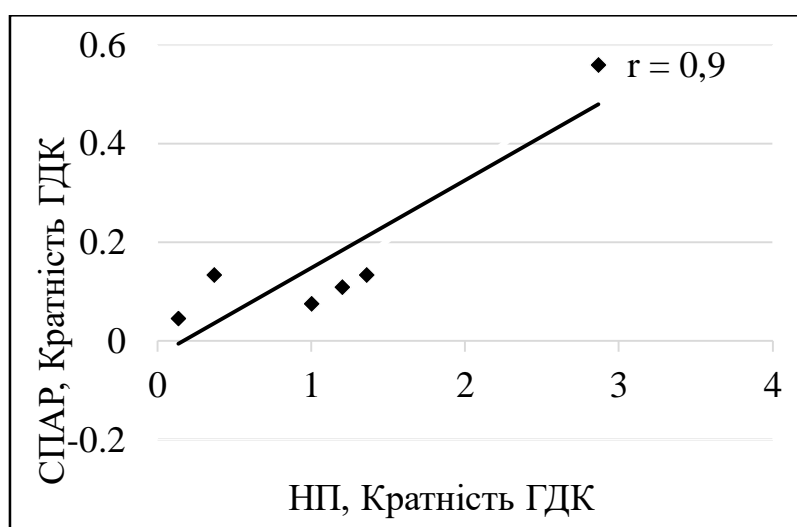


Рис. 3.20. Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та СПАР, в пункті спостереження 13365 м. Радомишль 1 км вище міста

В ПС 13365 м. Радомишль 1 км вище міста коефіцієнт кореляції для НП і СПАР становить 0,8973, згідно якого можна зробити висновок, що між ними є сильна позитивна кореляція (при зростанні першої ознаки друга зростає або навпаки).

Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та Cr<sup>6+</sup>, в пункті спостереження 13365 м. Радомишль 1 км вище міста наведена на рисунку 3.21.

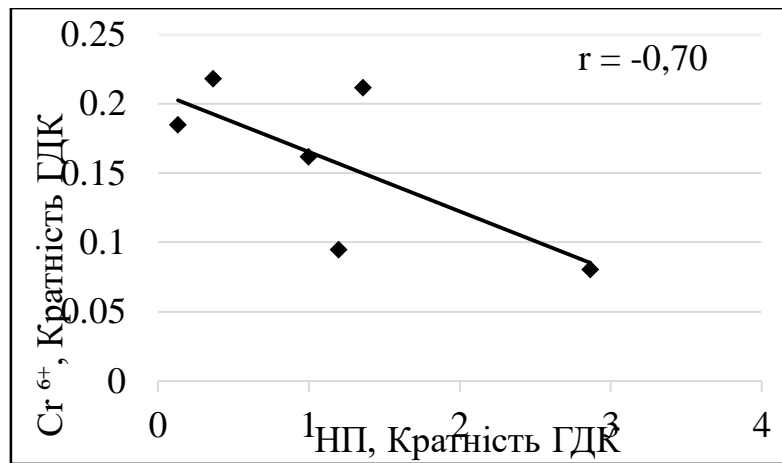


Рис. 3.21. Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів нафтопродуктами та Cr<sup>6+</sup>, в пункті спостереження 13365 м. Радомишль 1 км вище міста

В ПС 13365 м. Радомишль 1 км вище міста коефіцієнт кореляції для НП і Cr<sup>6+</sup> становить -0,7049, згідно якого можна зробити висновок, що між ними є сильна від'ємна кореляція (при зростанні першої ознаки друга спадає або навпаки).

Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів СПАР та Cr<sup>6+</sup>, в пункті спостереження 13365 м. Радомишль 1 км вище міста наведена на рисунку 3.22.

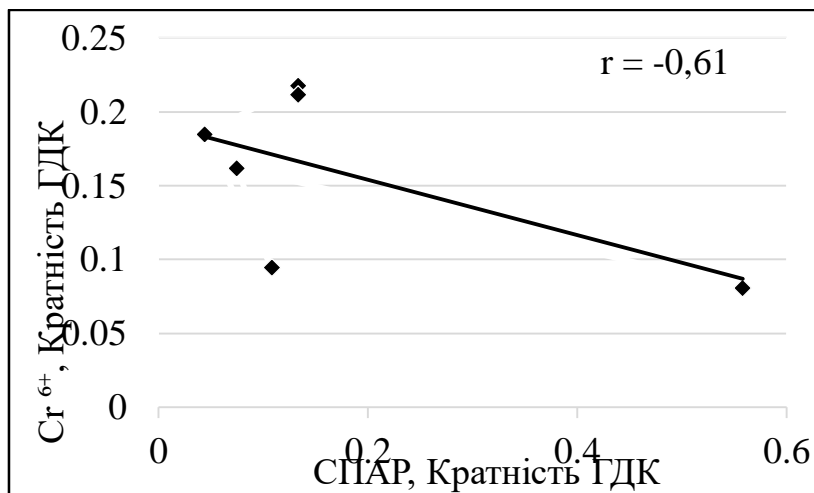


Рис. 3.22. Кореляційна залежність забруднення р. Тетерів СПАР та Cr<sup>6+</sup>, в пункті спостереження 13365 м. Радомишль 1 км вище міста

В ПС 13315 2,5 км нижче міста коефіцієнт кореляції для СПАР та Cr<sup>6+</sup> становить -0,6091, згідно якого можна зробити висновок, що між ними є сильна від'ємна кореляція (при зростанні першої ознаки друга спадає або навпаки).

Загальна характеристика даних щодо кореляційної залежності ВМ, НП і СПАР

для пунктів спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста та 2,5 км нижче міста, 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста наведено в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13.

Загальна характеристика даних щодо кореляційної залежності ВМ, НП і СПАР для пунктів спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста та 2,5 км нижче міста, 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста

№ , п./п.	Найменування показників	Коефіцієнт кореляції
1	Пункт спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста	
2	НП і СПАР	-0,2413
3	НП і $Mn^{2+}$	-0,0479
4	НП і $Cr^{6+}$	-0,4407
5	СПАР і $Mn^{2+}$	0,2127
6	СПАР і $Cr^{6+}$	-0,1813
7	$Mn^{2+}$ і $Cr^{6+}$	0,6983
8	Пункт спостереження 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста	
9	НП і СПАР	0,7006
10	НП і $Mn^{2+}$	0,7275
11	НП і $Cr^{6+}$	0,7012
12	СПАР і $Mn^{2+}$	0,7414
13	СПАР і $Cr^{6+}$	0,6637
14	$Mn^{2+}$ і $Cr^{6+}$	0,9913
15	Пункт спостереження 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста	
16	НП і СПАР	0,8973
17	НП і $Cr^{6+}$	-0,7049
18	СПАР і $Cr^{6+}$	-0,6091

ПС 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста. Найчастіше коефіцієнт кореляції займав проміжні значення у діапазоні від -0,44 до 0,69, частіше зустрічались значення приближені до 0, тобто в них була слабка або середня кореляція, крім  $Mn^{2+}$  і  $Cr^{6+}$ , де було виявлено сильну позитивну кореляцію зі значенням 0,69.

ПС 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста. Для всіх дослідних



речовин коефіцієнт кореляції займав проміжні значення у діапазоні від 0,66 до 0,99, тобто в усіх була сильна позитивна кореляція даних. Найбільш сильна позитивна кореляція зі значенням 0,99 в  $Mn^{2+}$  і  $Cr^{6+}$ .

ПС 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста. Для всіх дослідних речовин коефіцієнт кореляції займав проміжні значення у діапазоні від -0,70 до 0,89, тобто в усіх була сильна позитивна або негативна кореляція даних. Найбільш сильна позитивна кореляція зі значенням 0,89 в НП і СПАР.

### **3.4. Висновки до розділу**

Ми провели розрахунки за вихідними даними щорічного моніторингу Центральної геофізичної Обсерваторії, виконавши їх статистичний аналіз, щодо забруднення поверхневих вод басейну річки Дніпро (р. Тетерів) важкими металами ( $Mn^{2+}$ ,  $Cr^{6+}$ ) та органічними сполуками (СПАР, НП) на території міста Житомир за 1991-2016 роки.

Необхідні розрахункові дані ми оформили у вигляді таблиці, також додавши графік, до кожної таблиці з результатом, який наглядно показує взаємозв'язок значень.

Також, показали кореляційну залежність забруднення, відносно НП, СПАР,  $Mn^{2+}$ ,  $Cr^{6+}$ .

Актуальним для подальших досліджень було б зосередити увагу на:

- комплексному вирішенні проблем санітарної охорони поверхневих водойм та виявленні причин забруднення поверхневих вод р. Тетерів з метою розробки певних еколого-управлінських рішень;
- підвищенні якості та покращенні державного нагляду за скидом стічних вод та систем моніторингу.

## ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі було виконано сумісний аналіз складових статистичних параметрів та встановлено основні тенденції змін хімічних показників поверхневих вод, а саме ВМ, НП і СПАР, на основі даних спостережень Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського за водами р. Тетерів у зазначені роки останніх трьох десятиріч. Що в майбутньому дозволить обґрунтувати управлінські рішення щодо ощадливого та раціонального використання водних ресурсів, а також їх відтворення та охорони.

1. Висвітлено основні етапи розвитку проблеми забруднення важкими металами та органічними сполуками поверхневих вод басейну річки Дніпро (р. Тетерів) і загальну характеристику досліджуваних забруднюючих речовин. Та стисло висвітлено деякі питання, що залишилися не вирішені стосовно цієї проблеми (не санкціоновані скиди стічних вод КП «Житомирводоканалом» у систему зливової каналізації з подальшим потраплянням її у р. Тетерів та встановленням факту загибелі водних біоресурсів Житомирською регіональною державною лабораторією ветеринарної медицини в 2017 році) та ін.

2. Наведено характеристику проведення загальних методик досліджень та розроблено загальну схему їх проведення. Ілюстровано картографічні дані місцезнаходження дослідних пунктів спостереження та надано матеріальну базу для дослідження поверхневих вод річки Дніпро (р. Тетерів).

3. Результати власних досліджень:

а) На підставі проведеного дослідження якості води басейну річки Дніпро (р. Тетерів) у 3 контролюючих точках протягом останніх 30 років було встановлено, що:

- вміст важких металів, має значне перевищення норм ГДК по всім контрольним пунктам та досліджуваним рокам для  $Mn^{2+}$ , найбільше середнє значення в 38,8 ГДК 1996 року, а найменшим 1,81 ГДК (\*\* –  $p < 0,01$ ) в 2016 році.

- вміст нафтопродуктів, встановлено перевищення норм ГДК по всім контрольним пунктам, але з 2001 року його вміст в воді різко почав падати і за останніми даними 2016 року він перебував в межах норми по всіх пунктах крім 13365 м. Радомишль, 1 км вище міста – 1,36 ГДК.

б) Щодо стану забруднення р. Тетерів за вмістом  $\text{Cr}^{6+}$  та СПАР, перевищень норм ГДК не було виявлено по всім пунктам спостереження. Також згідно з рисунками 3.4 та 3.5 видно, що вміст СПАР та нафтопродуктів з кожним роком після різкого спаду росте.

в) ПС 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста. Найчастіше коефіцієнт кореляції займав проміжні значення у діапазоні від -0,44 до 0,69, частіше зустрічались значення приближені до 0, тобто в них була слабка або середня кореляція, крім  $\text{Mn}^{2+}$  і  $\text{Cr}^{6+}$ , де було виявлено сильну позитивну кореляцію зі значенням 0,69.

ПС 13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста. Для всіх дослідних речовин коефіцієнт кореляції займав проміжні значення у діапазоні від 0,66 до 0,99, тобто в усіх була сильна позитивна кореляція даних. Найбільш сильна позитивна кореляція зі значенням 0,99 в  $\text{Mn}^{2+}$  і  $\text{Cr}^{6+}$ .

ПС 13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста. Для всіх дослідних речовин коефіцієнт кореляції займав проміжні значення у діапазоні від -0,70 до 0,89, тобто в усіх була сильна позитивна або негативна кореляція даних. Найбільш сильна позитивна кореляція зі значенням 0,89 в НП і СПАР.

Подальші дослідження слід зосередити на комплексному вирішенні проблем санітарної охорони поверхневих водойм від забруднень стічними водами і відходами промисловості та, виявленні причин їх забруднення, удосконаленні нормативно-правової бази управління водними ресурсами, підвищення якості та покращення державного нагляду за скидом стічних вод та систем моніторингу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авакян А.Б. Рациональное использование водных ресурсов: учебн. для геогр., биол. и строит. спец. вузов / А.Б. Авакян, В.М. Широков – Екатеринбург: изд-во «Виктор», 1994. – 320с.
2. Астрова Н.Г. Исследование биотехнологического процесса утилизации нефтесодержащих загрязнений микробами-деструкторами / Н.Г. Астрова, В.В. Астров // Причорноморський біологічний бюлетень, 2006. – №2 (20). – С. 38-40.
3. Бойчук Ю.Н. Екологія і охорона навколишнього середовища: навч. посіб. / Ю.Н. Бойчук. – Суми: Університетська книга, 2002. – 283 с.
4. Бакка М.Т. Еколого-гідрологічні дослідження житомирської області на основі аналізу забруднення водних об'єктів / М.Т. Бакка // Житомирський державний технологічний університет – 2006. – 136 с.
5. Бордюг Н.С. Аналіз стану річки Тетерів в Коростишівському районі/ Н.С. Бордюг Л. М. Костриця // Житомирський національний агроєкологічний університет, – 2014. – 3 с.
6. Буравська Т. Забруднення води та його вплив на організм / Т. Буравська // Хімія. Біологія, 2001. – № 22. – С. 7-10.
7. Веселов Е.А. Классификация сточных вод и их компонентов по их действию на водоемы и водные организмы / Е.А. Веселов // Известия Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства, 1971. – Том 78. – С.43-76.
8. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, управління). Том I. Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В. – Рівне: Волинські обереги. – 1999, – 348 с.
9. Гончарук Є.Г. Комунальна гігієна./Є.Г. Гончарук. – Київ: «Здоров'я», – 2003.– 728 с.
10. Горобець О. В. Стан водних ресурсів у Житомирській області та заходи щодо його поліпшення / О. В. Горобець, Ю. М. Геня // Наука. Молодь. Екологія – 2016: зб.

матеріалів XII Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, 27 трав. 2016 р. – Житомир: ЖНАЕУ, 2016. – С. 153–157.

11. Дудник С.В. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування: монографія / С.В. Дудник, М.Ю. Євтушенко. – К.: Вид-во Українського фітосоціологічного центру, 2013. – 297 с.

12. Екологічний паспорт Житомирської області за 2005-2016 р. / управління екології та природних ресурсів ЖОДА [Електронний ресурс]. // Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/protection/protection1/zhytomyrska>

13. Запольський А.К. Основи екології: підручник / А.К. Запольський, А.І. Салюк / за ред. К.М. Ситника. – К.: Вища школа, 2003. – 358 с.

14. Карпов В.І. Еколого-економічні проблеми довкілля Житомирщини [кол. моногр.] / В.І. Карпов., С.П. Сіренький, В.К. Данилко; під заг. ред. П.П. Михайленка. – Житомир, 2001. – 320 с.

15. Константинов А.С. Общая гидробиология / А.С. Константинов – М.: Высшая школа, 1986. – 472 с.

16. Коткова Т. Синтетичні ПАР та поліфосфати у річці Жерев та її основних приток / Т. Коткова // Сільськогосподарські науки. – 2012. – №2. – С.30-36.

17. Крамаренко В.Ф. Токсикологическая химия / В.Ф. Крамаренко – К.: «Вища школа», 1989. – 448 с.

18. Линник П. Н.Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / П. Н. Линник, Б. И. Набиванец – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 268 с.

19. Лукьяненко В.И. Общая ихтиотоксикология / В.И. Лукьяненко – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 320 с.

20. Лукьяненко В.И. Токсикология рыб / В.И. Лукьяненко – М.: «Пищевая промышленность», 1967. – 216 с.

21. Моисеенко Т.И. Водная экотоксикология: Теоретические и прикладные аспекты / Т.И. Моисеенко. – М.: Наука, 2009. – 400 с.

22. Мур Дж. Тяжёлые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния / Дж. Мур, В. С. Рамамурти – М.: Мир, 1987. – 285 с.

23. Набиванець Б.Й. Аналітична хімія поверхневих вод: монографія / Б.Й.

Набиванець, В.І. Осадчий, Н.М. Осадча, Ю.Б. Набиванець; НАН України, Державна гідрометеорологічна служба. Київ. Наукова думка, 2007. – 456 с.

24. Осадчий В.І Вплив урбанізованих територій на хімічний склад поверхневих вод басейну Дніпра / В.І.Осадчий, Н.М.Осадча, Н.М. Мостова – 2002. [Електронний ресурс] / Режим доступу: [https://uhmi.org.ua/pub/np/250/21\\_Mostova.pdf](https://uhmi.org.ua/pub/np/250/21_Mostova.pdf).

25. Остроумов С.А. Биологические эффекты поверхностно-активных веществ в связи с антропогенными воздействиями на биосферу / С.А. Остроумов – М.: МАКС-Пресс, 2000. – 116 с.

26. Остроумов С.А. Сохранение биоразнообразия и качество воды: роль обратных связей в экосистемах / С.А. Остроумов – М.: ДАН. 2002. – Т. 382. № 1. – С. 138-141.

27. Паршикова Т.В. Вплив поверхнево-активних речовин на життєдіяльність планктонних водоростей / Т.В. Паршикова // Вісник Київського університету імені Тараса Шевченка. Серія «Біологія». – 1999. – Вип. 29. – С. 39-40.

28. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа / С.А. Патин – М.: Изд-во ВНИРО, 1997. – 350 с.

29. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа / С.А. Патин – М.: Изд-во ВНИРО, 2001. – 247 с.

30. Перепелиця О.П. Екохімія та ендоекологія елементів: Довідник з екологічного захисту / О.П. Перепелиця. – К.:НУХТ, Екохім, 2004. – 736 с.

31. Правдин Н.С. Руководство по промышленной токсикологии / Н.С. Правдин – М.: Биомедгиз, 1934. – 259 с.

32. Про забруднення річки Тетерів у Житомирському районі Житомирської області № 11/10-77 / Міністерство екології та природних ресурсів України (Мінприроди) від 08.09.2017. [Електронний ресурс] // Режим доступу: [file:///D:/10\\_0077\\_02\\_G\\_C\\_VDP.pdf](file:///D:/10_0077_02_G_C_VDP.pdf)

33. Риш М.А. Биологическая роль микроэлементов / М.А. Риш – М.: Наука, 1983. – 17 с.

34. Скакальский Б.Г. Антропогенные изменения химического состава воды и донных отложений в загрязняемых водных объектах. Автореф. дис. докт. географ.

наук. – СПб, 1996. – 68 с.

35. Скакальский Б.Г. Влияние урбанизации на качество поверхностных вод / Качество вод и научные основы их охраны: Труды IV Всесоюз. гидролог. Съезда. – Т.9.- Л.: Гидрометеиздат, 1976. – С. 119-125.

36. Токсикологическая оценка новых химических веществ. – Иркутск: Изд-во Иркут. Ун-та, 1993 – Часть I. – 160 с.

37. Токсикологическая оценка новых химических веществ. – Иркутск: Изд-во Иркут. Ун-та, 1993 – Часть II. – 160 с.

38. Трахтенберг И.М. Книга о ядах и отравлениях / И.М. Трахтенберг – Киев: Наукова думка, 2000. – 368 с.

39. Трахтенберг И.М. Тяжелые металлы во внешней среде: Современные гигиенические и токсикологические аспекты / И.М. Трахтенберг, В.С. Колесников, В.П. Луковенко. – Минск: Навука і тэхніка, 1994. – 285 с.

40. Тяжелые металлы как фактор экологической опасности: / Метод. указ. Сост. Ю. А. Холопов. – Самара: СамГАПС, 2003. – 16 с.

41. Филенко О.Ф. Основы водной токсикологии / О.Ф. Филенко, И.В. Михеева – М.: Колос, 2007. – 144 с.

42. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Энциклопедический справочник / Г.С. Фомин – М., 2000. – 848 с.

43. Шекк П.В. Нормативні показники якості вод рибогосподарських водойм: Конспект лекцій / П.В. Шекк, М.В. Захарова – Одеса; Екологія, 2008. – 116 с.

44. Шитиков В.К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.

45. Шульман Г.Е. Экологическая физиология и биохимия черноморских гидробионтов в начале XXI века / Г.Е. Шульман / Экология моря, 2001. – Вып. 57. – С. 121-125.

46. Щербатюк А. Ф. Органічне забруднення вод гідрографічної мережі Житомирського району / А. Ф. Щербатюк, В. П. Фещенко // Вісник ЖНАЕУ. – 2010. –

№ 2. – С. 206–214.

47. Якименко І.Л., Мельниченко О.П. Статистична обробка в екології [Електронний ресурс]: навчальний посібник. – К.: НУХТ, 2018. – 53 с.

48. АРНА (American Public Health Association): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16th edition, American Public Health Association Inc. New York, – 1985.

49. Bryan G. W., Langston W. J. Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review / G. W. Bryan, W. J. Langston // Environmental pollution. – 1992. – Т. 76. – №. 2. – С. 89-131.

50. ІЕА. Oil [Електронний ресурс] / ІЕА // International Energy Agency. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/oil>.



## ДОДАТКИ

Додаток А

### Вміст нафтопродуктів у воді р. Тетерів за даними архіву ЦГО ім. Бориса Срезневського 1991, 1996, 2001, 2005, 2010, 2016 років

№ , п./п.	Т, міс	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>					
		1991 рік	1996 рік	2001 рік	2005 рік	2010 рік	2016 рік
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ПС	13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста					
2		<i>ГДК</i>		=		<i>0,05</i>	
3	Січень	0	0	0	0	0,03	
4	Березень	0,03	0,1	0	0	0,02	0,02
5	Травень	0		0	0	0,01	0,01
6	Липень	0		1,16	0	0,01	0,01
7	Вересень	0		0	0,01	0,03	
8	Жовтень	0		0,88	0,02	0,01	0,02
9	Грудень	0,16		0,14	0,02	0,01	0,04
10	ПС	13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста					
11	Січень	0	0,39	0	0	0,02	
12	Березень	0,03	0	0,92	0	0,01	0,06
13	Липень	0		0	0	0,01	0,02
14	Вересень	0		0	0	0,03	0,02
15	Жовтень	0,1		0	0,01	0,01	0,04
16	Грудень	0,2		0	0,01	0,06	0,04
17	ПС	13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста					
18	Січень	0	0,09	0	0	0,02	0,2
19	Березень	0,01	0,01	0	0	0,01	0,02
20	Липень	0		0	0	0,02	0,02
21	Вересень	0		0	0,01	0,02	0,04
22	Жовтень	0,15		0	0,01	0,02	
23	Грудень	0,7		0,36	0,02	0,02	0,06

**Вміст синтетичних поверхнево-активних речовин у воді р. Тетерів за даними архіву ЦГО ім. Бориса Срезневського 1991, 1996, 2001, 2005, 2010, 2016 років**

№ , п./п.	Т, міс	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>					
		1991 рік	1996 рік	2001 рік	2005 рік	2010 рік	2016 рік
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ПС	13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста					
2		ГДК		=		0,2	
3	Січень	0	0,02	0	0	0,01	
4	Березень	0,08	0,03	0,02	0,03	0	0
5	Травень	0,2		0,02	0,02	0,04	
6	Липень	0,04		0,02	0	0,03	
7	Вересень	0,15		0	0,04	0	0,06
8	Жовтень	0,07	0,09	0,02	0	0	
9	Грудень	0,08		0,03	0,03	0	0,01
10	ПС	13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста					
11	Січень	0	0,15	0,01	0	0	0
12	Березень	0,09	0,04	0	0,02	0,03	
13	Липень	0,12		0,26	0	0,03	
14	Вересень	0,18		0	0	0	0,05
15	Жовтень	0,08	0,22	0	0,04	0	
16	Грудень	0,2		0,02	0	0,01	0,02
17	ПС	13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста					
18	Січень	0	0,02	0,02	0	0,01	0
19	Березень	0,12	0,01	0,02	0,03	0,08	0
20	Липень	0,14		0,04	0	0,06	
21	Вересень	0,17		0,02	0,003	0,01	
22	Жовтень	0,1		0,02	0,02	0	0,08
23	Грудень	0,14		0,01	0	0	

**Вміст важких металів (Mn<sup>2+</sup>) у воді р. Тетерів за даними архіву ЦГО ім. Бориса  
Срезневського 1991, 1996, 2001, 2005, 2010, 2016 років**

№ , п./п.	Т, міс	Mn <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>					
		1991 рік	1996 рік	2001 рік	2005 рік	2010 рік	2016 рік
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ПС	13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста					
2		<i>ГДК</i>		=		<i>0,01</i>	
3	Січень	0,088	0,205	0,045	0,046	0,106	0,023
4	Березень	0,083	0,85	0,023	0,104	0,036	0,024
5	Травень	0,077		0,066	0,05	0,085	0,011
6	Липень	0,084		0,278	0,032	0,007	0,021
7	Вересень	0,012		0,039	0,257	0,012	0,009
8	Жовтень	0,022	0,108	0,025	0,072	0,067	0,015
9	Грудень	0,07		0,022	0,055	0,048	0,024
10	ПС	13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста					
11	Січень		0,197	0,06	0,081	0,115	0,026
12	Березень		0,225	0,036	0,039	0,018	0,018
13	Липень	0,108		0,057	0,057	0,007	0,02
14	Вересень	0,015		0,043	0,072	0,021	0,01
15	Жовтень		0,164	0,087	0,048	0,099	0,045
16	Грудень			0,052	0,1	0,047	0,109

**Вміст важких металів (Cr<sup>6+</sup>) у воді р. Тетерів за даними архіву ЦГО ім. Бориса  
Срезневського 1991, 1996, 2001, 2005, 2010, 2016 років**

№ , п./п.	Т, міс	Cr <sup>6+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>					
		1991 рік	1996 рік	2001 рік	2005 рік	2010 рік	2016 рік
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ПС	13315 р. Тетерів, м. Житомир, 4,5 км вище міста					
2		ГДК		=		0,05	
3	Січень	0,0077	0,0117	0,0055	0,0033	0,0044	0,0037
4	Березень	0,0067	0,0048	0,0037	0,0052	0,0096	0,0063
5	Травень	0,0014		0,0092	0,0056	0,0048	0,0044
6	Липень	0,0026		0,0022	0,0104	0,0152	0,0056
7	Вересень	0,0046		0,0037	0,0122	0,01	0,0043
8	Жовтень	0,0067	0,0103	0,0048	0,0141	0,0033	0,0066
9	Грудень	0,0047		0,0037	0,0063	0,003	0,004
10	ПС	13315 р. Тетерів, м. Житомир, 2,5 км нижче міста					
11	Січень	0,0139	0,0673	0,0144	0,0067	0,0059	0,0044
12	Березень	0,0103	0,0082	0,0048	0,007	0,01	0,0089
13	Липень	0,0013		0,0074	0,0044	0,005	0,0048
14	Вересень	0,0051		0,0033	0,0118	0,0137	0,0081
15	Жовтень	0,0052	0,025	0,0059	0,0096	0,0081	0,0043
16	Грудень	0,0021		0,007	0,0189	0,0048	0,0057
17	ПС	13365 р. Тетерів, м. Радомишль, 1 км вище міста					
18	Січень	0,0066	0,0117	0,0081	0,0081	0,0111	0,0037
19	Березень	0,0046		0,007	0,003	0,0133	0,0289
20	Липень	0,003	0,0045	0,0015	0,0085	0,0059	0,0056
21	Вересень	0,0011		0,0022	0,0185	0,0237	0,0056
22	Жовтень	0,0057		0,0029	0,0052	0,007	0,0111
23	Грудень	0,0032		0,0067	0,0122	0,0044	0,0086