

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки  
Кафедра екології та охорони довкілля

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**

на тему: Часово-просторові зміни якості води річки Псел

Виконав студент 2 курсу групи МЕБ-19  
спеціальності 101- Екологія  
Пісоцький Євген Сергійович

Керівник к.геогр.н., доцент  
Романчук Марина Євгенівна

Рецензент к.геогр.н., доцент  
Бургаз Олексій Анатолійович

Одеса 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 101-Екологія

Освітньо-наукова програма Екологічна безпека

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

« 15 » березня 2021 року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Пісоцького Євгена Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Часово-просторові зміни якості води річки Псел

Керівник роботи Романчук Марина Євгенівна, к.геогр.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "23" лютого 2021 року №  
16"С" п.п.-09

2. Строк подання студентом роботи 11 травня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи: Вихідна інформація надана відділом гідрохімії  
Українського гідрометеорологічного інституту (УкрГМІ)

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Фізико-географічна характеристика району дослідження;

2. Характеристика родовищ корисних копалин в межах басейну;

3. Промислові підприємства, що впливають на якість води річки Псел

4. Аналіз змін у часі та просторі мінералізації води р.Псел та її складових

5. Аналіз просторово-часових змін якості води р.Псел за вмістом біогенних речовин

6. Характеристика змін в межах створів дослідження розчиненого кисню, БСК<sub>5</sub>, завислих речовин, температури води

7. Аналіз просторово-часових змін якості води за вмістом речовин токсичної дії

8. Оцінка втрати якості води в межах створів дослідження за період 2000-2015 рр.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- а) карта розміщення пунктів спостереження в межах басейну р.Псел;  
б) номограми об'ємів скиду зворотних вод підприємствами-забруднювачами в басейні р.Псел (в межах Сумської і Полтавської областей)  
в) графік зміни в межах створів загальної мінералізації;  
г) номограми аніонного та катіонного складу води р.Псел в межах створів;  
д) графіки зміни у часі та просторі аніонів та катіонів, концентрації яких перевищують ГДКрг;  
є) графіки просторово-часових змін в межах басейну р.Псел біогенних речовин (кремнію, азоту амонійного, нітритного, нітратного), загального фосфору та фосфатів;  
ж) графіки зміни концентрацій завислих речовин, розчиненого кисню, БСК<sub>5</sub>, температури води в басейні р.Псел;  
з) графіки зміни концентрацій речовин токсичної дії (мідь, цинк, шестивалентний хром, залізо загальне, манган, феноли, СПАР)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	немає		

7. Дата видачі завдання 15 березня 2021 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи магістра	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Фізико-географічна характеристика та особливості басейну річки Псел</i>	15.03.2021- 20.03.2021	80	<i>добре</i>
2	<i>Характеристика родовищ корисних копалин та екологічно небезпечних об'єктів в басейні р.Псел</i>	21.03.2021- 24.03.2021	80	<i>добре</i>
3	<i>Аналіз змін мінералізації та її складових в межах басейну р.Псел за період 2000-2015 рр.</i>	25..03.2021- 08.04.2021	90	<i>добре</i>
4	<i>Характеристика зміни біогенних речовин в басейні р.Псел</i>	09.04.2021- 15.04.2021	90	<i>добре</i>
5	<i>Характеристика змін у часі та просторі розчиненого кисню, температури води, завислих речовин та БСК<sub>5</sub></i>	16.04.2021- 18/04/2021	85	<i>добре</i>
	<b>Рубіжна атестація</b>	<b>19.04.2021</b> <b>24.04.2021</b>	<b>85</b>	<b><i>добре</i></b>
6	<i>Характеристика просторово-часових змін речовин токсичної дії в межах басейну р.Псел</i>	25.04.2021- 27.04.2021	83	<i>добре</i>
7	<i>Оцінка втрат якості води, що зазнала екосистема річки Псел за період 2000-2015 рр.</i>	28.04.2021- 04.05.2021	85	<i>добре</i>
8	<i>Узагальнення отриманих результатів. Підготовка електронної версії кваліфікаційної роботи магістра до передачі керівнику на остаточну перевірку і підпис</i>	05.05.2021- 07.05.2021	85	<i>добре</i>
9	<i>Підготовка заключної версії кваліфікаційної роботи магістра і презентаційного матеріалу до публічного захисту. Передача на процедуру встановлення ступеня оригінальності і відсутності ознак плагіату. Складення керівником протоколу, висновку та авторського договору про розміщення кваліфікаційної роботи магістра в репозитарії.</i>	08.05.2021- 11.05.2021	88	<i>добре</i>
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		85,1	

(до десятих)

Студент

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ . Пісоцький Є.С.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ . Романчук М.Є.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

### **Пісоцький Є.С. Часово-просторові зміни якості води річки Псел**

*Актуальність теми.* Річка Псел являється транскордонною, використовується для отримання електроенергії, для риболовлі, водопостачання та зрошування, на берегах її багато місць відпочинку, тому оцінка якості води являється актуальним питанням. Особливо важливо дослідити, як змінюються параметри якості води у часі та просторі.

*Метою роботи* являється визначення та аналіз змін якості води в басейні р.Псел як у часі, так і просторі; оцінка екологічної втрати якості води

*Об'єктом дослідження* являється вода р.Псел в межах пунктів: м.Суми, м.Гадяч та с.Запсілля.

*Предметом дослідження* являється визначення особливостей змін якості води р.Псел на протязі періоду дослідження.

*Методи дослідження* – Основними являються статистичний, аналітичний, графічний. Для визначення оцінки втрат якості води р.Псел застосовувалась Методика екологічної оцінки якості води за відповідними категоріями.

*Результати досліджень.* Визначено, що мінералізація збільшується у часі в межах Гадяча, за рахунок концентрацій сульфатів та натрію, і практично не змінюється в межах других створів. Збільшуються у часі також концентрації завислих речовин, міді, хрому (в межах Запсілля), азоту амонійного та нітритного. Інші речовини токсичної дії зменшуються у часі. Зроблена оцінка втрат якості води Псла. З'ясовано, що басейн р.Псел в межах Сумської та Полтавської областей відчуває значне антропогенне навантаження за рахунок розвиненої промисловості, транспортного, сільськогосподарського комплексів, застарілих мереж водопостачання та водовідведення в великих містах та відсутності каналізаційних систем в малих містах та селищах. Також в межах обох областей в басейні р.Псел знаходиться велика кількість родовищ корисних копалин.

*Наукова новизна* – були розглянуті та проаналізовані зміни якості води р.Псел за достатньо тривалий проміжок часу (2000-2015 рр.) в межах трьох пунктів спостереження: м.Суми (0,5 км вище міста), м.Гадяч (0,5 км вище міста) та с.Запсілля (в межах селища). Аналіз просторово-часових змін проводився за мінералізацією та її складовими (аніонами і катіонами); концентраціями завислих речовин, розчиненого кисню та БСК<sub>5</sub> концентраціями біогенних речовин; речовин токсичної дії (міддю, цинком, шестивалентним хромом, залізом загальним, манганом, фенолами, СПАРами). Також були розглянуті можливі джерела забруднення в басейні р.Псел, які б могли вплинути на якість води річки.

*Теоретичне та практичне значення.* Отримані результати роботи можуть бути використані у відповідних органах міської влади для прийняття рішень щодо покращення стану води р.Псел.

*Структура та обсяг роботи.* Складається з переліку умовних позначень, вступу, 7 основних розділів, висновків, переліку посилань, додатків. Обсяг роботи складає 85 с., в т.ч. 35 рис., 15 табл., 23 літературних джерела та 9 власних (у співавторстві з науковим керівником) тез доповідей та статей.

**Ключові слова:** просторові та часові зміни, гранично-допустима концентрація, екологічна втрата якості води

## ANNOTATION

### ***Pisotskyi E.S. Temporal and Spatial Changes in the Psel River Water Quality***

*Actuality of theme.* The Psel River is transboundary, used for electricity, fishing, water supply and irrigation, and has many recreation areas on its banks, so assessing water quality is a topical issue. It is especially important to investigate how water quality parameters change over time and space.

*The aim of the work* is to determine and analyze changes in water quality in the basin of the Psel River both in time and space; assessment of ecological loss of water quality

*The object of research* is the water of the river Psel within the points: Sumy, Gadyach and Zapsillya.

*The subject of the study* is to determine the characteristics of changes in water quality of the river Psel during the study period.

*Research methods* - The main are statistical, analytical, graphical. To determine the assessment of water quality losses in the river Psel, the Methodology of ecological assessment of water quality by the relevant categories was used.

*Research results.* It is determined that the mineralization increases over time within Gadyach, due to the concentrations of sulfates and sodium, and practically does not change within the second line. Concentrations of suspended solids, copper, chromium (within Zapsillya), ammonium and nitrite nitrogen also increase over time. Other toxic substances decrease over time. An assessment of Psel water quality losses has been made. It was found that the Psel river basin within Sumy and Poltava oblasts experiences a significant anthropogenic load due to developed industry, transport, agricultural complexes, outdated water supply and sewerage networks in large cities and lack of sewerage systems in small towns and villages. Also within both regions in the basin of the Psel River there is a large number of mineral deposits.

*Scientific novelty* - changes in water quality of the Psel River for a sufficiently long period of time (2000-2015) were considered and analyzed within three observation points: Sumy (0.5 km above the city), Gadyach (0.5km above the city) and the village of Zapsillya (within the village). Analysis of spatio-temporal changes was performed by mineralization and its components (anions and cations); concentrations of suspended solids, dissolved oxygen and BOC<sub>5</sub> concentrations of nutrients; toxic substances (copper, zinc, hexavalent chromium, total iron, manganese, phenols, surfactants). Possible sources of pollution in the Psel river basin, which could affect the river water quality, were also considered.

*Theoretical and practical significance.* The obtained results can be used in the relevant city authorities to make decisions on improving the water condition of the Psel River.

*Structure and scope of work.* It consists of a list of symbols, introduction, 7 main sections, conclusions, list of references, appendices. The volume of work is 85 pages, including 35 fig., 15 tab. and 23 literature sources and 9 own (co-authored with the supervisor) abstracts and articles.

*Key words:* spatial and temporal changes, maximum permissible concentration, ecological loss of water quality

## ЗМІСТ

	ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	8
	ВСТУП.....	9
1	ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОСОБЛИВОСТІ БАСЕЙНУ РІЧКИ ПСЕЛ.....	10
	1.1 Історія та походження назви.....	10
	1.2 Фізико-географічна характеристика басейну р.Псел	10
	1.3 Господарське використання.....	12
	1.4 Екологічні проблеми .....	13
2	ХАРАКТЕРИСТИКА РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН ТА ЕКОЛОГІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ В БАСЕЙНІ Р.ПСЕЛ.....	15
3	АНАЛІЗ ЗМІН МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ТА ЇЇ СКЛАДОВИХ В МЕЖАХ БАСЕЙНУ Р.ПСЕЛ ЗА ПЕРІОД 2000-2015 РР.....	21
4	ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІНИ БІОГЕННИХ РЕЧОВИН В БАСЕЙНІ Р.ПСЕЛ.....	37
5	ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІН У ЧАСІ ТА ПРОСТОРИ РОЗЧИНЕНОГО КИСНЮ, ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ, ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН ТА БСК <sub>5</sub> .....	47
6	ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИХ ЗМІН РЕЧОВИН ТОКСИЧНОЇ ДІЇ В МЕЖАХ БАСЕЙНУ Р.ПСЕЛ.....	54
7	ОЦІНКА ВТРАТ ЯКОСТІ ВОДИ, ЩО ЗАЗНАЛА ЕКОСИСТЕМА РІЧКИ ПСЕЛ ЗА ПЕРІОД 2000-2015 РР.....	66
	ВИСНОВКИ.....	75
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	81
	ДОДАТКИ.....	83

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

УкрГМІ	– Український гідрометеорологічний інститут
ГЕС	– гідроелектростанція
НПР	– нормальний підпірний рівень
смт	– селище міського типу
ПАТ	– приватне акціонерне підприємство
КП	– комунальне підприємство
ТОВ	– товариство з обмеженою відповідальністю
ГДС	– гранично-допустимий скид
КРЕ	– кількість речовини еквівалента
ГДКрг	– гранична допустима концентрація для об'єктів рибогосподарського використання
БСК <sub>5</sub>	– біохімічне споживання кисню за 5 діб
СПАР	– синтетичні поверхнево-активні речовини
НО	– нормативно очищені стічні води
НДО	– недостатньо очищені стічні води



## ВСТУП

Довжина річки Псел 717 км; площа басейну 22 800 км<sup>2</sup>, в межах України - становить 16270 км<sup>2</sup>. Річка протікає по території двох областей країни: Сумської (довжина в межах області 176 км) та Полтавської (довжина в межах області 350км).

Витоки Псла розташовані в Росії, в межах Прохоровського району Білгородської області. Річка перетинає російсько-український кордон на північний захід від села Запсілля. Тече спершу переважно на захід, у межах Сумської області й до міста Гадяч — здебільшого на південний захід, далі — на південь і (частково) південний захід. Впадає до Дніпра між містами Кременчук та Горішні Плавні (Комсомольськ).

Оскільки річка Псел являється транскордонною, використовується для отримання електроенергії, для риболовлі, водопостачання та зрошування, на берегах її багато місць відпочинку, тому оцінка якості води являється дуже *актуальним питанням*.

*Предметом* дослідження являється визначення особливостей змін якості води р.Псел на протязі періоду дослідження.

*Об'єктом* дослідження являється вода р.Псел в межах пунктів: м.Суми, м.Гадяч та с.Запсілля.

В роботі розглянуті питання водоспоживання та водовідведення в межах двох областей, екологічні проблеми використання водних ресурсів. Розглянутий хімічний склад води р.Псел, проаналізований хід змін їх в межах трьох створів: м.Суми (0,5 км вище міста), м.Гадяч (0,5 км вище міста) та с.Запсілля (в межах селища) за період спостереження 2000-2015 рр.

Вихідна інформація надана відділом гідрохімії Українського гідрометеорологічного інституту (УкрГМІ).

По темі кваліфікаційної роботи магістра було опубліковано четверо тез на Міжнародних конференціях; по одній – на Всеукраїнській конференції та Конференції Молодих вчених та три статті, одна з яких фахова.

# 1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОСОБЛИВОСТІ БАСЕЙНУ РІЧКИ ПСЕЛ

## 1.1 Історія та походження назви

Річка Псел (Псьол), давня українська назва — *Псло*, — уперше згадана в літописі Нестора-літописця «Повість временних літ» 1113 року, змушує дослідників посперечатися з приводу цієї назви. О. Яценко вважає, що стосується вона давньогрецької назви *пселлос* — темний. М. Т. Янко вірогіднішим називає слов'янські корені: *піс*, *пъс*, *пес*, *пстри* — луки, вологе місце [1].

## 1.2 Фізико-географічна характеристика басейну р.Псел

Довжина річки — 717 км, площа басейну 22 800 км<sup>2</sup>. Площа водозбору річки Псел на території України становить 16270 км<sup>2</sup>. Долина у верхній частині вузька, глибока, з крутими схилами, нижче її ширина досягає 10—15 км, у пониззі — 20 км. Схили долини асиметричні: високі праві (вис. 30 — 70 м) та низькі ліві. Коли ріка добігає смт Шишак, спостерігається незвичайне явище: вищий лівий берег — це виняток з правила Г. Коріоліса (Сила Коріоліса), відповідно до якого у північній півкулі праві береги річок вищі. Висота 168 м (вершина). [1].

Заплава розчленована старицями та протоками, на окремих ділянках заболочена. Річище звивисте, розгалужене, ширина річища у нижчій течії до 60 — 80 м. Похил річки 0,23 м/км. Живлення переважно снігове. Середьорічні витрати води, м<sup>3</sup>/с: біля м. Суми — 23,9; біля м. Гадяч — 34,7; біля с. Запсілля — 51,8. Мінералізація води становить: весняна повінь — 632 мг/дм<sup>3</sup>; літньо-осіння межень — 713 мг/дм<sup>3</sup>; зимова межень — 749 мг/дм<sup>3</sup>. Озер 25 км<sup>2</sup>, боліт 190 км<sup>2</sup>. Річка замерзає на початку грудня, скресає до кінця березня. [1].

Витоки Псла розташовані в Росії, в межах Прохоровського району Білгородської області. Річка перетинає російсько-український кордон на північний захід від села Запсілля. Тече спершу переважно на захід, у межах Сумської області й до міста Гадяч — здебільшого на південний захід, далі — на південь і (частково) південний захід. Впадає до Дніпра між містами Кременчук та Горішні Плавні (Комсомольськ). [1].

У верхній течії Псла на його берегах трапляються виходи крейди. Крейдяні відшарування добре видно, зокрема, біля села Миропілля Краснопільського району Сумської області. [2].

Карта, на якій зображений басейн дослідження наведений на рис.1.1.

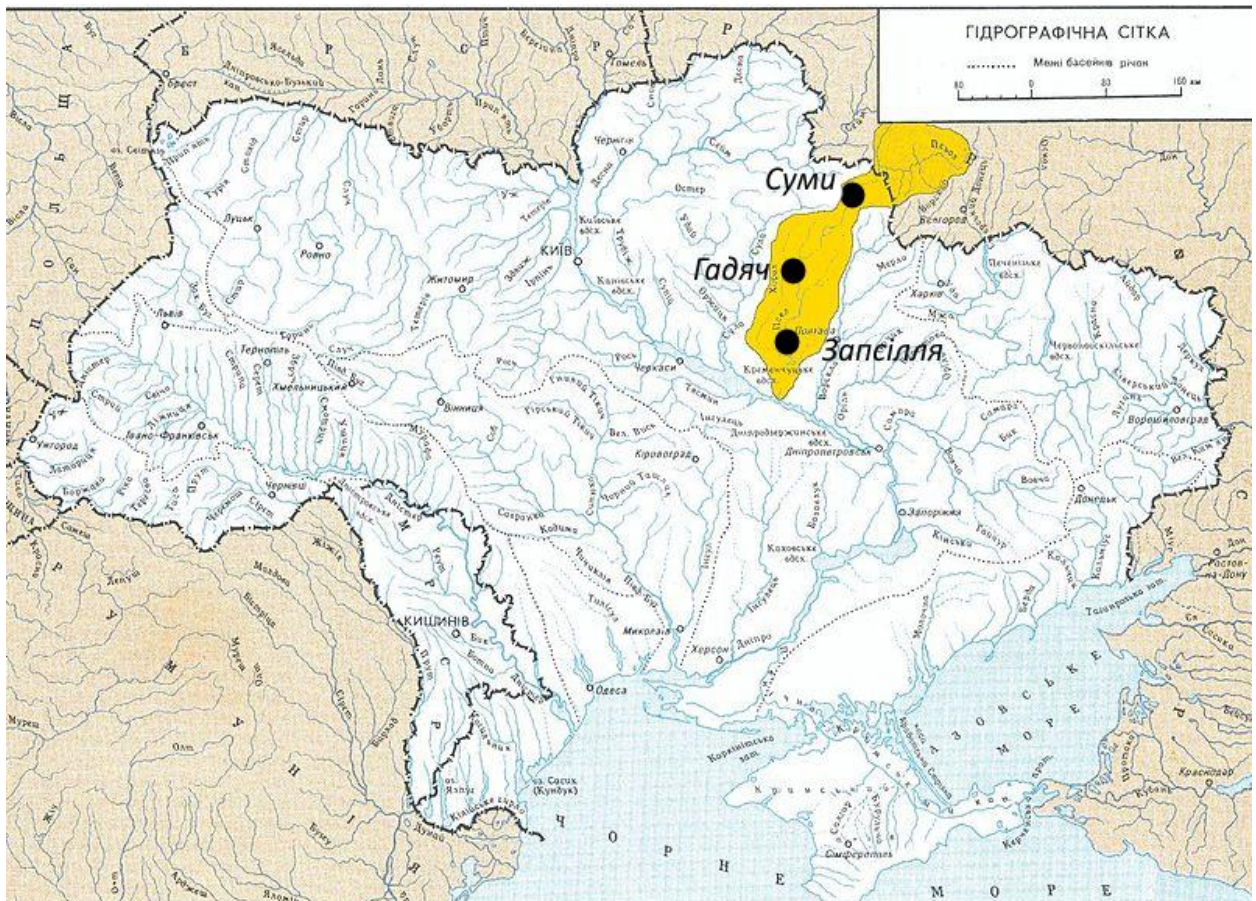


Рисунок 1.1 – Карта-схема розташування басейну р.Псел

### 1.3 Господарське використання

На всьому протязі річкової долини на надзаплавній терасі багато дюнних пісків. Головні притоки: Суджа, Грунь, Омельник (Сухий Омельник), Хорол (праві), Веприк, Лютенька, Грунь-Ташань, Говтва (ліві) [3].

На Пслі у межах України створено близько 10 невеликих водосховищ. Більшість гідровузлів у своєму складі мають ГЕС: Низівську, Маловорожб'янську, Михайлівську, Бобрівську, Шишацьку, Остап'євську, Сухорабівську. Звичайно на ГЕС встановлено по два гідроагрегати потужністю 100—200 кВт.

На Пслі є шлюзи-регулятори, наприклад, в селищі Велика Багачка та селі Сухорабівка. Великобагачанський шлюз-регулятор введений в експлуатацію в 1980 р. Об'єм водосховища при НПР — 2,5 млн м<sup>3</sup>, площа — 96 га. Пропускна спроможність чотирьох отворів по 10 м — 357 м<sup>3</sup>/с. У пониззі Псел судноплавний. [1].

Річка також використовується для риболовлі, водопостачання та зрошення, на берегах її багато місць відпочинку [4].

У складі рибного населення Псла та його приток найчастіше зустрічаються щука, плітка, ялець, головень, в'язь, червоноперка, жерех, вівсянка, підуст, піскар, вусань, укля, бистрянкa, густера, лящ, гiрчак, карась, сазан, голець, щиповка, в'юн, окунь, йорж, бички, рідше - білоглазка, синець, чехоня, сом, минь, колючка, судак і носарь. Псел – найбільш зарибнена річка Полтавської області. В ній водиться до 40 видів риб, три чверті яких належить до родини коропових. У водосховищах Псла найбільш поширені вівсянка, гiрчак, укля, краснопiрка, плотва, піскар, лящ, в'язь, сазан і деякі інші. На незарегульованих ділянках річки переважають окунь, укля, підуст, ялець, щиповка, піскар, плотва, в'язь, щука та ін. Рибне населення приток Псла ще біднішими. Наприклад, в Королеві переважаючими видами є вівсянка, гiрчак і в'язь. [5].

Полтавщина багата на родовища мінеральних і столових підземних вод. Уперше мінеральні води було віднайдено у 1912 році у районі міста Миргорода під час пошуку джерел водопостачання міста. З 1917 року тут діє курорт. Основним лікувальним засобом є мінеральні води. У водолікувальних закладах покращують свій стан головним чином хворі з порушенням обміну речовин та захворюваннями органів травлення. [3].

У долині річки Псел розташовані 17 природоохоронних територій.

#### 1.4 Екологічні проблеми

Однією з найважливіших екологічних проблем являється забруднення водних об'єктів скидами забруднюючих речовин із зворотними водами промислових підприємств, підприємств житлово-комунального господарства [6].

Перед водокористувачами, насамперед підприємствами житловокомунального господарства у містах, стоїть проблема реконструкції водогінних та каналізаційних мереж, з причини зношеності яких досягли великих масштабів втрати свіжої води при її транспортуванні. В обох областях досить актуальне питання водовідведення. Переважна більшість очисних споруд не забезпечують ефективної очистки стічних вод, особливо на підприємствах житлово-комунального господарства. Ефективно працюють в Сумській області лише очисні споруди у містах Глухів та Охтирка [6].

Аналіз сучасного екологічного стану водних джерел свідчить, що негативні процеси на річках, водосховищах та ставках тривають. Більшість річок і водотоків замулилися, заросли болотною рослинністю та чагарниками, втратили своє природне значення. Вони не мають дренажної спроможності, в результаті чого заплавні землі заболочені й підтоплені та не використовуються в сільському господарстві. Особливо така ситуація спостерігається на малих річках, протяжність русел яких не перевищує 20-35 км. Через заболоченість їх русел і заплавних земель не створюються

водоохоронні прибережні смуги, вони знаходяться в незадовільному санітарному та гідромеліоративному стані.

Основними причинами погіршення якості води в створах малих річок (Полтавська область) Крива Руда, Суха Лохвиця, Коломак та інших є недостатня ефективність роботи наявних очисних споруд, незадовільний стан каналізаційних мереж, насосних станцій та споруд зливової каналізації. Відсутні або мають незадовільний стан каналізаційні мережі та очисні споруди у містах Гадяч, Миргород, Пирятин, Глобине, Гребінка, Зіньків, Лохвиця, Карлівка, смт В. Багачка, Чорнухи, Козельщина, Градизьк, Котельва, Чутове, Опішня, Семенівка. Значну частку в забруднення поверхневих джерел області вносить змив із урбанізованих територій. Із зливовими стічними водами до водних об'єктів надходять завислі речовини, органіка, нафтопродукти, азот, фосфорні та інші речовини. Оцінка якості води на полтавських ділянках двох Дніпровських водосховищ потребує окремого детального дослідження, розроблення й здійснення спеціальних заходів, спрямованих на з'ясування сили, характеру, джерел і чинників процесу евтрофікації Кременчуцького та Дніпродзержинського водосховищ, особливо у зв'язку із загрозливою ситуацією в районах питних водозаборів міст Кременчук і Горішні Плавні. [7].

За інформацією гідрологів, річку треба терміново чистити.. Крім того, зазначали вони, варто щось робити з ерозією ґрунтів. Але всю картину і загрозу для річки можна побачити тільки зробивши ретельне дослідження. [8].

Серед охоронних заходів щодо поліпшення стану Псла — розчищення річища, створення водоохоронних зон, заборона користуватись моторними човнами тощо. [4].

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН ТА ЕКОЛОГІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ В БАСЕЙНІ Р.ПСЕЛ

Басейн р.Псел в межах Сумської та Полтавської областей відчуває значне антропогенне навантаження за рахунок розвиненої промисловості, транспортного, сільськогосподарського комплексів, застарілих мереж водопостачання та водовідведення в великих містах та відсутності каналізаційної системи в малих містах та селищах. Також в межах обох областей в басейні р.Псел знаходиться велика кількість родовищ корисних копалин.

В табл.2.1 наведені основні дані про кількість газо-, нафто-, аміако- та продукто -проводів, що проходять через річку та кількість напірних каналізаційних колекторів. Всі вони являються потенційним джерелом забруднення водного об'єкту. Також надана інформація про кількість гребель в заплаві Псла. В цілому, в басейні р.Псел в межах Сумської області знаходиться 105 гребель та водосховищ.

Таблиця 2.1 – Наявність трубопроводів в межах української частини басейну р.Псел [9]

Назва річки	Протяжність по території регіону, км	Річковий басейн, до якого відноситься річка	Кількість населених пунктів вздовж берегової	Кількість гребель (водосховищ), од.	Кількість трубопроводів, що проходять через річку, од.				Кількість напірних каналізаційних колекторів, що перетинають водний об'єкт_ол.
					газо-	. нафто-	аміако-	продукто	
Сумська область									
р. Псел	176	Дніпро	24	4	5			6	5
Полтавська область									
р. Псел	350	Дніпро	71	8	9	3			

В межах Сумської області сільськогосподарські угіддя займають 1697,5 тис. га (71,2% від загальної площі області).

В області обліковується 393 родовища (у тому числі 57 об'єктів обліку комплексних родовищ) з 22 видів корисних копалин, з яких 136 родовищ (у тому числі 44 об'єктів обліку) експлуатується. Мінерально-сировинна база регіону на 57,76% складається з паливноенергетичної сировини (нафта, газ, конденсат, торф), на 31,51% – із сировини для виробництва будівельних матеріалів, 9,13% перепадає на питні і технічні підземні води, решта – 1,6% це гірничохімічні та нерудні корисні копалини для металургії. На території області розташовано 32 родовища вуглеводнів, більша частина яких комплексні, у тому числі 9 – нафтових, 3 – газоконденсатних, 1 – газоконденсатнонафтове, 19 – нафтогазоконденсатних. У промисловій розробці перебуває 26 родовищ, у розвідці – 1, підготовлене до промислового освоєння – 3, не залучене до надрокористування – 1. На 23 родовищах вуглеводнів підраховані балансові (видобувні) запаси вільного газу у кількості 26,679 млрд. м<sup>3</sup> (3,35% від запасів в Україні). Найбільше вільного газу видобувається на Рибальському нафтогазоконденсатному та Волошківському газоконденсатному родовищах [6].

В межах Полтавської області з загальної площі 28,75 тис. км<sup>2</sup> (4,5% площі України) майже 10,0% складають ліси та інші лісовкриті площі, більше 5,0% займають поверхневі водойми, 75,0% території – сільгоспугіддя, в тому числі рілля – близько 62,0%.

На території області відкрито багато нафтових, нафтогазоконденсатних, газових і газоконденсатних родовищ. В районі Кременчуцької аномалії зосереджені запаси залізних руд. Серед інших корисних копалин – торф, бішофіт, будівельні матеріали, мінеральні води [9].

Найбільшими споживачами води в Полтавській області є галузі житлово-побутового господарства (52%) та промисловості (34%). Високі показники споживання води в підприємствах чорної металургії (54,2%), харчової промисловості (22,11%) та енергетики (13,0%). Втрати води при



транспортуванні за період 2010-2015 рр. у середньому складають 17,9%, що майже на 7% більше, ніж за попередній п'ятирічний період. Практично всі втрати належать до комунального та побутового водопостачання і мають місце через зношеність та незадовільний стан мереж водопостачання. За рахунок оборотного та послідовного водопостачання у 2015 році заощаджено 989,5 млн. м<sup>3</sup> свіжої води, що на 7 млн. м<sup>3</sup> менше ніж у 2010 році та на 82 млн. м<sup>3</sup> менше, ніж у 2005 році [7].

Комунальними підприємствами Полтавської області експлуатується більше 1 тис. км каналізаційних мереж. Каналізаційні мережі, споруди, насосні агрегати в багатьох населених пунктах відпрацювали нормативний термін експлуатації та потребують капітального ремонту. Недостатнє фінансування цих заходів призводить до забруднення навколишнього середовища, підвищених витрат електроенергії, збільшення собівартості послуг [9].

В табл. 2.2 надається характеристика по скиданню забруднюючих речовин із зворотними водами у поверхневі водні об'єкти басейну р.Псел.

Можна бачити, що в межах Сумської області збільшення об'єму скидання зворотних вод в 2015 році по відношенню до 2013 р. спостерігалось від ПАТ «Сумхімпром», КП "Водоканал", м. Лебедин. По інших об'єктах об'єми зменшувались. Відповідно, зменшувались або збільшувались обсяги забруднюючих речовин (рис. 2.2). Слід зазначити, що МП "Будівельник", підприємство в Сумському районі (р.Олешня), при постійних об'ємах скидання на протязі трьох років, в 2,5 разів зменшило обсяги забруднюючих речовин – з 17,5 т в 2013 р. до 7,0 т в 2015р. Таке зменшення відбулося, у першу чергу, за рахунок зменшення об'ємів нормативно-чистих без очищення стічних вод.

На рис. 2.1 наведені об'єми скидання зворотних вод підприємствами в р.Псел (в межах Сумської і Полтавської областей).

Значно збільшились об'єми кидання зворотних вод в 2015 році по відношенню до 2013 р. від ТОВ «Гадячсир», м.Гадяч – з 0,143 млн.м<sup>3</sup> (2013р.) до 0,538 млн.м<sup>3</sup>. В 4 рази збільшився і обсяг забруднюючих речовин (табл.2.2, рис.2.1-2.2).

Таблиця 2.2 - Скидання забруднюючих речовин із зворотними водами у поверхневі водні об'єкти [9]

Назва водокористувача-забруднювача	2013		2014		2015	
	об'єм скидання зворотних вод, млн.м <sup>3</sup>	обсяг забруднюючих речовин, т	об'єм скидання зворотних вод, млн.м <sup>3</sup>	обсяг забруднюючих речовин, т	об'єм скидання зворотних вод, млн.м <sup>3</sup>	обсяг забруднюючих речовин, т
<b>Сумська область</b>						
ПАТ «Сумхімпром»	2.615	5677	2.393	4085	3,203	7242
КП "Міськводоканал" м. Суми	14.22	13964	12.44	13964	12,48	13182
р. Вільшанка (басейн р. Псел)						
КП "Водоканал", м. Лебедин	0.057	81.90	0.057	68.52	0,066	91,9
р. Закобильня (басейн р. Псел)						
ПАТ "Теплоенерго", смт Краснопілля	0.049	52.31	0.042	45.51	0,038	37,31
р. Олешня (басейн р. Псел)						
МП "Будівельник", Сумський р-н	0.012	17.05	0.011	26.07	0,012	7,0
<b>Полтавська область</b>						
КП «Кременчукводоканал» м.Кременчук(скид в р.Дніпро, р.Псел та р.Сухий Кагамлик)	17,39	8556	17,13	8687,0	15,17	4683
ТОВ «Гадячсир», м.Гадяч	0,143	102,0	0,361	278, 0	0,538	430,0
Гадяцьке ВУЖКГ, м.Гадяч	0,406	313,0	0,403	310,0	0,355	272,0
ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр», м.Комсомольськ	0,916	678,0	0,89	612,0	0,806	542,0
Кременчуцька ТЕЦ ПАТ «Полтаваобленерго»	0,897	790,0	0,790	769,0	0,767	776,0
Велико-Багачанська дільниця ОКВПВКГ «Миргородводоканал», смт.Велика Багачка			0,070	67,0	0,078	83,0

Майже усі втрати води при транспортуванні мають місце у комунальному і побутовому водопостачанні через зношеність та незадовільний стан мереж водопостачання.

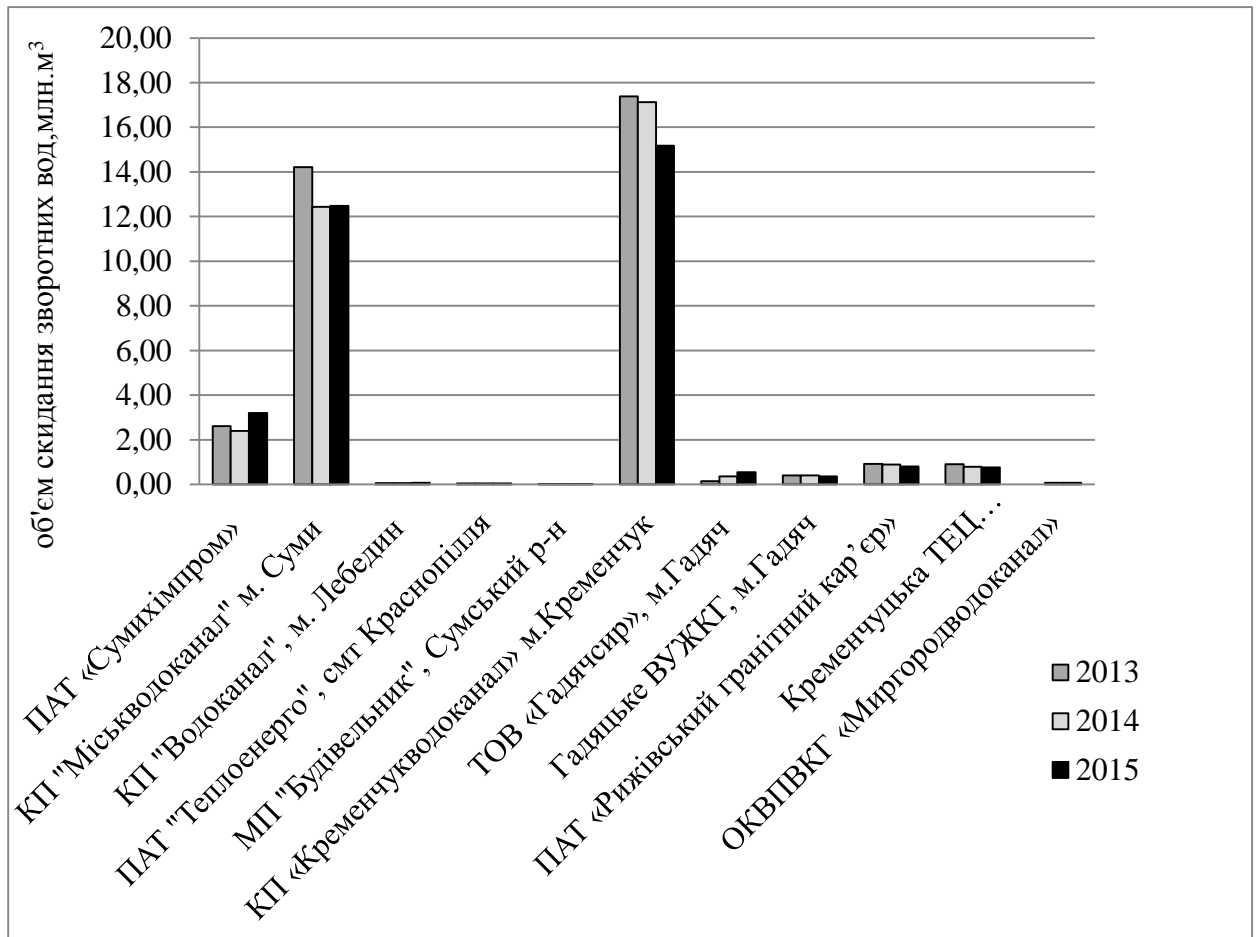


Рисунок 2.1 - Об'єм скидання зворотних вод підприємствами в р.Псел (в межах Сумської і Полтавської областей)

Протягом останніх років (2010 – 2015р.р.) лідером-забруднювачем водних ресурсів на Полтавщині залишається обласне комунальне виробниче підприємство водопровідно-каналізаційного господарства «Миргород-водоканал» – 45,9% до загального скиду недостатньо-очищених зворотних вод у водні об'єкти. Підприємство здійснює скид у р.Хорол. Аналітичний підрозділ управління водних ресурсів постійно фіксує перевищення

показників ГДС у скидах підприємства по амонію сольовому та завислим речовинам.

Друге найбільше підприємство-забруднювач поверхневих вод Полтавської області з 2015 року є Пирятинські госпрозрахункові очисні споруди (21,5%) [9].

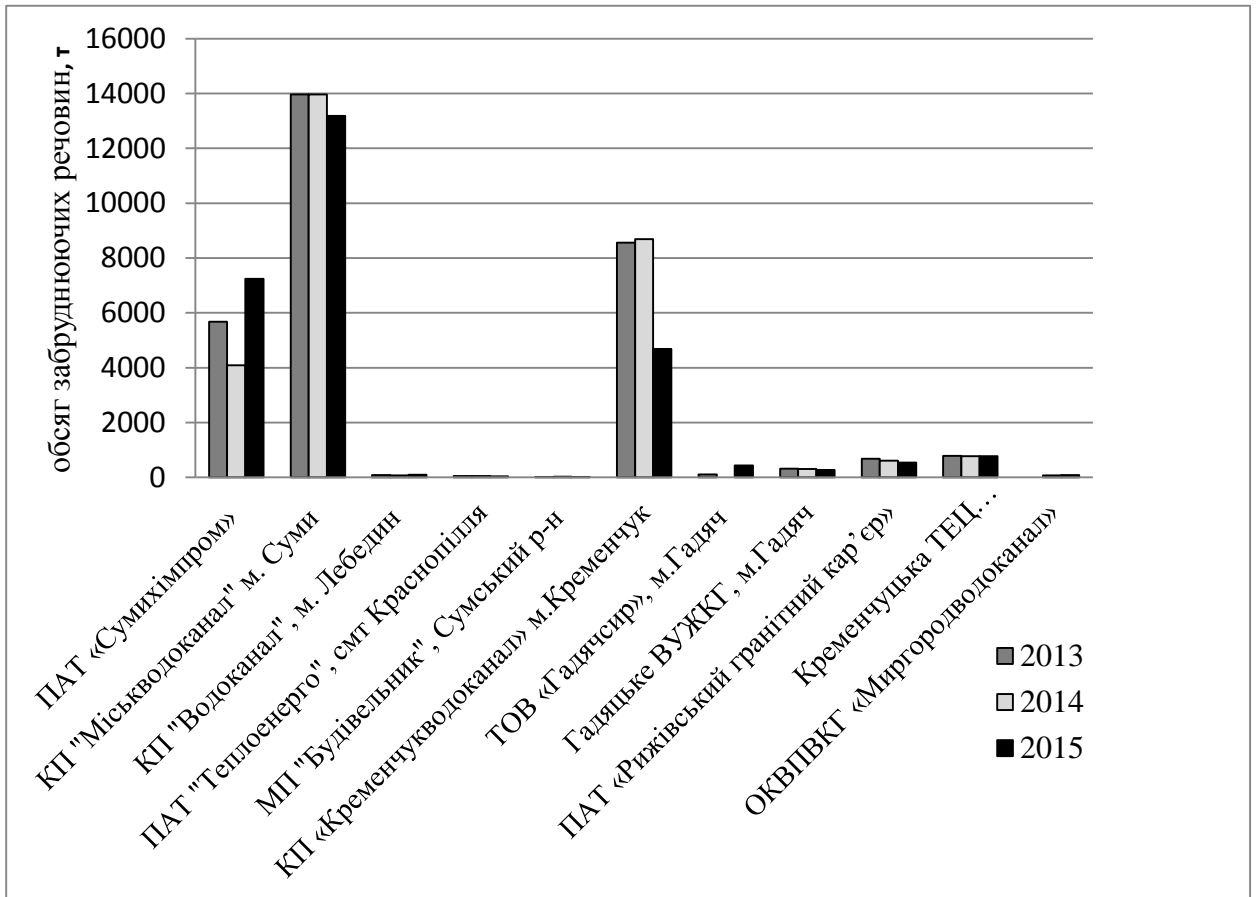


Рисунок 2.2 – Обсяг забруднюючих речовин в зворотних водах, що скидаються в р.Псел (в межах Сумської і Полтавської областей)

### 3 АНАЛІЗ ЗМІН МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ТА ЇЇ СКЛАДОВИХ В МЕЖАХ БАСЕЙНУ Р.ПСЕЛ ЗА ПЕРІОД 2000-2015 РР.

Сумарний вміст всіх знайдених при хімічному аналізі води мінеральних речовин, звичайно виражається у вигляді суми іонів: для прісних і солонуватих вод в мг/дм<sup>3</sup> (до 1000 мг/дм<sup>3</sup>) або г/дм<sup>3</sup> (більш 1000 мг/дм<sup>3</sup>), для розсолів – в г/дм<sup>3</sup>, в г/кг або в ‰ [10].

В табл. 3.1 наводяться значення середньорічної мінералізації в межах створів р.Псел – м.Суми, р.Псел – м.Гадяч та р.Псел – с.Запсілля за період 2000-2015рр.

Таблиця 3.1 – Середньорічні значення мінералізації води р.Псел за період 2000-2015 рр.

Роки	Сума іонів, мг/дм <sup>3</sup>		
	м.Суми	м.Гадяч	с.Запсілля
2000	641,75	713,6	791
2001	698	777	630
2002	673,5	725,33	778
2003	710,25	794,5	636,5
2004	753	702	841
2005	735,75	716,5	689,67
2006	616,5	657,2	664
2007	638,5	711	658,5
2008	715,25	715	712,86
2009	800,25	716,67	644,33
2010	646,5	669,67	639
2011	644,5	784,5	685,5
2012	710,5	808	692,29
2013	702,75	844,75	709,5
2014	682	897,75	775
2015	747,75	857,5	773,33
<b>середнє</b>	<b>694,8</b>	<b>755,7</b>	<b>707,5</b>

Характеристика якості води р.Псел за мінералізацією та її складовими (аніонами та катіонами), а також аналіз їх змін у часі були опубліковані в

роботах [1, 2, 3, Додаток А].

На рис 3.1 представлена зміна значень мінералізації в межах цих створів.

Окрім графіків зміни мінералізації на рис.3.1 наведені лінійні лінії тренду та рівняння. Як видно, коливання мінералізації знаходяться в межах: по м.Суми  $616,5 \text{ мг/дм}^3$  (2006 р.) -  $800,25 \text{ мг/дм}^3$  (2009 р.); по м.Гадяч  $657,2 \text{ мг/дм}^3$  (2006 р.) -  $897,75 \text{ мг/дм}^3$  (2014 р.); по с.Запсілля  $636,5 \text{ мг/дм}^3$  (2003р.) –  $841 \text{ мг/дм}^3$  (2004 р.). По створах м.Суми та с.Запсілля спостерігається не значне збільшення мінералізації, а в пункті м.Гадяч в останні роки (починаючи з 2011 р.) - неспинний ріст. Середнє значення мінералізації за період дослідження в межах м.Суми дорівнює  $695 \text{ мг/дм}^3$ , в межах м.Гадяч збільшується і складає  $756 \text{ мг/дм}^3$ , вниз за течією знов зменшується і дорівнює  $707,5 \text{ мг/дм}^3$ .

Серед строкових вимірів спостерігалось всього два випадки перевищення концентрації мінералізації в  $1000 \text{ мг/дм}^3$  в межах створів: 13 вересня 2003 р. біля Сум ( $1030 \text{ мг/дм}^3$ ) та 9 лютого 2014 р. – біля Гадяча ( $1100 \text{ мг/дм}^3$ ). Максимальні значення в межах села Запсілля спостерігались 13 серпня та 1-го жовтня 2004 року і відповідно склали  $980 \text{ мг/дм}^3$  та  $969 \text{ мг/дм}^3$ .

За О.О.Альокінім води річок поділяються на води [11]:

- дуже малої мінералізації — менше  $0,1 \text{ г/дм}^3$ ;
- малої мінералізації —  $0,1 — 0,2 \text{ г/дм}^3$ ;
- середньої мінералізації—  $0,2 — 0,5 \text{ г/дм}^3$ ;
- підвищеної мінералізації—  $0,5 — 1,0 \text{ г/дм}^3$ ;
- високої мінералізації—  $>1,0 \text{ г/дм}^3$

Води в межах всього басейну р.Псел за цією класифікацією [10, 11] характеризуються, як води з підвищеною мінералізацією ( $0.5 - 1.0 \text{ г/дм}^3$ ).

В. К. Хільчевським (2003) була розроблена класифікація природних вод за мінералізацією [12], в якій значною мірою враховані сучасні практичні

та екологічні вимоги до якості вод, їх використання та охорони, а також значний досвід детального вивчення хімічного складу природних вод України: [13, 14]

- дуже прісні — менше 0,1 г/дм<sup>3</sup>;
- помірно прісні — 0,1 — 0,6 г/дм<sup>3</sup>;
- прісні з підвищеною мінералізацією — 0,6 — 1,0 г/дм<sup>3</sup>;
- слабосолоні — 1,0 — 3,0 г/дм<sup>3</sup>;
- середьосолоні — 3,0 — 15,0 г/дм<sup>3</sup>;
- солоні — 15,0 — 35,0 г/дм<sup>3</sup>;
- сильносолоні — 35 — 50 г/дм<sup>3</sup>;
- розсоли — понад 50 г/дм<sup>3</sup>.

За цією класифікацією води р.Псел оцінюються як прісні з підвищеною мінералізацією (0,6 — 1,0 г/дм<sup>3</sup>).

За класифікацією якості поверхневих вод за критерієм мінералізації [15], води р.Псел в межах всіх створів за період 2000-2015 рр. належать до II класу та 2-ої категорії, тобто прісних олігогалинних (від 510 до 1000 мг/дм<sup>3</sup>). За екологічною класифікацією - води «дуже добрі» за станом – «чисті» за ступенем чистоти (табл.3.2).

Таблиця 3.2 - Класифікація якості води у басейні р.Псел за критерієм мінералізації за середніми значеннями за період 2000-2015 рр.

№ посту	Клас якості		Категорія якості		Екологічна класифікація	
					за станом	за ступенем чистоти
м.Суми	II	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті
м.Гадяч	II	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті
с.Запсілля	II	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті

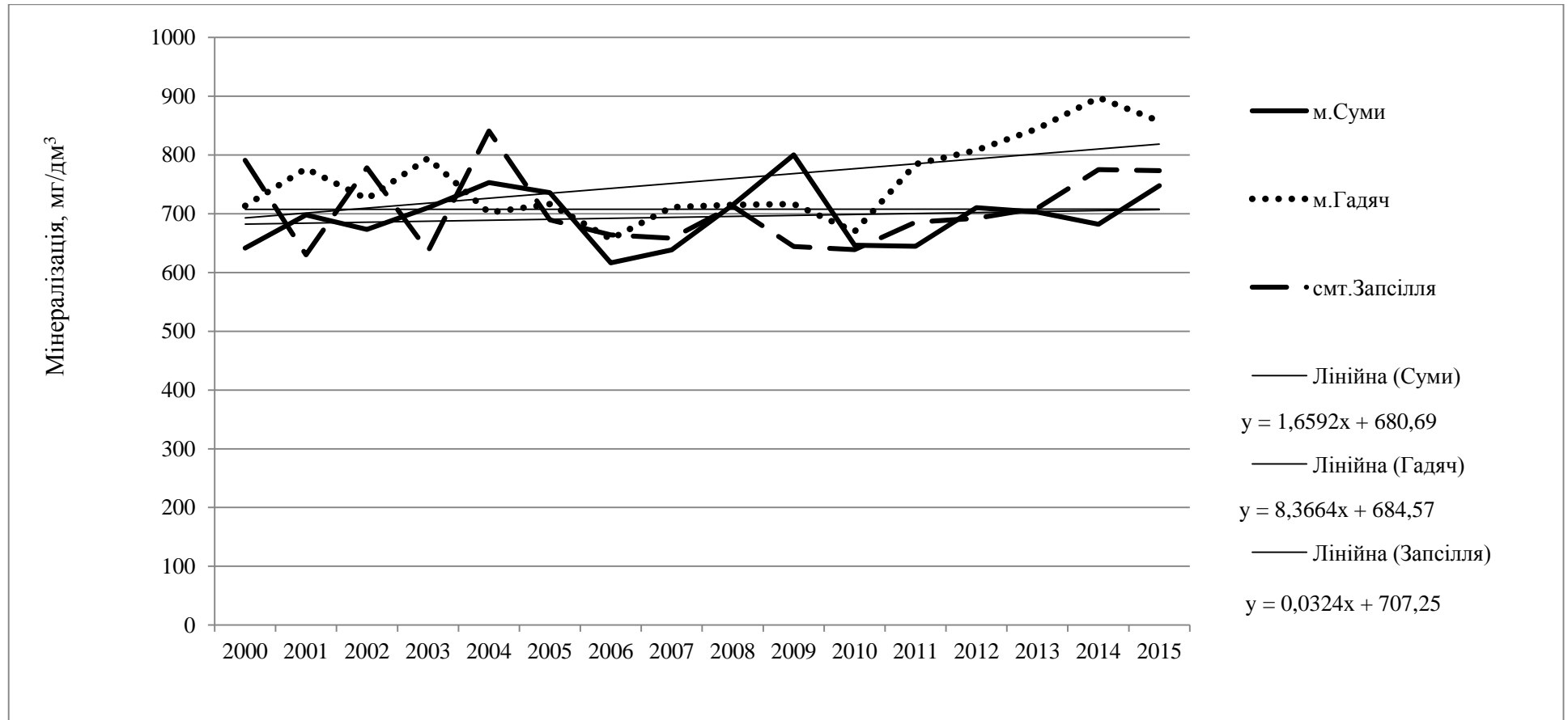


Рисунок 3.1 – Часовий графік зміни мінералізації в межах створів басейну р.Псел



Для узагальнення хімічного складу вод річки Псел – м.Суми за період 2000-2015 рр. було складено табл. 3.3, в якій вміщено осереднені за багаторічний період відомості про концентрації хімічних речовин у трьох формах: у міліграмах на 1 дм<sup>3</sup>; у мілімолях кількості речовини еквівалента на 1 дм<sup>3</sup> і відсотках кількості речовини еквівалента.

Для переходу від масової до молярної концентрації еквівалентів числове значення маси було поділено на числове значення молярної маси еквівалента ( $\text{Cl}^- = 35,433$ ;  $\text{SO}_4^{2-} = 48,064$ ;  $\text{HCO}_3^- = 61,018$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 12,15$ ;  $\text{Ca}^{2+} = 20,04$ ;  $\text{Na}^+ = 22,99$ ).

Еквівалентна форма вираження концентрації є дуже важливою, оскільки в еквівалентній формі всі речовини описуються у тих рівноцінних одиницях, пропорційно до яких вони вступають у реакцію і зв'язані в солях, перебуваючи у твердому стані. При порівнянні складу природних вод необхідно знати й співвідношення між іонами [15]. Для цього використовується відносний вміст кількості речовини еквівалента (КРЕ) від загальної суми іонів у воді. При цьому суми аніонів (а) і катіонів (к) в еквівалентній формі рівні між собою і беруться за 100%. Звідси відносний вміст будь-якого з іонів визначається за виразом

$$\text{КРЕ}_a = i \cdot 100 / \sum_a ; \quad (3.1)$$

$$\text{КРЕ}_k = i \cdot 100 / \sum_k ; \quad (3.2)$$

де  $i$  – вміст іона у ммоль/дм<sup>3</sup>.

В табл. 3.3. було внесено також суму іонів, яка характеризує мінералізацію води. Іони розташовані у такому порядку:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  згідно до їх активності, окрім  $\text{Ca}^{2+}$ , який є активнішим за  $\text{Mg}^{2+}$ . Для опису хімічного складу вод р.Псел – м.Суми було складено формулу Курлова (табл.3.3).

Таблиця 3.3 – Осереднені за період 2000-2015 рр. дані про хімічний склад вод р.Псел- м.Суми у різних формах з виведенням формули Курлова

Іон	Вміст, мг/дм <sup>3</sup>	Кількість речовини еквівалента	
		мг-екв/дм <sup>3</sup>	%-екв
Аніони			
Cl <sup>-</sup>	81,60	2,30	25
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	92,05	1,92	21
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	302	4,95	54
∑ <sub>a</sub>	475,7	9,17	100
Катіони			
Na <sup>+</sup>	78,38	3,41	34
Mg <sup>2+</sup>	22,53	1,85	19
Ca <sup>2+</sup>	92,36	4,61	47
∑ <sub>к</sub>	193,3	9,87	100
∑ <sub>i</sub>	669	19	
Формула Курлова	$M_{0,70} \frac{HCO_3 54Cl25}{Ca47Na34}$		

М.Г. Курлов запропонував формулу ще в 1921 р. для компактного подання відомостей про мінеральні води. Її широко використовують і для опису хімічного складу природних вод.

Формула Курлова є псевдодробом (помилкова дріб, так як операція ділення не проводиться), в чисельнику якого записують аніонний склад води в відсотку-мольної формі (в%-моль, %-екв) в порядку зменшення, а в знаменнику - катіонний склад в такому ж порядку.

Запис формули М.Г. Курлова показана нижче у вигляді формули 3.3

$$AM \frac{\text{аніони}}{\text{катіони}} \text{---} pH; T; Q \quad (3.3)$$

де А - специфічний елемент, що міститься у воді, мг / дм<sup>3</sup>, мг / л;

М - загальна мінералізація, г / дм<sup>3</sup>, г / л;

T - температура води, ° C;

Q - витрата джерела (дебіт свердловини), л / сут, м<sup>3</sup> / добу.

У формулі Курлова зазвичай вказують лише ті іони, концентрація яких перевищує 10, іноді 20%. В нашому випадку були записані іони, які перевищували 20%.

Перед дробом ставиться прописна буква М (мінералізація), дані записуються до першого десяткового знаку (в г / дм<sup>3</sup>).

Крім іонного складу формула включає відомості про газу, специфічні компоненти, які проставляються перед величиною мінералізації зліва від псевдодробу.

Відомості про реакцію води - рН, температури - Т (° C) і дебіту Q або сумарному дебіту  $\Sigma Q$  (л/добу) вказуються праворуч від псевдодробу. В найменування складу води включаються аніони і катіони, вміст яких перевищує 25% -моль (% екв). Найменування хімічного складу води зазвичай включає два слова, які визначають переважні аніон і катіон і записують через дефіс [16]. Але у більшості випадків вчені надають назву води по складових мінералізації, кількість яких складає не менш 25%. Для природних вод формулу можна надавати у вигляді інформації по аніонах та катіонах і загальної мінералізації.

Відповідно до формули Курлова в створі р.Псел - м.Суми вода за багаторічний період являється хлоридно-гідрокарбонатна і натрієво-кальцієва з мінералізацією 700 мг/дм<sup>3</sup> (0,70 г/дм<sup>3</sup>).

Для наочного представлення розподілу аніонного та катіонного складу води в межах м.Суми були побудовані діаграми (рис. 3.2, 3.3).

Як видно з рис 3.2, з аніонів значно переважають гідрокарбонатні іони (54%-екв.), а з катіонів (рис.3.3) - кальцієві іони (47%-екв.).

В табл.3.3 наведені осереднені за період спостереження дані про хімічний склад вод р.Псел- м.Гадяч у різних формах з виведенням формули Курлова. Як видно, в межах створу вода хлоридно-гідрокарбонатна і натрієво-кальцієва з мінералізацією 760 мг/дм<sup>3</sup> (0,76 г/дм<sup>3</sup>).

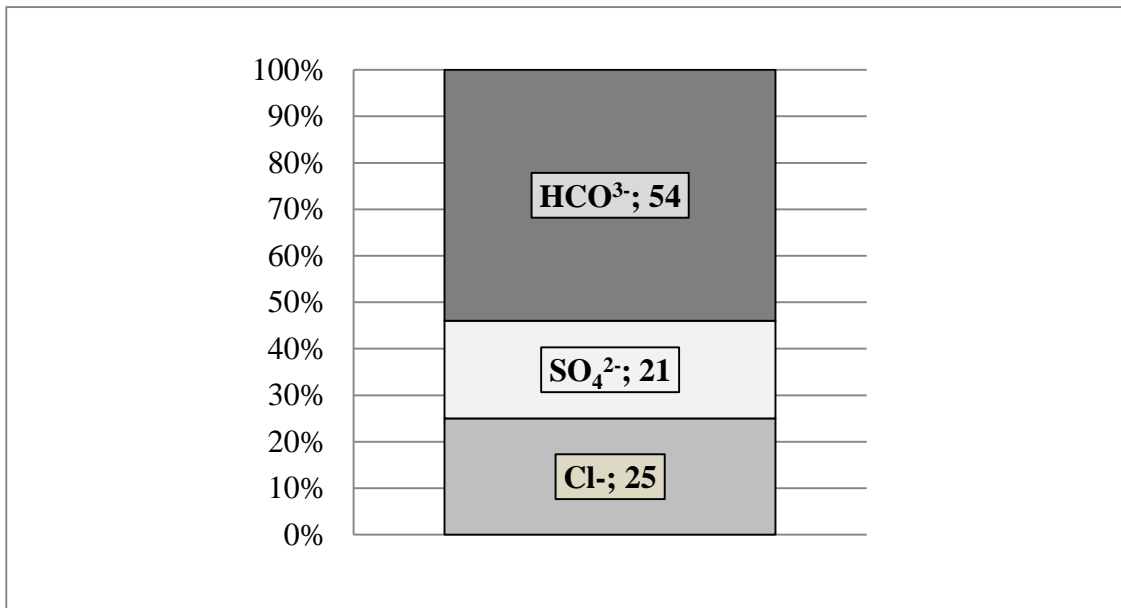


Рисунок 3.2 – Аніонний склад води р.Псел – м.Суми (у %-екв.)

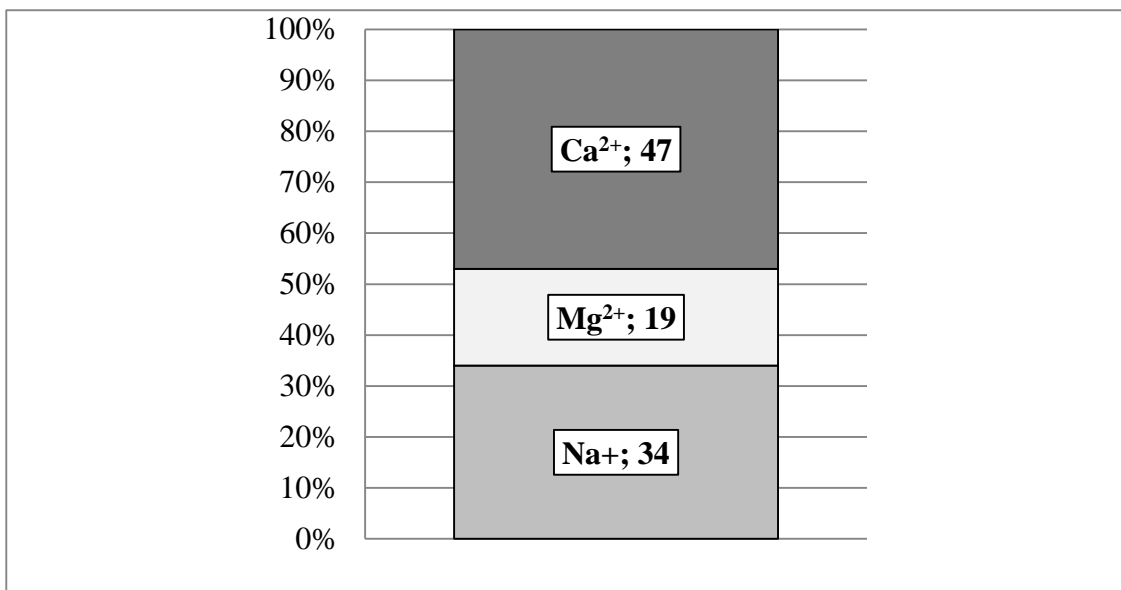


Рисунок 3.3 – Катіонний склад води р.Псел – м.Суми (у %-екв.)

На рис.3.4 представлена діаграма розподілу аніонного складу води р.Псел – м.Гадяч (у %-екв.)

З аніонів більш ніж у 2 рази по відношенню до інших аніонів переважають гідрокарбонатні іони (55%-екв.). З катіонів (рис.3.5) у більшій кількості спостерігаються кальцієві іони (45%-екв.), але й іонів магнію практично така ж величина (39%-екв.).

Таблиця 3.3 – Осереднені за період 2000-2015 рр. дані про хімічний склад вод р.Псел- м.Гадяч у різних формах з виведенням формули Курлова

Іон	Вміст, мг/дм <sup>3</sup>	Кількість речовини еквівалента	
		мг-екв/дм <sup>3</sup>	%-екв
Аніони			
Cl <sup>-</sup>	91,92	2,59	25
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	98,20	2,04	20
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	351,6	5,76	55
∑ <sub>a</sub>	541,7	10,4	100
Катіони			
Na <sup>+</sup>	96,25	4,19	39
Mg <sup>2+</sup>	20,92	1,72	16
Ca <sup>2+</sup>	96,84	4,83	45
∑ <sub>к</sub>	214	10,7	100
∑ <sub>i</sub>	756		
Формула Курлова	$M_{0,76} \frac{HCO_3 55Cl25}{Ca45Na39}$		

Характеристика хімічного складу води в межах створу р.Псел- смт.Запсілля за 2000-2015 роки представлена в табл.3.4.

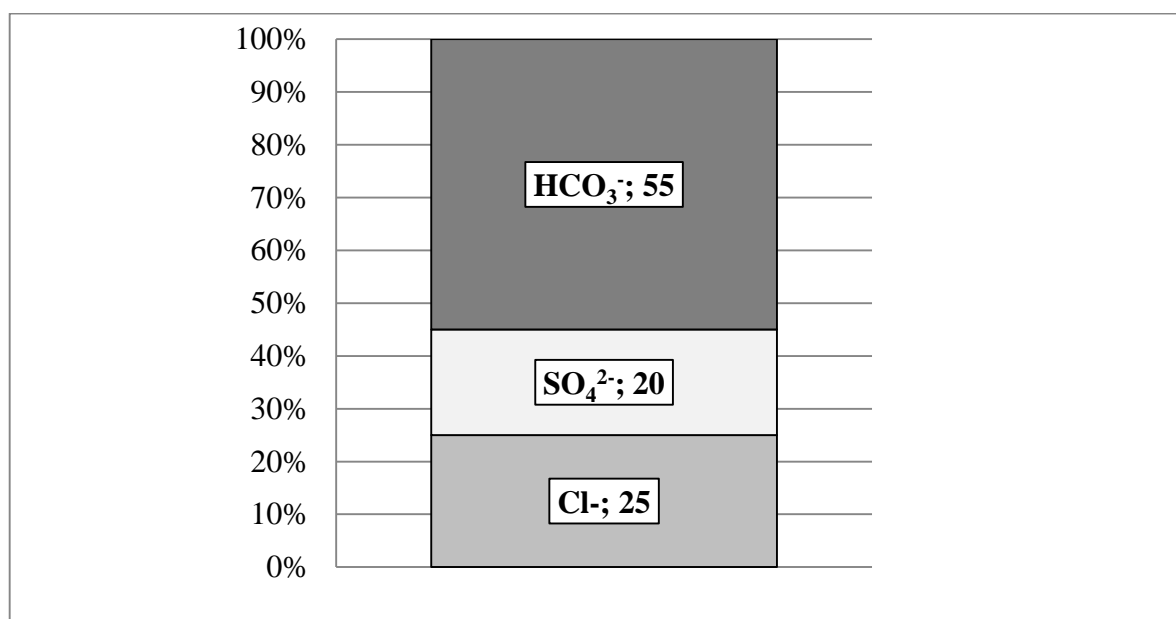


Рисунок 3.4 – Аніонний склад води р.Псел – м.Гадяч ( у %-екв.)

Таблиця 3.4 – Осереднені за період 2000-2015 рр. дані про хімічний склад вод р.Псел-с.Запсілля у різних формах з виведенням формули Курлова

Іон	Вміст, мг/дм <sup>3</sup>	Кількість речовини еквівалента	
		мг-екв/дм <sup>3</sup>	%-екв
<b>Аніони</b>			
Cl <sup>-</sup>	84.34	2,38	24
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	96.89	2,02	21
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	328.4	5,38	55
∑ <sub>a</sub>	541,7	9.78	100
<b>Катіони</b>			
Na <sup>+</sup>	82.83	3.60	36
Mg <sup>2+</sup>	22.51	1,85	18
Ca <sup>2+</sup>	92.54	4,62	46
∑ <sub>к</sub>	201	10,1	100
∑ <sub>i</sub>	743		
Формула Курлова	$M_{0,74} \frac{HCO_3,55}{Ca46Na33}$		

Як видно, якість води за хімічним складом мало відрізняється від попередніх створів. Але, біля с.Запсілля концентрація хлоридів складає менше 25%, тому вода в межах створу називається «гідрокарбонатна натрієво-кальцієва» з мінералізацією 740 мг/дм<sup>3</sup> (0,74 г/дм<sup>3</sup>).

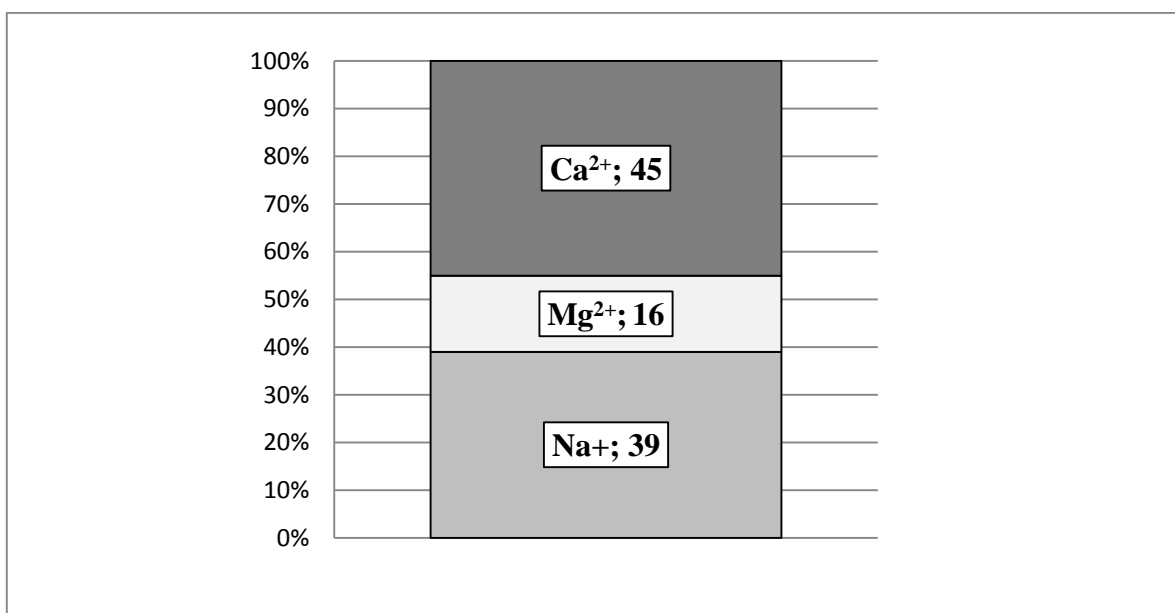


Рисунок 3.5 – Катіонний склад води р.Псел – м.Гадяч (у %-екв.)

На рис.3.6 представлена діаграма розподілу аніонного складу води р.Псел-с.Запсілля (у %-екв.), а на рис.3.7 – катіонного. Як і в попередніх створах з аніонів превалюють гідрокарбонатні іони – 55% ; серед катіонів – іони кальцію – 46%.

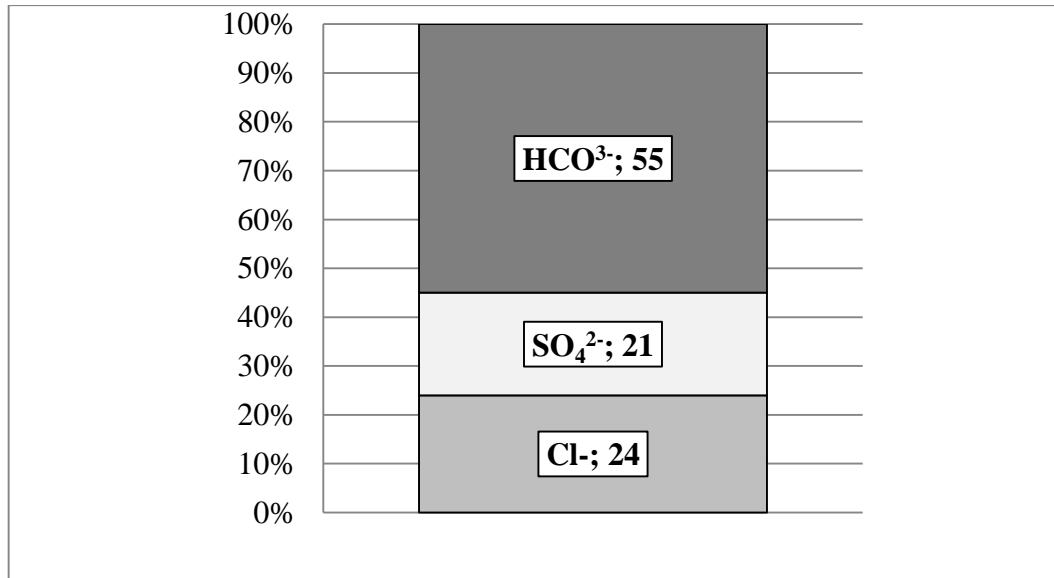


Рисунок 3.6 – Аніонний склад води р.Псел – с.Запсілля (у %-екв.)

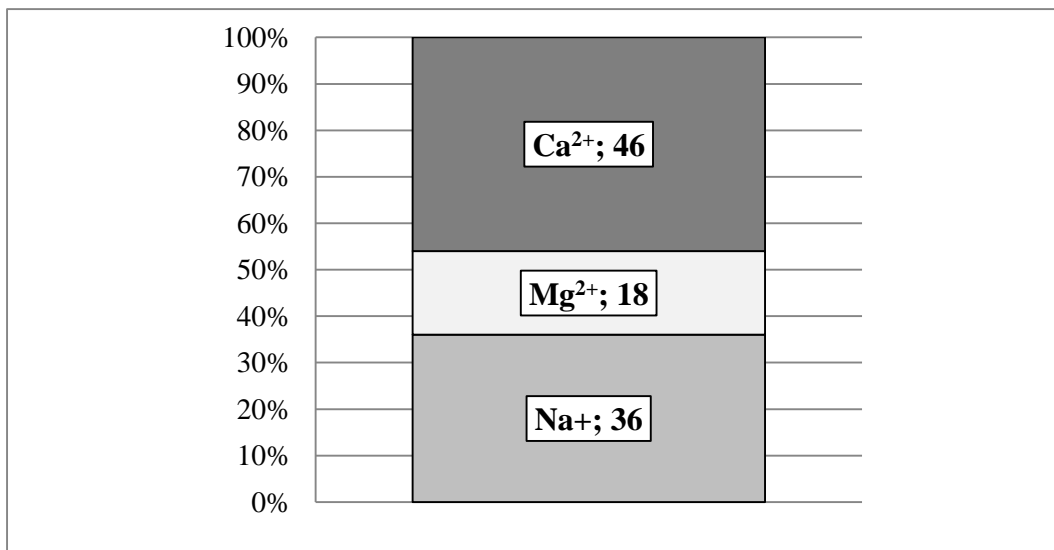


Рисунок 3.7 – Катіонний склад води р.Псел – с.Запсілля (у %-екв.)

Вміст гідрокарбонатів в природних водах не нормується. Якщо вони

превалюють в водному середовищі, це свідчить, що вода прісна. Середньорічні концентрації гідрокарбонатів коливались в межах м.Суми від 278,5 мг/дм<sup>3</sup> (2003 р.) до 391 мг/дм<sup>3</sup> (2009 р.). Середнє за період 2000-2015 рр. було 327,9 мг/дм<sup>3</sup>. В створі за 0,5 км до м.Гадяч концентрації гідрокарбонатів змінювались від 320 мг/дм<sup>3</sup> (2002 р.) до 387мг/дм<sup>3</sup> (2007 р.). Середньобагаторічне дорівнює 351,5мг/дм<sup>3</sup>. В межах селища Запсілля концентрації НСО<sub>3</sub><sup>-</sup> коливались від 255мг/дм<sup>3</sup> у 2003 році до 380,5 мг/дм<sup>3</sup> у 2015 році. Середнє значення за період дослідження склало 328,4 мг/дм<sup>3</sup>.

В межах всіх створів проводився порівняльний аналіз якості води р.Псел з ГДКрг. Було виявлено, що за вмістом хлоридів, магнію та кальцію перевищення нормативів якості води для рибогосподарського призначення, не спостерігалось, тому для них не були побудовані діаграми.

Але в межах всіх створів було перевищення ГДК за вмістом сульфатів та натрію (за винятком р.Псел – м.Суми).

При рибогосподарському нормативі вмісту хлоридів у 300 мг/дм<sup>3</sup> в межах м.Суми концентрації іонів коливались від 52,1 мг/дм<sup>3</sup> (2000 р.) до 124мг/дм<sup>3</sup> (2003 р.). В наступному створі концентрації хлоридів були трохи вищими і змінювались у більших межах: 52,6 мг/дм<sup>3</sup> (2007 р.) – 160 мг/дм<sup>3</sup> (2014 р.). Треба відзначити зростання цього іону в пункті Гадяч з 2010 року, що вплинуло на ріст мінералізації (див. рис.3.1). Концентрації хлоридів в межах с.Запсілля змінювались ще в більшому інтервалі, ніж в попередніх створах: від 19,1мг/дм<sup>3</sup> у 2001 р. до 116,5 мг/дм<sup>3</sup> у 2002 році. Середньобагаторіні значення дорівнювали в пунктах: м.Суми – 81,6 мг/дм<sup>3</sup>, м.Гадяч – 91,9 мг/дм<sup>3</sup>, с.Запсілля – 84,3 мг/дм<sup>3</sup>.

Гранично допустима концентрація магнію в водних об'єктах рибогосподарського використання дорівнює 40 мг/дм<sup>3</sup>. Його вміст в воді р.Псел змінювався наступним чином: в межах м.Суми від 9,85 мг/дм<sup>3</sup> (2005р.) до 37,45 мг/дм<sup>3</sup> (2008 р.); в межах м.Гадяч від 8,5 мг/дм<sup>3</sup> (2010 р.) до 33,4 мг/дм<sup>3</sup> (2011 р.); в межах с.Запсілля – від 8,75 мг/дм<sup>3</sup> (2003 р.) до 32,6мг/дм<sup>3</sup> (2002 р.). Середні значення за період дослідження відповідно в



створах Суми, Гадяч та Запсілля склали 22,5 мг/дм<sup>3</sup>; 20,9 мг/дм<sup>3</sup> та 22,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Концентрації кальцію в межах пунктів дослідження значно менше за ГДКрг. За створі за 0,5 км до Сум вони коливались від 70,6 мг/дм<sup>3</sup> у 2007 році до 105,7 мг/дм<sup>3</sup> у 2005 році при середньо багаторічному значенні 92,4 мг/дм<sup>3</sup>. Далі за течією концентрації іону трохи збільшувались і в пункті м.Гадяч дорівнювали 82,2 мг/дм<sup>3</sup> (2006 р.) – 124,4 мг/дм<sup>3</sup> (2000 р.). Середнє значення за період 2000-2015 рр. склало 96,8 мг/дм<sup>3</sup>. В межах селища Запсілля середньорічні концентрації кальцію змінювались від 71,9 мг/дм<sup>3</sup> (2003 р.) до 125 мг/дм<sup>3</sup> (2013 р.). Середнє значення за період дослідження - 92,5 мг/дм<sup>3</sup>.

На рис. 3.8 показаний розподіл вмісту сульфатів за період 2000-2015рр. в створі м.Суми та перевищення норм ГДКрг. (100 мг / дм<sup>3</sup>).

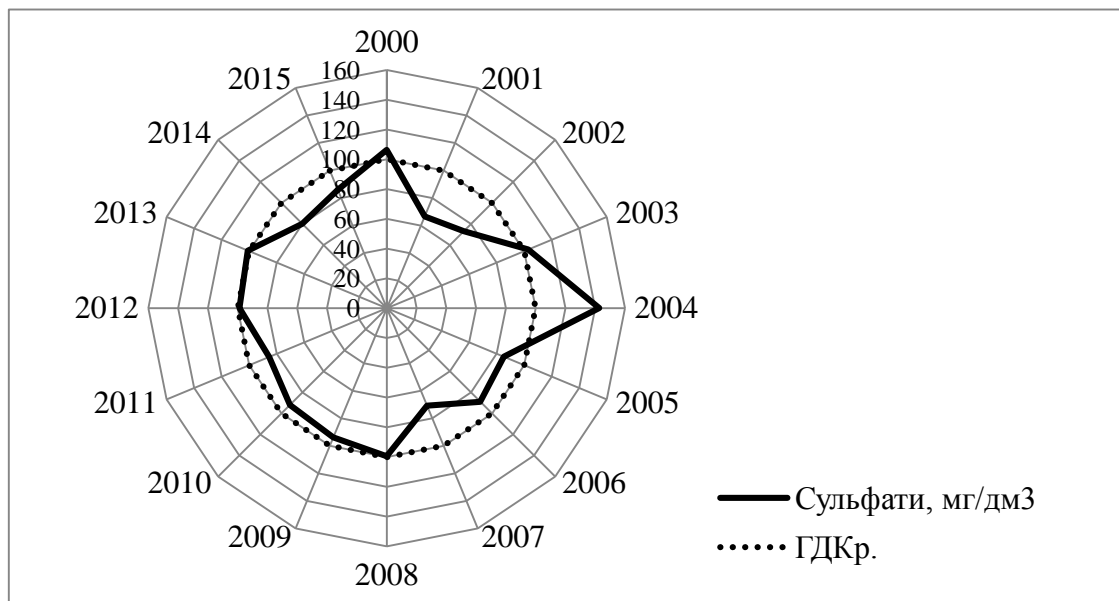


Рисунок 3.8–Характеристика часової зміни середньорічних концентрацій сульфатів в воді р.Псел – м.Суми

Незначне перевищення ГДКрг. було в 2000р. (106.35 мг/дм<sup>3</sup>), 2003р. (102.8 мг/дм<sup>3</sup>) та в 2013р. (100.9 мг/дм<sup>3</sup>), але найбільше спостерігалось в 2004

році і дорівнювало 142,67 мг/дм<sup>3</sup>. Найменше значення сульфатів спостерігалось в 2001 році і складало 66,6 мг/дм<sup>3</sup>.

З разових вимірів максимальна концентрація сульфатів в межах створу склала 188 (14.11.2004 р.), що дорівнює 1,88ГДКрг.

Характеристика часової зміни сульфатів в воді р.Псел- м.Гадяч за середньорічними даними періоду спостереження представлена на рис.3.9 .

Можна зазначити, що практично в усі роки значення концентрації сульфатів в воді були на межі ГДКрг., але перевищення спостерігалися лише в 2002р. (109.0 мг/дм<sup>3</sup>), в 2011 р. (130.0 мг/дм<sup>3</sup>), 2012 (128.4 мг/дм<sup>3</sup>) та 2013 (142.5 мг/дм<sup>3</sup>) роках. Найменший вміст сульфатів в воді р.Псел- м.Гадяч був в 2004 році – 77,8 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальна за період дослідження концентрація була зафіксована 29 листопада 2011 року і склала 151 мг/дм<sup>3</sup> .

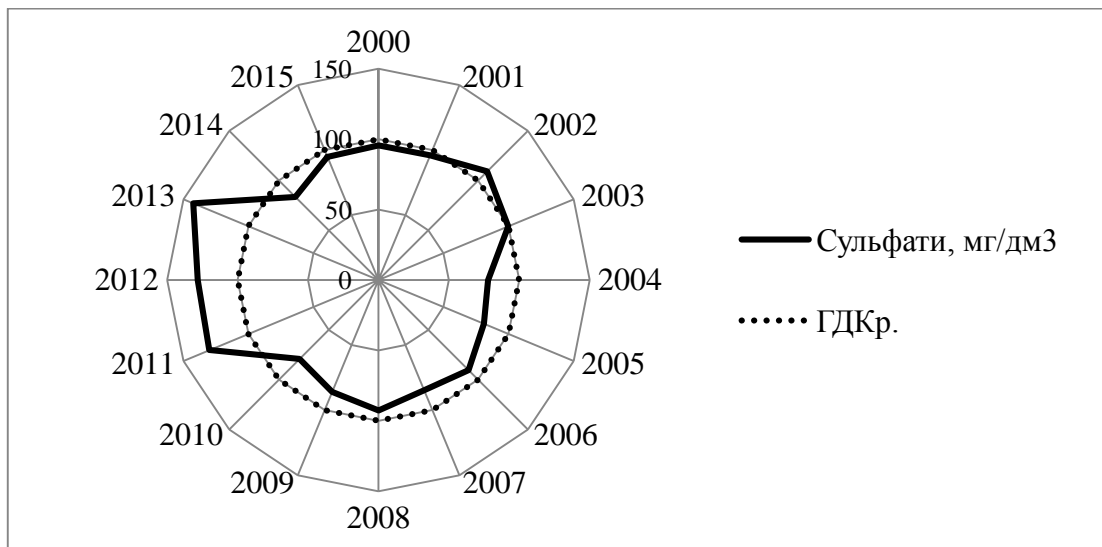


Рисунок 3.9–Характеристика часової зміни середньорічних концентрацій сульфатів в воді р.Псел- м.Гадяч

Зміна концентрації сульфатів в межах р.Псел- с.Запсілля представлена на пелюстковій діаграмі (рис.3.10).

За середньорічними значеннями перевищення ГДК рибогосподарського призначення спостерігалось лише двічі: у 2000 році і дорівнювало

1,24ГДКрг. та в 2004 році - 1,83ГДКрг. Максимальні концентрації сульфатів за період дослідження в межах с.Запсілля були визначені восени 2004 року і дорівнювали 265 мг/дм<sup>3</sup> (13.08.2004р.) та 235мг/дм<sup>3</sup> (01.10.2004р.), що у 2,65 та 2,35 разів перевищує рибогосподарський норматив.

Як було вказано вище, тільки в межах р.Псел-м.Суми не спостерігалось перевищення ГДКрг. за вмістом іонів натрію (120 мг/дм<sup>3</sup>). В даному створі значення концентрацій коливались від 42,5 мг/дм<sup>3</sup> (2011 р.) до 116,2 мг/дм<sup>3</sup> (2009 р.).

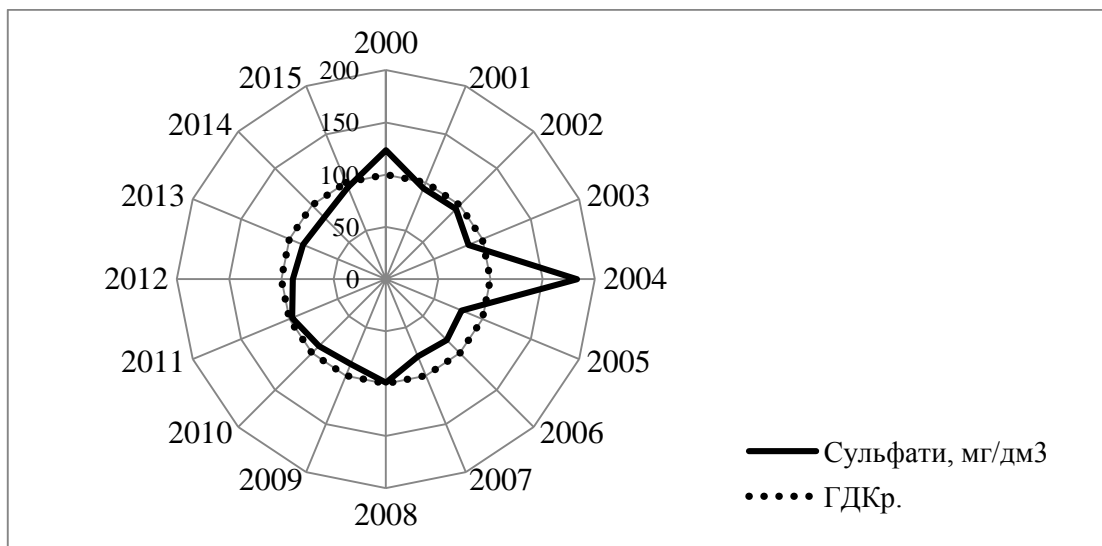


Рисунок 3.10–Характеристика часової зміни середньорічних концентрацій сульфатів в воді р.Псел- с.Запсілля

В пункті спостереження р.Псел-м.Гадяч середньорічні концентрації натрію змінювались від 36,38 мг/дм<sup>3</sup> в 2000р. до 152,75 мг/дм<sup>3</sup> в 2014 р. (рис.3.11). Перевищення ГДК для вод рибогосподарського призначення було визначене лише в останні 2014-2015 рр. – в 1,53 та 1,34 рази відповідно.

Середньорічні концентрації натрію в створі р.Псел - с.Запсілля змінювались в межах 26,0 мг/дм<sup>3</sup> ( 2001 р.) - 154,83 мг/дм<sup>3</sup> (2004 р.), що відображено на пелюстковій діаграмі (рис.3.12). Саме в 2004 році і спостерігалось єдине перевищення ГДКрг. в 1,55 разів.

За разовими значеннями концентрації натрію були вищими і, навіть, в створі м.Суми, в якому не спостерігалось перевищень нормативу за середньорічними показниками, дорівнювали 169 мг/дм<sup>3</sup> (16.05.2009р.). В пунктах р.Псел-м.Гадяч та р.Псел- с.Запсілля максимальні за період 2000-2015 рр. концентрації натрію були зафіксовані відповідно: 9.02.2014р. (225мг/дм<sup>3</sup>) та 1.10.2004 р. (213 мг/дм<sup>3</sup>).

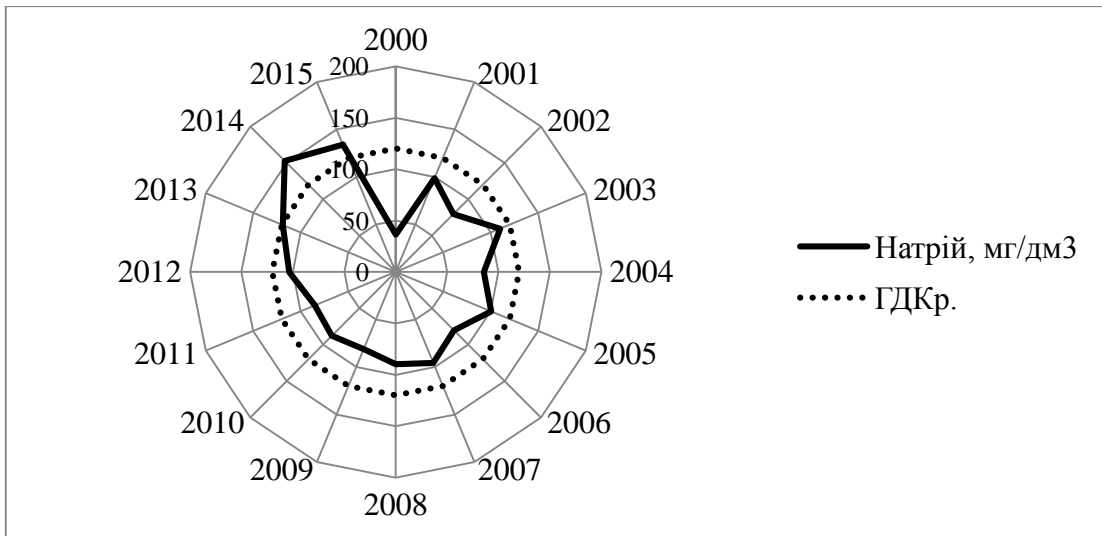


Рисунок 3.11 – Пелюсткова діаграма зміни середньорічних значень іонів натрію в воді р.Псел- м.Гадяч

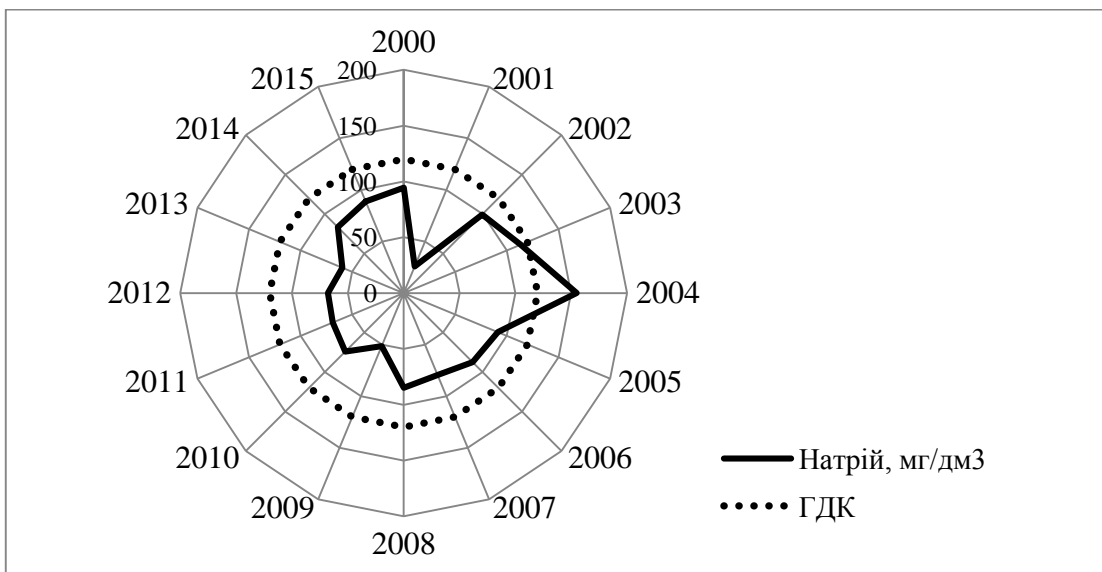


Рисунок 3.12 – Пелюсткова діаграма зміни середньорічних значень іонів натрію в воді р.Псел- с.Запсілля

#### 4 ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІНИ БІОГЕННИХ РЕЧОВИН В БАСЕЙНІ Р.ПСЕЛ

До біогенних елементів в природних водах відносять азот, фосфор та кремній в різних сполуках.

Аналіз якості води річки в межах української частини басейну проводився в створах р.Псел - м.Суми, р.Псел – м.Гадяч, р.Псел – с.Запсілля. Період спостереження складав 16 років (2000-2015 рр.). Результати змін біогенних речовин наведені в роботах [4, 5, Додаток А].

На рис. 4.1 представлений графік зміни кремнію в воді р.Псел.

**Кремній** є одним з найпоширеніших елементів земної кори і входить до складу великого числа природних мінералів, внаслідок чого він постійно присутній в природних водах. Він бере участь у формуванні живих організмів (головним чином, в побудові скелета). Важливим джерелом кремнію в поверхневих водах є стічні води підприємств, що роблять керамічні, цементні і скляні вироби, силікатні фарби та ін. У річкових водах вміст кремнію коливається зазвичай від 1 до 20 мг / дм<sup>3</sup>.

З рис.4.1 можна бачити, що зміна кремнію у воді р.Псел відбувається досить синхронно, стосовно створів спостереження. За період дослідження можна спостерігати тенденцію до певного зниження концентрації кремнію у воді р.Псел, що підтверджує лінія кореляції. Найбільші середньорічні концентрації кремнію по всіх створах спостерігались в 2001 році. Вони склали: біля м.Суми- 5,75 мг/дм<sup>3</sup>, біля м.Гадяч- 8,97 мг/дм<sup>3</sup>, в межах с.Запсілля – 7,10 мг/дм<sup>3</sup>. Найменші значення кремнію в воді р.Псел були по створах м.Суми та м.Гадяч в 2006 році – відповідно 2,55 мг/дм<sup>3</sup> та 2,44 мг/дм<sup>3</sup>, а біля с.Запсілля – в 2015 році (1,95 мг/дм<sup>3</sup>).

З разових вимірювань за 0,5км до м.Суми максимальна концентрація кремнію склала 7,5 мг/дм<sup>3</sup> (24.01.2002 р.), за 1км до м.Гадяч – 11,9 мг/дм<sup>3</sup> (30.11.2001 р.), в межах с.Запсілля – 8,5 мг/дм<sup>3</sup> (13.08.2004 р.).

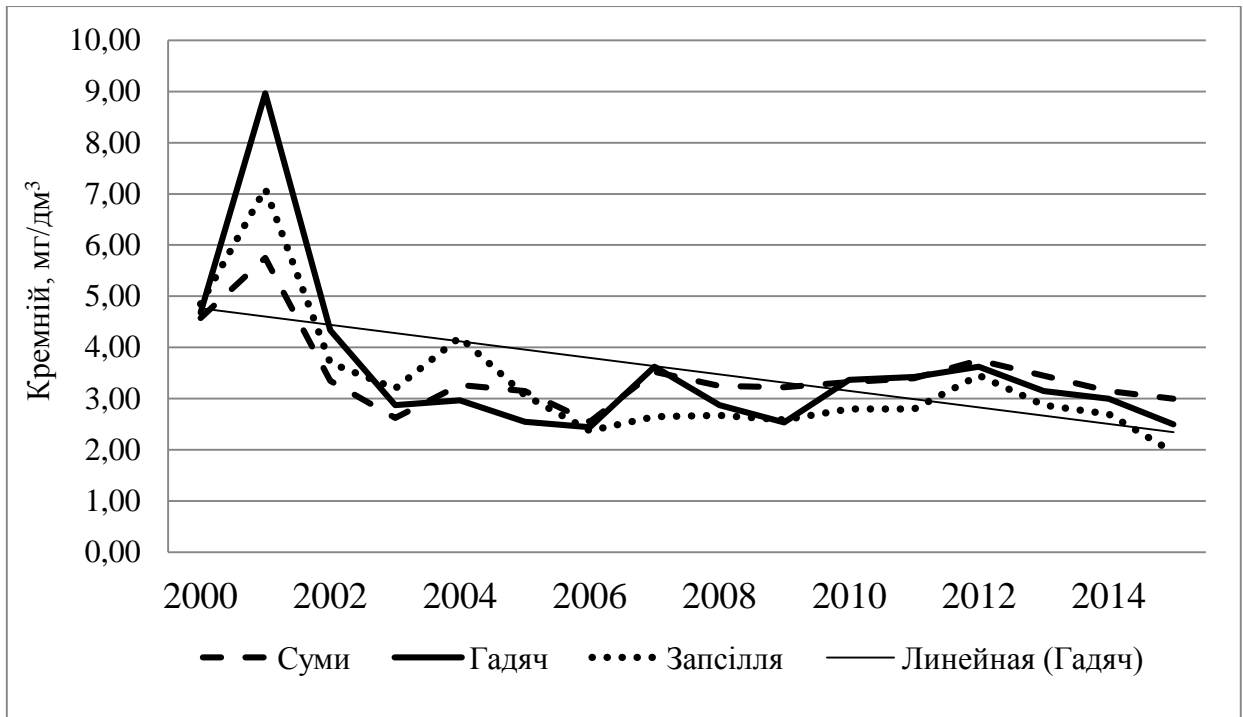


Рисунок 4.1 - Зміни середньорічних концентрацій кремнію в воді р.Псел

Динаміка перевищень рибогосподарських нормативів якості води за вмістом азоту амонійного (ГДК<sub>рг.</sub>=0,39 мг/дм<sup>3</sup>) представлена на графіку (рис.4.2). Видно, що концентрації азоту амонійного збільшуються у часі в межах всіх трьох створів. В пункті спостереження с.Запілля перевищення ГДК<sub>рг.</sub> не спостерігалось впродовж всього періоду 2000-2015 рр. В районі створу р.Псел - м.Суми перевищення нормативу за вмістом азоту амонійного за середньорічними даними було лише в 2011 та 2014 роках і відповідно склало 1,19 та 1,08ГДК<sub>рг.</sub>. Найбільша середня річна концентрація NH<sub>4</sub><sup>+</sup> за період дослідження була в межах м.Гадяч і дорівнювала 0,513 мг/дм<sup>3</sup> (2008р.). Найменші середньорічні значення азоту амонійного по всіх створах спостерігались в період 2000-2002 рр.

Зміна середньорічних концентрацій азоту амонійному відбувається достатньо синхронно в межах всіх досліджуваних пунктів.

Максимальна концентрація NH<sub>4</sub><sup>+</sup> серед всіх вимірювань за період спостереження в створі м.Суми зафіксована 10.08.2014р. і склала 1,77 ГДК<sub>рг.</sub>.

В пункті м.Гадяч максимальна концентрація даної речовини зафіксована 24.01.2008 р. (0,68 мг/дм<sup>3</sup>), а в створі с.Запсілля – 11.08.2008 р. (0,65 мг/дм<sup>3</sup>).

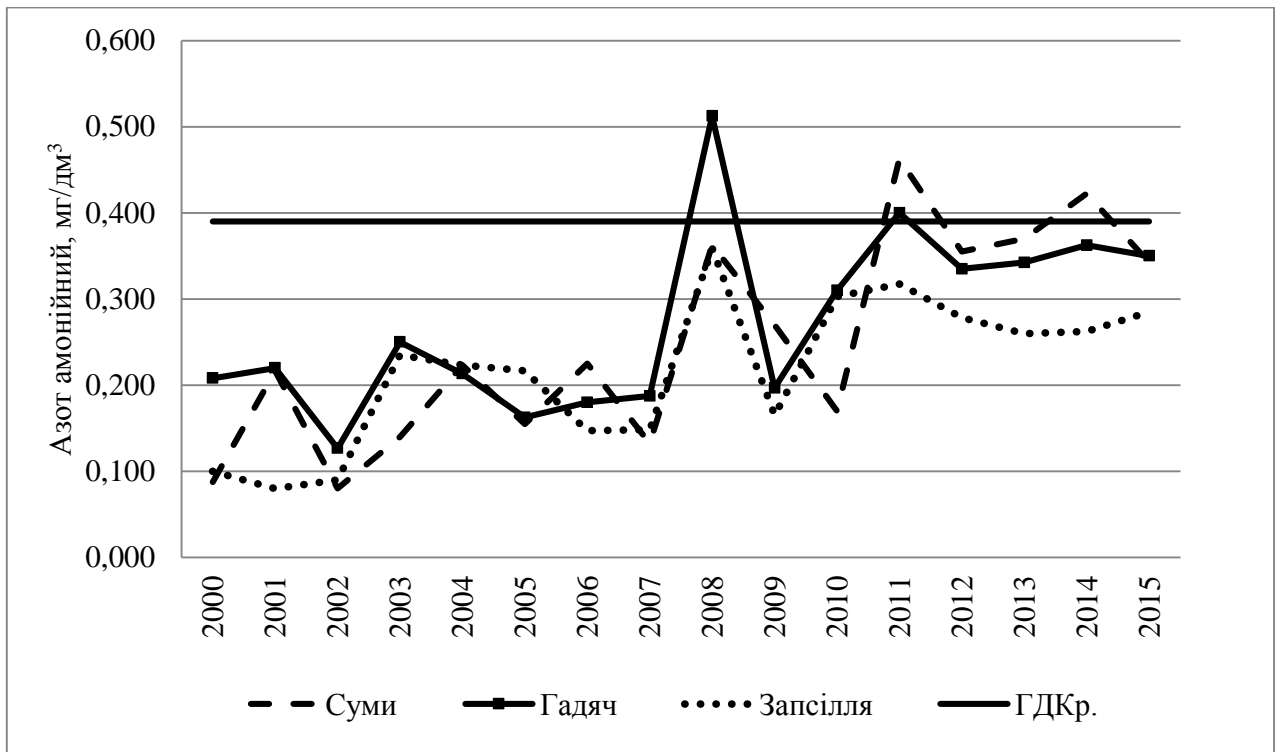


Рисунок 4.2 – Зміна у часі та просторі середньорічних концентрацій азоту амонійного за період 2000-2015 рр.

На рис.4.3 представлена зміна у часі та просторі середньорічних значень азоту нітритного. Як видно, перевищення рибогосподарських ГДК (0,02 мг/дм<sup>3</sup>) по азоту нітритному спостерігались достатньо часто і в межах всіх створів.

За період 2000-2015рр. значення концентрацій змінювались в пункті р.Псел – м.Суми від 0,012 мг/дм<sup>3</sup> (2001 рік, перевищень ГДК не спостерігалось) до 0,042 мг/дм<sup>3</sup> (2012 рік, перевищення ГДКрг у 2,1 рази). В пункті р.Псел – м.Гадяч концентрації NO<sub>2</sub><sup>-</sup> коливались від 0,013 мг/дм<sup>3</sup> (2011 рік) до 0,041 мг/дм<sup>3</sup> (2002 рік), а в межах с.Запсілля - від 0,008 мг/дм<sup>3</sup> (2001р.) до 0,026 мг/дм<sup>3</sup> (2014 рік).

Серед разових вимірів найбільша концентрація азоту нітритного в створі м.Суми була зафіксована 24.02.2000 р. і дорівнювала  $0,091 \text{ мг/дм}^3$ , що у 4,55 рази вище за ГДКрг.

В створі м.Гадяч максимальна концентрація  $\text{NO}_2^-$  була 31.01.2013 р. і склала  $0,064 \text{ мг/дм}^3$  (перевищення рибогосподарського нормативу у 3,2 рази). В межах с.Запсілля максимальна концентрація азоту нітритного спостерігалось 11.12.2006 р. ( $0,051 \text{ мг/дм}^3$ , що дорівнює 2,55ГДКрг.).

Середні багаторічні концентрації азоту нітритного в межах створів мали такі значення : м.Суми –  $0,026 \text{ мг/дм}^3$ ; м.Гадяч –  $0,025 \text{ мг/дм}^3$ ; с.Запсілля –  $0,020 \text{ мг/дм}^3$ , що свідчить про зменшення  $\text{NO}_2^-$  в часі. В цілому можна зазначити майже синхронні коливання цієї сполуки азоту в межах всіх створів.

За вмістом азоту нітратного перевищень рибогосподарських ГДК (ГДКрг.= $9,0 \text{ мг/дм}^3$ ) не спостерігалось по жодному створу на протязі всього періоду 2000-2015 рр. Найбільше середньорічне значення в межах м.Суми було  $0,283 \text{ мг/дм}^3$  в 2012 р., в межах м.Гадяч -  $0,403 \text{ мг/дм}^3$  в 2002 р. та в створі с.Запсілля -  $0,340 \text{ мг/дм}^3$  в 2003 р.

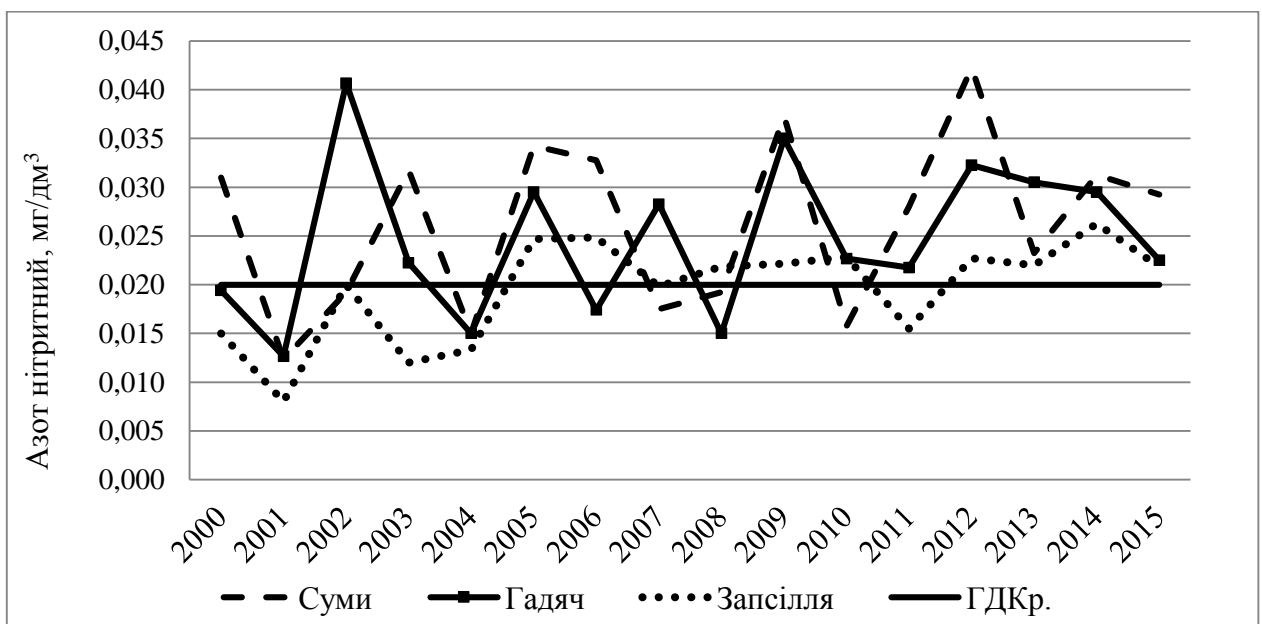


Рисунок 4.3 – Зміна у часі та просторі середньорічних концентрацій азоту нітритного за період 2000-2015 рр.



На наступних графіках (рис.4.4-4.6) наведено розподілення азотних форм у відсотках (%) від концентрації загального азоту. В усіх трьох створах частка азоту нітритного незначна і коливається в межах м.Суми від 2,6% (2001 р.) до 14,0% (2000 р.), в середньому за досліджуваний період – 6,4%; в межах м.Гадяч від 2,32% (2001 р.) до 9,16% (2005 р.), в середньому - 5,2% та в межах с.Запсілля – від 2,04% (2003р.) до 10,3% (2002 р.), в середньому – 5,0%.

Домінуюче значення на протязі періоду спостереження мала амонійна форма азоту, яка склала більш 50% від вмісту азоту загального і дорівнювала по м.Суми 54,0% ; по м.Гадяч – 54,5%; по с.Запсілля – 50,9%. Це може свідчити про забруднення вод р.Псел каналізаційними та недостатньо очищеними комунально-побутовими стоками та стока з сільськогосподарських земель.

В середньому, на долю азоту нітратного припадає 39,6% в межах Сум, 40,4% - в межах Гадяча та 44,1% - в межах Запсілля.

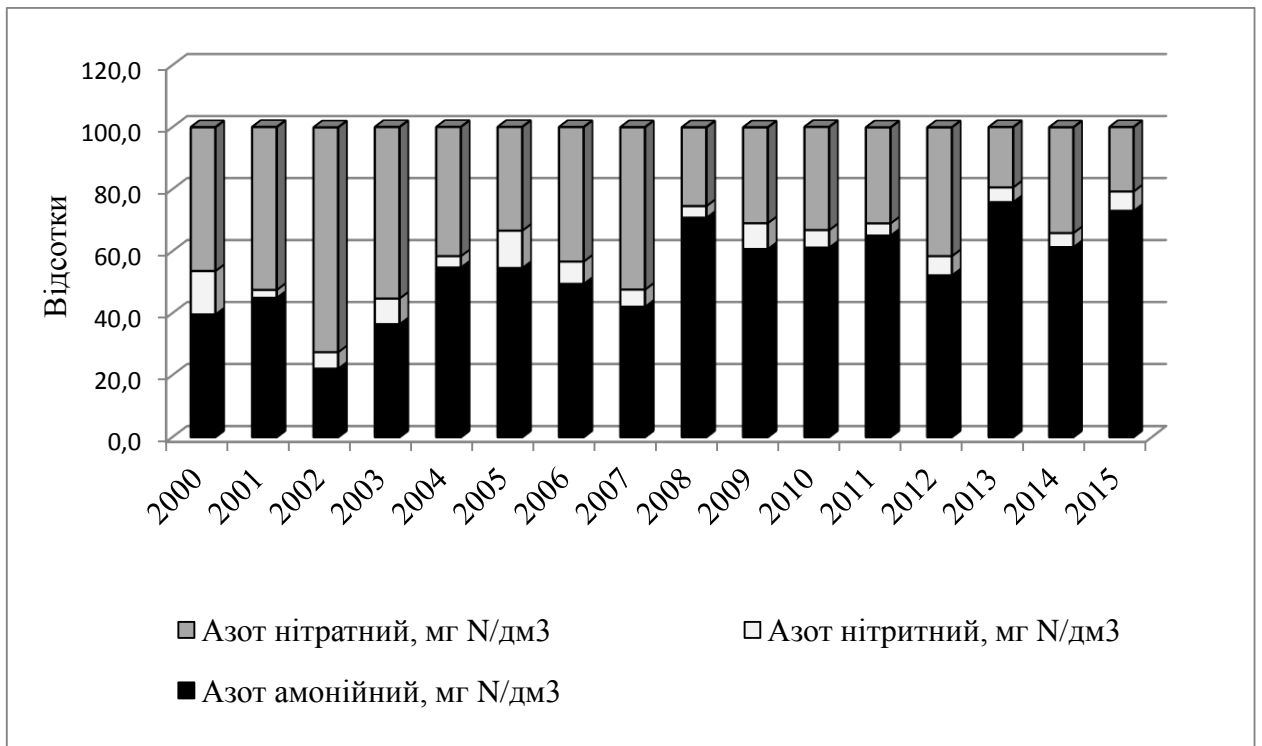


Рисунок 4.4 - Відносна частка різних форм азоту, що потрапляє з прилеглого водозбору в межах пункту р.Псел – м.Суми, 2000-2015 рр.

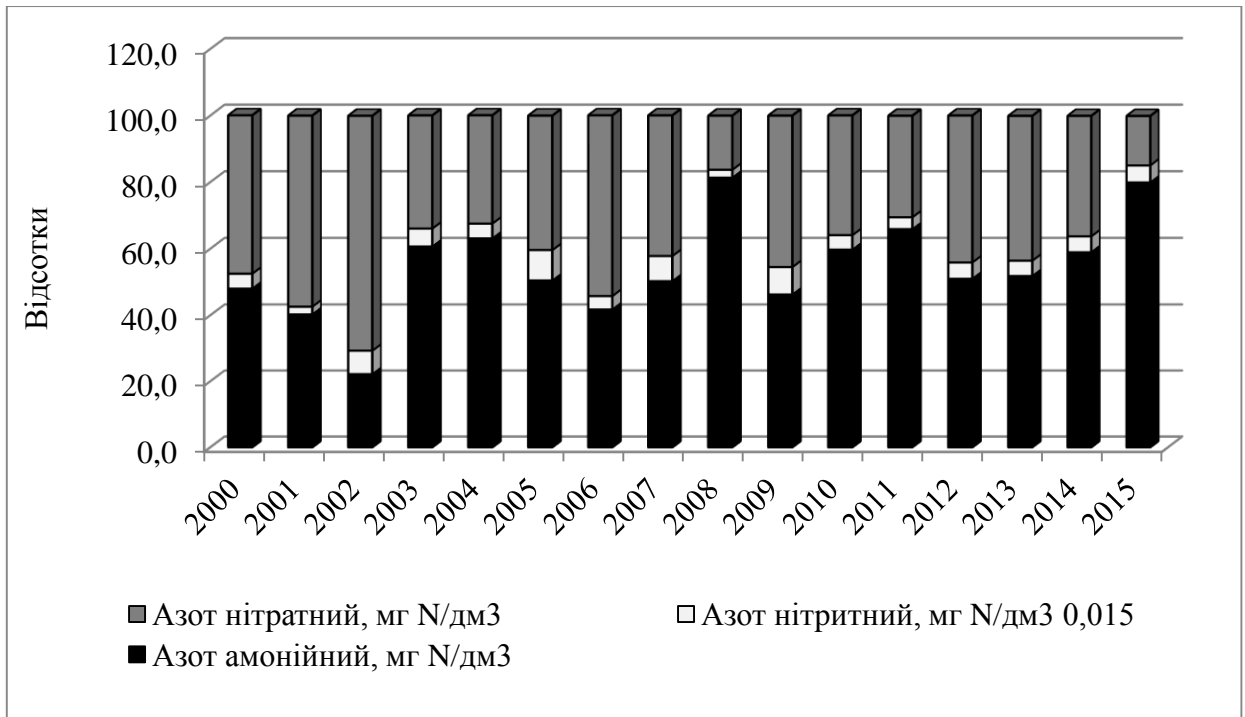


Рисунок 4.5 - - Відносна частка різних форм азоту, що потрапляє з прилеглому водозбору в межах пункту р.Псел – м.Гадяч, 2000-2015 рр.

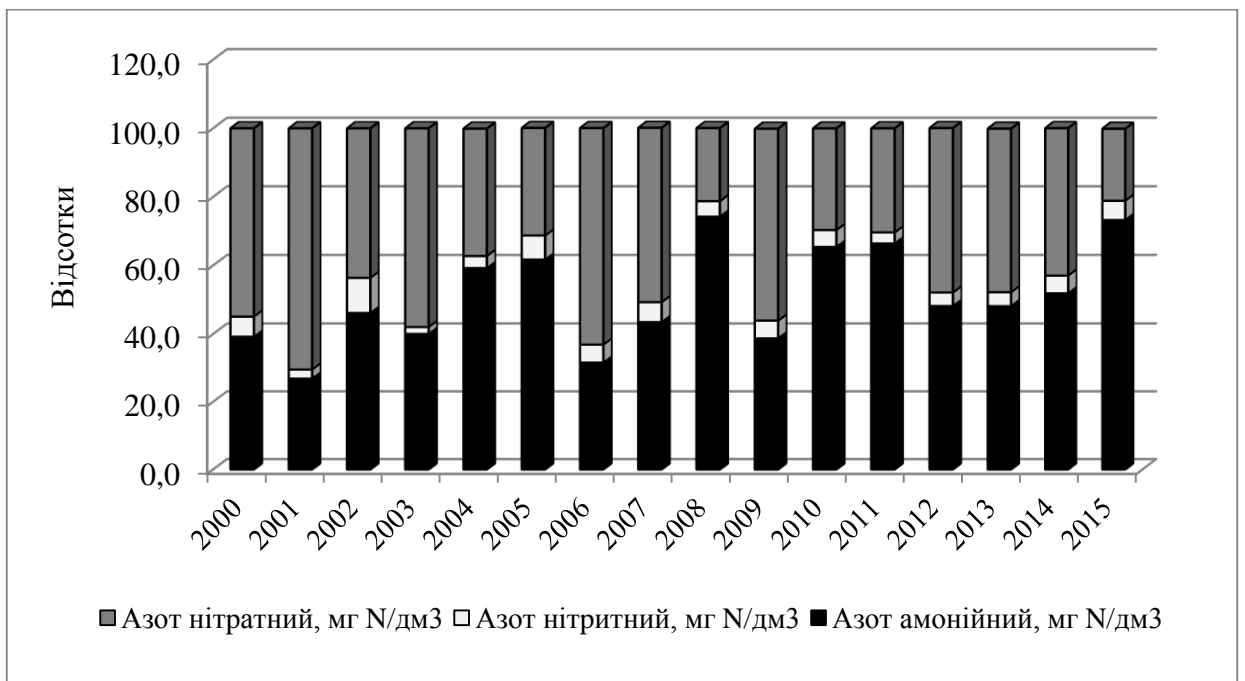


Рисунок 4.6 - Відносна частка різних форм азоту, що потрапляє з прилеглому водозбору в межах пункту р.Псел – с.Запілья, 2000-2015 рр.

Відповідно до вимог глобальної системи моніторингу стану навколишнього середовища (ГСМНС/GEMS) у програмі обов'язкових спостережень за складом природних вод включене визначення вмісту загального фосфору (розчиненого і зваженого, у виді органічних і мінеральних сполук). Фосфор є найважливішим показником трофічного статусу природних водойм.

Фосфор постійно надходить у водойми природним шляхом в результаті процесів життєдіяльності і розкладу решток гідробіонтів, вивітрювання і розчинення гірських порід та мінералів тощо. Забрудненню поверхневих вод Р сприяє надходження побутових стічних вод, що містять фосфати як компоненти синтетичних миючих засобів, фотореагентів та пом'якшувачів води. Важливим чинником також є змив фосфорних добрив та пестицидів із сільськогосподарських угідь, стоки тваринницьких ферм і промислових підприємств. [17, 18].

Основні джерела надходження фосфатів у водне середовище наведені на рис.4.7, який побудований за [19].



Рис.4.7 - Джерела надходження фосфатів у навколишнє середовище

За умов надмірного надходження фосфору у водойми, він викликає їх евтрофікацію, і, як наслідок, накопичення біотоксинів, погіршення якості води, загибель гідробіонтів тощо. Вагома частка фосфору надходить у водойми у складі триполіфосфату натрію мийних засобів, що підвищує біологічне навантаження на водні екосистеми [18, 20].

Вміст загального фосфору в воді р.Псел на протязі 2000-2015 рр. коливався в незначних межах. Про це можна судити по графіку на рис.4.8.

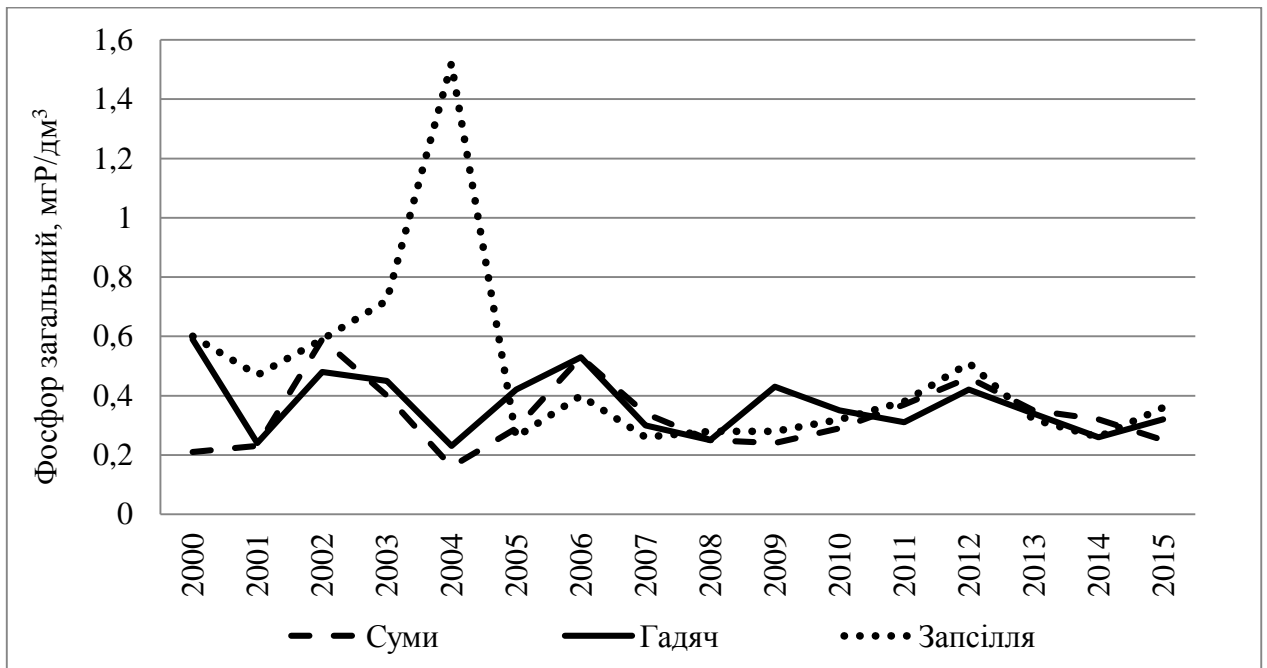


Рисунок 4.8 - Зміни середньорічних концентрацій загального фосфору в воді р.Псел

Розподіл концентрації Р в межах створів спостереження відбувався практично синхронно, за виключенням значного підвищення його в створі р.Псел – с.Запсілля в 2004 році. Можна зазначити, що саме в цей рік в пунктах дослідження вище за течією спостерігалось зменшення концентрації фосфору в воді річки. Тому, таке підвищення в заключному створі, скоріш за все, пояснюється антропогенним втручанням, можливо скидом стічних вод.

Середньорічні концентрації фосфору загального в 0,5км від м.Суми змінювались на протязі періоду спостереження від 0,16 мгР/дм<sup>3</sup> (2004 р.) до 0,59 мгР/дм<sup>3</sup> (2002 р.); за 0,5 км від м.Гадяч коливались від 0,23 мгР/дм<sup>3</sup> (2004р.) до 0,59 мгР/дм<sup>3</sup> (2000 р.); в межах села Запсілля – від 0,26 мгР/дм<sup>3</sup> (2005, 2007, 2014 рр.) до 1,52 мгР/дм<sup>3</sup> (2004 р.).

Максимальне значення фосфору загального в пункті р.Псел – м.Суми за період 2000-2015 рр. спостерігалось 10.09.2006 року і дорівнювало 1,09мгР/дм<sup>3</sup>. З разових вимірів в створі р.Псел – м.Гадяч максимальна концентрація Р склала 1,513 мгР/дм<sup>3</sup> (28.11.2000 р.). В межах пункту р.Псел – с.Запсілля максимальний вміст загального фосфору був зафіксований 13.08.2004 р. (3,262 мгР/дм<sup>3</sup>).

Слід зазначити, що з часом амплітуда коливань концентрації загального фосфору в воді Псла зменшилась.

Зміна концентрацій **фосфатів** в воді р. Псел представлена на рис.4.9.

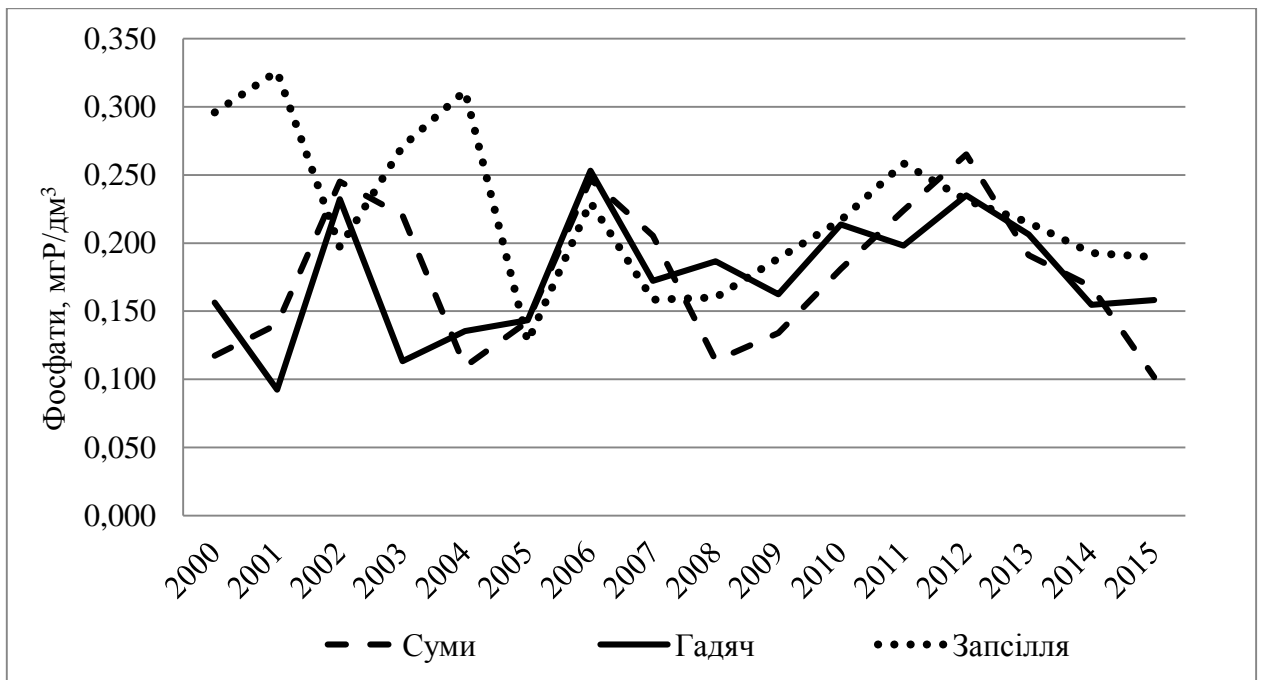


Рисунок 4.9 - Зміни середньорічних концентрацій фосфатів в воді р.Псел

Як видно, найбільші середньорічні значення фосфатів спостерігались в заключному створі, а саме в межах с.Запсілля: в 2001 році – 0,326 мгР/дм<sup>3</sup>, а в 2004 році – 0,312 мгР/дм<sup>3</sup>. За виключенням цих випадків, розподіл концентрації фосфатів в межах всіх трьох створів відбувався досить синхронно на протязі періоду спостереження.

Найбільша середньорічна концентрація фосфатів в створі р.Псел – м.Суми була в 2012 році (0,265 мгР/дм<sup>3</sup>), а в створі р.Псел – м.Гадяч – в 2006 році (0,253 мгР/дм<sup>3</sup>).

В цілому, вміст фосфатів в воді р.Псел зростає за течією, про що свідчать середні багаторічні значення. В межах першого пункту спостереження концентрація дорівнювала 0,175 мгР/дм<sup>3</sup>; в межах Гадяча - 0,176 мгР/дм<sup>3</sup>, а в нижньому створі – 0,223 мгР/дм<sup>3</sup>.

## 5 ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІН У ЧАСІ ТА ПРОСТОРИ РОЗЧИНЕНОГО КИСНЮ, ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ, ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН ТА БСК<sub>5</sub>

Результати по аналізу змін у часі розчиненого кисню, температури води, завислих речовин та БСК<sub>5</sub> надаються в опублікованій роботі у співавторстві з науковим керівником [6, Додаток А].

**Розчинний кисень.** Основним джерелом потрапляння кисню у водні об'єкти є газообмін з атмосферою (атмосферна реаерація), фотосинтез, а також дощові та талі води, які, як правило перенасичені киснем. Окислювальні реакції є основним джерелом енергії для більшості гідробіонтів. Основними хто використовує кисень є процеси дихання гідробіонтів і окислення органічних речовин. Низький вміст розчинного кисню (анаеробні умови) впливає на всі комплекси біохімічних і екологічних процесів у водному об'єкті.

На рис.5.1 наведений графік зміни в воді р.Псел концентрації розчиненого кисню.

На протязі періоду спостереження в створі р.Псел – м.Суми не було середньорічних значень O<sub>2</sub>, нижче за рибогосподарське ГДК (ГДК<sub>рг.</sub>= бмг/дм<sup>3</sup>). Правда, можна зазначити, що починаючи з 2006 року вміст розчиненого кисню в воді річки був практично на межі ГДК. Концентрація O<sub>2</sub> змінювалась від 5,99 мг/дм<sup>3</sup> (в 2006 р.) до 9 мг/дм<sup>3</sup> (в 2002 р.). Серед разових вимірювань концентрація розчиненого кисню в створі м.Суми найменшою була 5,2 мг/дм<sup>3</sup> (24.02.2000р.; 20.08.2001р.; 26.08.2002р.; 13.09.2003р.). Як видно, за виключенням 2000 року, мінімальні концентрації O<sub>2</sub> спостерігались в літні, найбільш теплі місяці.

В створі р.Псел – м.Гадяч середньорічні значення розчиненого кисню за період 2000-2015 рр. були значно вищими за ГДК<sub>рг.</sub> і змінювались від 6,28 (2005 р.) до 12,59 (2000 р.). Мінімальне значення O<sub>2</sub> в створі спостерігалось 09 січня 2005 року і дорівнювало 3,88 мг/дм<sup>3</sup>. Також дуже низькі

концентрації, значно нижче за ГДКрг., були зафіксовані 15.05.2005 (4,38 мг/дм<sup>3</sup>) та 17.10.2003 р.(5,01 мг/дм<sup>3</sup>).

Зміна концентрації розчиненого кисню в межах пункту р.Псел – с.Запсілля представлена на рис.5.1

Видно, що практично на протязі всього періоду спостереження саме в цьому створі середньорічні концентрації розчиненого кисню були найбільшими, за виключенням 2003 року, коли вміст O<sub>2</sub> був нижчим за ГДКрг і дорівнював 4,44 мг/дм<sup>3</sup>. Окрім цього, концентрації розчиненого кисню коливались в межах 11-12 мг/дм<sup>3</sup>, з максимумом 13,5 мг/дм<sup>3</sup> в 2002 році. З разових вимірювань мінімальне значення O<sub>2</sub> спостерігалось 10 квітня 2003 року і дорівнювало 4,0 мг/дм<sup>3</sup>, що в 1,5 рази менше за ГДКрг. На протязі цього року з усіх вимірювань розчиненого кисню не спостерігалось значення вищого за 4,87 мг/дм<sup>3</sup>.

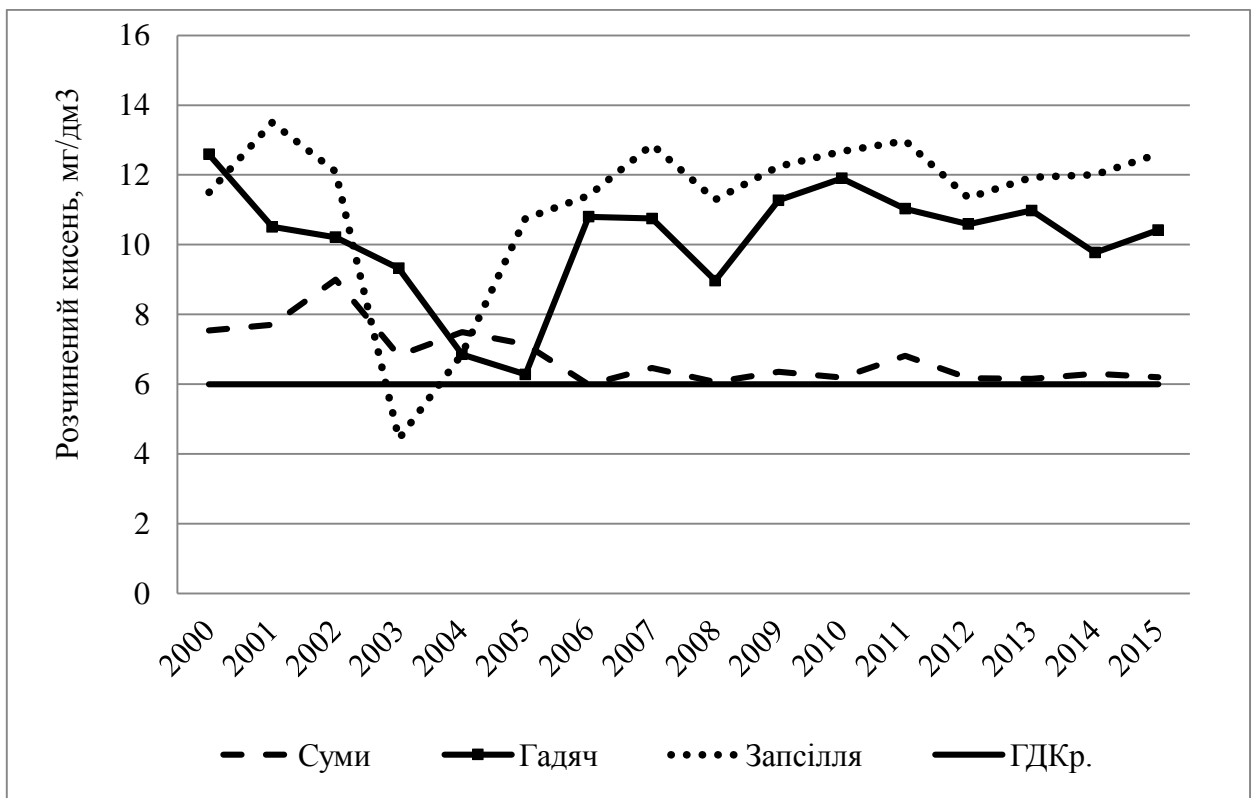


Рисунок 5.1 - Графік зміни концентрації розчиненого кисню в воді р.Псел



Джерелом **завислих речовин** можуть бути процеси ерозії ґрунтів і гірських порід, скаламучування донних відкладів, продукти метаболізму і розклад гідробіонтів, продукти хімічних реакцій і антропогенні джерела. Завислі речовини впливають на глибину проникнення сонячного променя, погіршує життєдіяльність гідробіонтів, приводить до замулювання водних об'єктів, що викликає старіння (евтрофікування). З кількістю завислих речовин пов'язана також і прозорість води, а відповідно, це впливає й на температуру води і т.ін. Вміст завислих речовин вимірюється в  $\text{г/м}^3$  ( $\text{мг/дм}^3$ ). Вміст завислих речовин і плаваючих домішок не повинні збільшувати природну концентрацію в воді ніж на  $0,25 \text{ мг/дм}^3$  для водних об'єктів 1 і 3 категорій,  $0,75$  – 2 і 4. Забороняються такі речовини, які випадають в осад швидше  $0,2 \text{ мм/с}$  (для водосховищ) і більше  $0,4 \text{ мм/с}$  (проточні водні об'єкти).

Зміна концентрації завислих речовин представлена на рис.5.2. Вміст завислих речовин в межах всіх створів поступово збільшується продовж періоду спостереження і змінюється практично синхронно. Коливання середньорічних концентрацій завислих речовин в створі р.Псел – м.Суми було в межах:  $11,28 \text{ мг/дм}^3$  (2000 р.) –  $24,9 \text{ мг/дм}^3$  (2008 р.); в створі р.Псел – м.Гадяч в межах:  $11,73 \text{ мг/дм}^3$  (2002 р.) –  $25,63 \text{ мг/дм}^3$  (2010 р.), а в районі пункту р.Псел – с.Запсілля концентрація змінювалась від  $10,5 \text{ мг/дм}^3$  (2004р.) до  $23,73 \text{ мг/дм}^3$  (2005 р.).

. **Температура.** У водних об'єктах температура є результатом одночасної дії сонячної радіації, теплообміну з атмосферою, переносу тепла течією, перемішування водних мас і потрапляння підігрітих вод із зовнішніх джерел. В результаті скиду теплих стоків вода в водних об'єктах 1 і 2 категорій не повинна нагріватися більше ніж на 3 градуси за Цельсієм в порівнянні з середньомісячною температурою води самого жаркого місяця року за останні 10 років. Для водних об'єктів 3 і 4 категорій встановлюється не тільки перевищення температури над природною, але і максимальне її значення в залежності від виду риби.

Як зазначалось вище, зміна температури води дуже впливає на життя гідро біонтів. На рис.5.3 представлена динаміка цих змін в воді р.Псел. Середня за період 2000-2015 рр. температура води біля м.Суми була  $9,89^{\circ}\text{C}$ , біля м.Гадяч -  $10,84^{\circ}\text{C}$ , а в межах с.Запсілля -  $11,48^{\circ}\text{C}$ . Можна бачити, що не спостерігалось значних коливань температури в межах створів.

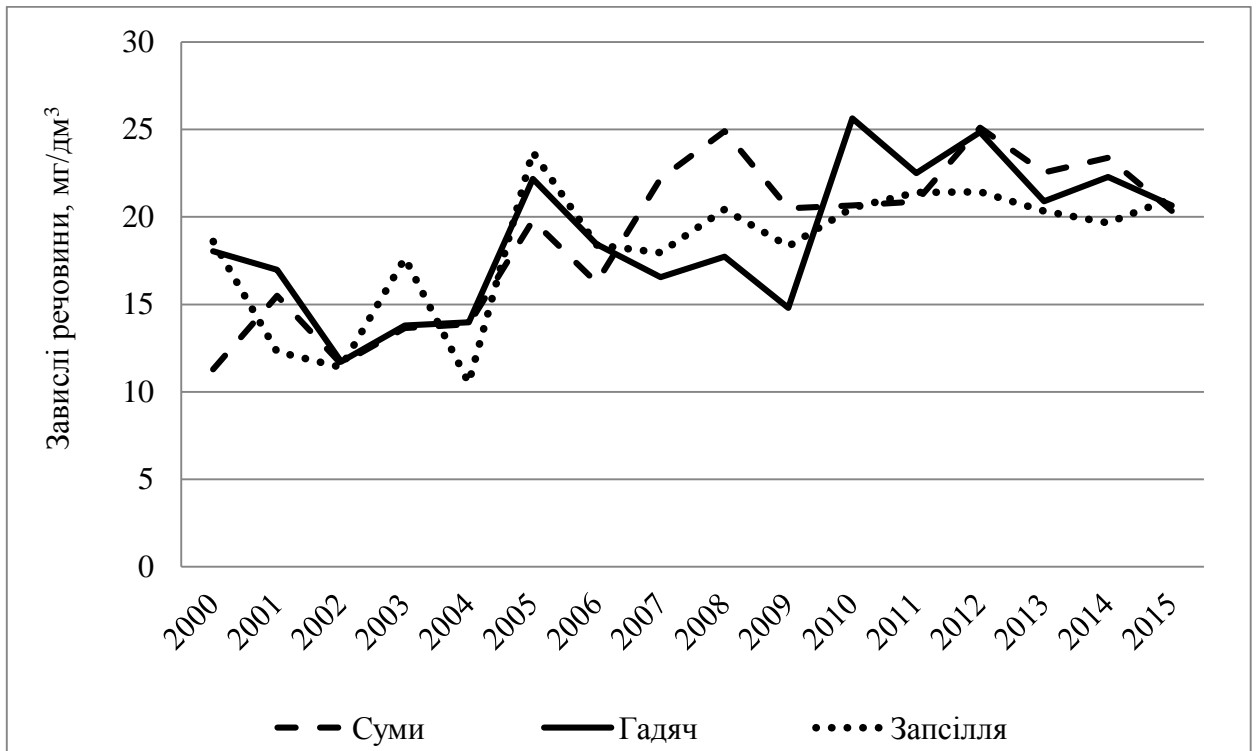


Рисунок 5.2 - Графік зміни концентрації завислих речовин в воді р.Псел

Виключення складають: зниження температури води до значення  $6,98^{\circ}\text{C}$  в 2004 р. в пункті р.Псел – м.Суми та збільшення середньорічної температури до  $20^{\circ}\text{C}$  в 2001 році в створі р.Псел – с.Запсілля.

Найбільша температура води на протязі кожного року спостерігається переважно в серпні місяці, інколи в липні. В межах м.Суми найбільш холодною температура води в серпні була 20 числа 2015 та 31 числа .2011 рр. ( $18,4$  та  $19,4^{\circ}\text{C}$  відповідно), а найбільш теплою – 10.08.2010 р. ( $27,0^{\circ}\text{C}$ ). В створі м.Гадяч найбільш холодною температура води спостерігалась 31 серпня 2013 року ( $19,2^{\circ}\text{C}$ ), а найбільш теплою – 25.08 2007 р. та 31.07.2011 р.

(24,6 та 24,8°C відповідно). В замикаючому створі, с.Запсілля, 31 серпня 2012 року температура води була 18,0 °С, а 16 липня 2010 – 25,6°C.

Треба відзначити, що температура води зростає вниз за течією, про що можуть свідчити середньо багаторічні дані. В створі м.Суми температура дорівнює 9,89 °С; в пункті м.Гадяч - 10,8°C; в межах селища Запсілля – 11,5°C.

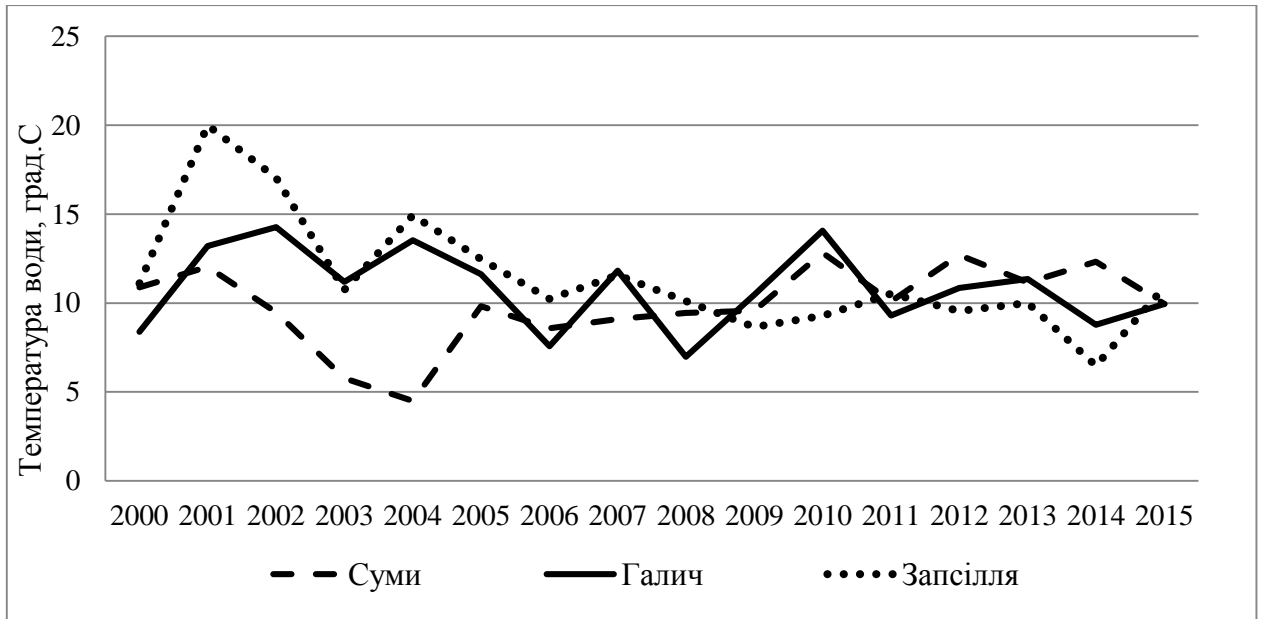


Рисунок 5.3 - Графік зміни температури води р.Псел за період 2000-2015рр.

**Біохімічне споживання кисню (БСК)** визначається як кількість кисню, яка витрачається на біохімічне окислення в одиниці об'єму органічних речовин за певний період часу. В практиці БСК визначають на протязі 5 діб – БСК<sub>5</sub>. Чим більше у воді органіки, тим вище окисленість і більше БСК. Природні води звичайно мають БСК<sub>5</sub> на рівні 0,5-2 мг/дм<sup>3</sup>. Гранично допустима концентрація БСК<sub>5</sub> для об'єктів рибогосподарського призначення дорівнює 3 мг/дм<sup>3</sup>. Біохімічне споживання кисню відноситься до загальних показників якості води.

Розподіл показника БСК<sub>5</sub> в воді р.Псел представлений на рис.5.4. Середньорічні концентрації в створі р.Псел – м.Суми змінювались на протязі

періоду спостереження від 1,93 мг/дм<sup>3</sup> у 2001 році до 3,5 мг/дм<sup>3</sup> у 2000 та 2003 роках.

Видно, що незначні перевищення ГДК для об'єктів рибогосподарського використання були також у 2002 р. (3,0 мг/дм<sup>3</sup>), 2006 р. (3,25 мг/дм<sup>3</sup>), 2007 р. (3,10 мг/дм<sup>3</sup>), 2008 р. (3,28 мг/дм<sup>3</sup>), 2011 р. (3,15 мг/дм<sup>3</sup>), 2012 р. (3,23 мг/дм<sup>3</sup>), 2014 р. (3,05 мг/дм<sup>3</sup>) та 2015 р. (3,13 мг/дм<sup>3</sup>). За даними строкових спостережень найбільше значення БСК<sub>5</sub> в межах м.Суми дорівнювало 4 мг/дм<sup>3</sup> (31.08.2007 р.).

В створі р.Псел – м.Гадяч відсутні дані спостережень за параметром БСК<sub>5</sub> у 2003, 2005 та 2006 роках. Найбільше середньорічне значення біохімічного споживання кисню було у 2001 році і дорівнювало 4,7 мг/дм<sup>3</sup>, що в 1,57 разів вище за ГДКрг. З 2007 року перевищень нормативу не спостерігалось. Найменше із середніх річних значень (0,22 мг/дм<sup>3</sup>) було в 2008 році. Практично такі низькі значення БСК<sub>5</sub> визначались на протязі всього цього року, що свідчить про малий вміст органіки в воді р.Псел в межах м.Гадяч.

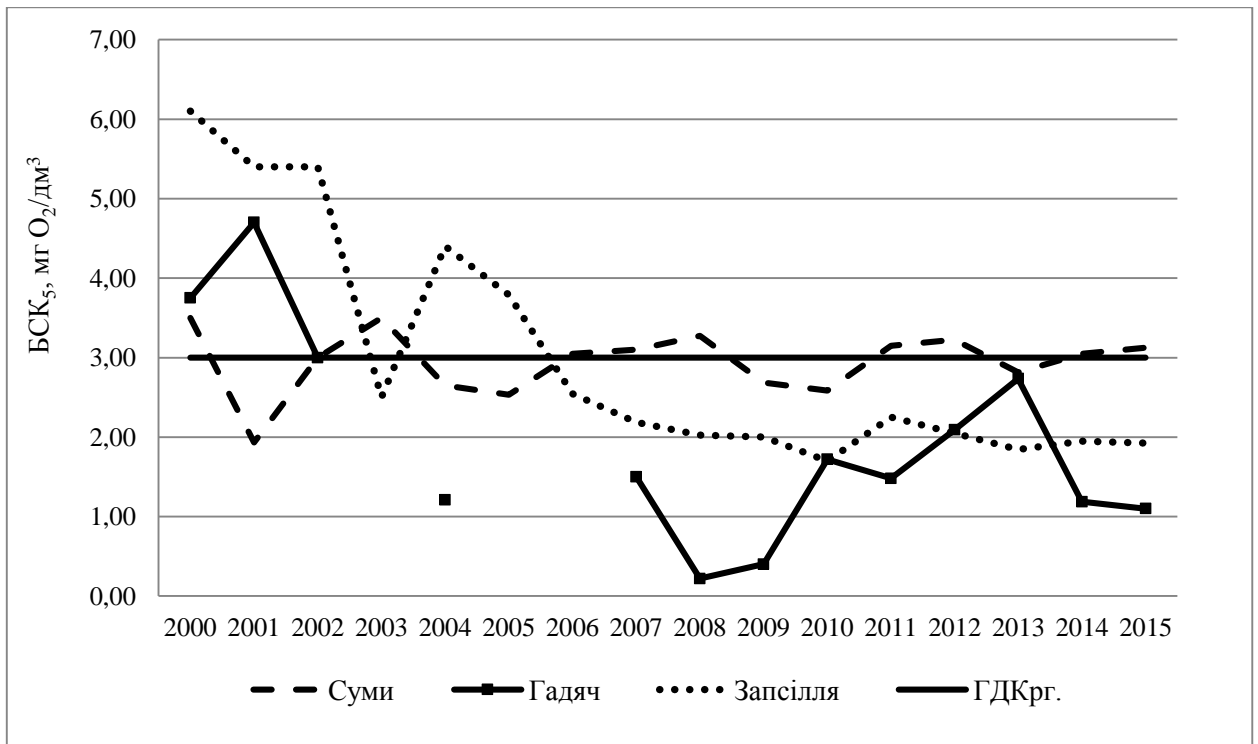


Рисунок 5.4- Графік зміни БСК<sub>5</sub> в воді р.Псел за період 2000-2015 рр.

Найбільші середньорічні значення біохімічного споживання кисню в створі р. Псел-с. Запсілля (у межах села) були в 2000 (6,10 мг/дм<sup>3</sup>), 2001 (5,40 мг/дм<sup>3</sup>), 2002 (5,40 мг/дм<sup>3</sup>), 2004 (4,40 мг/дм<sup>3</sup>) та 2005 роках (3,79мг/дм<sup>3</sup>). З 2004 року концентрація БСК<sub>5</sub> в межах села Запсілля знижувалась і, починаючи з 2006 року не було жодного випадку перевищення рибогосподарського ГДК. Найменше середньорічне значення БСК<sub>5</sub> було в 2010 році і склало 1,70 мг/дм<sup>3</sup>. З разових вимірювань за період 2000-2015 рр. максимальна концентрація БСК<sub>5</sub> була зафіксована 13 березня 2006 року і дорівнювала 6,9 мг/дм<sup>3</sup>, що у 2,3 рази вище за ГДК рг.

В цілому, БСК<sub>5</sub> практично не змінюється у часі біля Сум, починаючи з 2002 року. Значення коливаються в межах гранично-допустимої концентрації, тобто - 3 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрації же БСК<sub>5</sub> в двох наступних створах знижуються у часі.

## 6 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИХ ЗМІН РЕЧОВИН ТОКСИЧНОЇ ДІЇ В МЕЖАХ БАСЕЙНУ Р.ПСЕЛ

В басейні р.Псел на протязі періоду 2000-2015 рр. були простежені зміни концентрації речовин токсичної дії (мідь, цинк, шестивалентний хром, залізо загальне, манган, феноли, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР)) в пунктах м.Суми та м.Гадяч, а в створі с.Запсілля спостереження велись тільки за хромом, фенолами та СПАРами.

Більша частина речовин токсичної дії потрапляє в водне середовище в результаті антропогенного впливу. Прикладом такого втручання є надходження зі стічними водами синтетичних поверхневих активних речовин (СПАРів) – це неорганічні та органічні речовини, що здатні утворювати піну на поверхні води. До цих речовин відносять миючі, зволожуючі, емульгуючі, дезінфікуючі та інші препарати. Наявність СПАР у воді призводить до інтенсивного розвитку мікрофлори. Потрапляючи у водойми, водотоки, СПАР впливають на їх фізико-біологічний стан, погіршуючи кисневий режим і органолептичні властивості - смак, запах тощо, і зберігаються там протягом тривалого часу, оскільки розкладаються повільно. Головними факторами зниження їх концентрації є процеси біохімічного окислення, сорбція завислими речовинами і донними відкладами.

Більшість перелічених елементів необхідні водним живим організмам, вони грають значну роль у процесах фотосинтезу, впливають на інтенсивність розвитку фітопланктону та ін. Але їх надлишок може негативно сказатися на життєдіяльності гідро біонтів і, навіть, призвести до їх загибелі.

Мідь - один з найважливіших мікроелементів. Фізіологічна активність міді пов'язана головним чином із включенням її до складу активних центрів окислювально-відновних ферментів. Мідь бере участь у процесі фотосинтезу і впливає на засвоєння азоту рослинами. Разом з тим, надлишкові

концентрації міді надають несприятливий вплив на рослинні та тваринні організми.

Цинк відноситься до числа активних мікроелементів, що впливають на ріст і нормальний розвиток організмів. У той же час багато сполук цинку токсичні, насамперед його сульфат і хлорид.

У поверхневій воді сполуки трьох- і шестивалентного хрому потрапляють в результаті вилуговування з порід (хроміт, крокоїт, уваровіт та ін.). Деякі кількості надходять в процесі розкладання організмів і рослин, з ґрунтів. Значні кількості можуть надходити у водойми зі стічними водами гальванічних цехів, фарбувальних цехів текстильних підприємств, шкіряних заводів і підприємств хімічної промисловості. Зниження концентрації іонів хрому може спостерігатися в результаті споживання їх водними організмами і процесів адсорбції.

Сполуки Cr (VI) та Cr (III) в підвищених кількостях мають канцерогенні властивості. Сполуки Cr (VI) є більш небезпечними.

Значні кількості марганцю надходять в процесі розкладання водних тваринних і рослинних організмів, особливо синьо-зелених, діатомових водоростей і вищих водних рослин. Сполуки марганцю виносяться у водойми зі стічними водами марганцевих збагачувальних фабрик, металургійних заводів, підприємств хімічної промисловості і з шахтними водами.

Головними джерелами сполук заліза в поверхневих водах є процеси хімічного вивітрювання гірських порід, що супроводжуються їх механічним руйнуванням і розчиненням.

Будучи біологічно активним елементом, залізо в певній мірі впливає на інтенсивність розвитку фітопланктону та якісний склад мікрофлори у водоймі. Високий вміст заліза у воді призводить до несприятливого впливу на шкіру людини, може позначитися на морфологічному складі крові, сприяє виникненню алергічних реакцій. Також залізо негативно впливає на репродуктивну систему.

Результати дослідження та аналіз якості води за речовинами токсичної дії були опубліковані у співавторстві з науковим керівником у збірнику тез [7, Додаток А]

В табл.6.1 наведені середньорічні та середньо багаторічні показники якості води за означеними речовинами в м.Суми, в табл. 6.2 – в м.Гадяч, в табл. 6.3 – с.Запсілля.

Таблиця 6.1 – Показники якості води за речовинами токсичної дії в межах р.Псел-м.Суми (2000-2015 рр)

Роки	Залізо загальне мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мкг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мкг/дм <sup>3</sup>	Хром6+, мкг/дм <sup>3</sup>	Манган, мкг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мкг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	
2000	0,273	4,35	17,00	2,00	72,75	4,8	0,1000	
2001	0,225	3,60	132	3,67	44,25	2,7	0,0500	
2002	0,170	2,00	98,75	2,00	209,75	3,3	0,0600	
2003	0,038	0,83	77,00	2,00	41,25	4,3	0,1075	
2004	0,110	1,50	15,00	1,67	40,25	3,7	0,0600	
2005	0,277	4,13	69,00	3,00	228	2,3	0,0700	
2006	0,228	6,60	21,25	2,25	76,00	3,3	0,0875	
2007	0,188	0,50	77,25	3,50	72,50	2,8	0,0700	
2008	0,045	4,80	16,75	2,00	26,25	2,0	0,0775	
2009	0,088	3,30	22,25	1,75	39,25	3,0	0,0675	
2010	0,140	2,90	29,50	2,00	42,50	1,5	0,0525	
2011	0,113	2,90	16,75	1,75	68,00	2,5	0,0625	
2012	0,123	1,60	23,00	2,25	32,00	2,5	0,0400	
2013	0,120	1,60	10,75	2,50	36,50	3,0	0,0500	
2014	0,165	5,33	25,50	2,00	37,50	2,0	0,0400	
2015	0,075	2,67	10,50	2,00	20,50	2,5	0,0325	
<b>Середнє за 2000-2015 рр</b>	<b>0,149</b>	<b>3,04</b>	<b>41,39</b>	<b>2,27</b>	<b>67,95</b>	<b>2,9</b>	<b>0,0842</b>	
<b>макс</b>	<b>рік</b>	2005	2006	2001	2001	2005	2000	2003
	<b>знач</b>	<b>0,277</b>	<b>6,60</b>	<b>132</b>	<b>3,67</b>	<b>228</b>	<b>4,8</b>	<b>0,1075</b>
<b>мин</b>	<b>рік</b>	2003	2007	2015	2004	2015	2010	2015
	<b>знач</b>	<b>0,038</b>	<b>0,50</b>	<b>10,5</b>	<b>1,67</b>	<b>20,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0,0325</b>

Зміни у часі концентрації міді в межах м.Суми та м.Гадяч, наведені на рис.6.1.

Середня річна концентрація міді за 0,5 км вище м.Суми коливалась від 0,50мкг/дм<sup>3</sup> (2007 р.) до 6,60 мкг/дм<sup>3</sup> (2006 р.), що у 6,6 разів вище за



гранично допустиму концентрацію для об'єктів рибогосподарського призначення (ГДК<sub>рг</sub>=1 мкг/дм<sup>3</sup>). Середньобагарічне значення дорівнює 3,04мкг/дм<sup>3</sup>, у той час, як в створі м.Гадяч (0,5 км вище міста) цей показник був 5,90 мкг/дм<sup>3</sup>, що майже у 2 рази вище, ніж біля Сум і в 6 разів вище за ГДК<sub>рг</sub>. Максимальне середньорічне значення в пункті р.Псел – м.Гадяч склало 13,9 мкг/дм<sup>3</sup>, а мінімальне – 1,33 мкг/дм<sup>3</sup>. За лініями тренду (рис.6.1) можна бачити різке зростання концентрації міді у часі біля м.Гадяч, що описано рівнянням на графіку та майже незмінний вміст міді в створі м.Суми на протязі 2000-2015 рр.

Таблиця 6.2 – Показники якості води за речовинами токсичної дії в межах р.Псел-м.Гадяч (2000-2015 рр)

Роки	Залізо загальне мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мкг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мкг/дм <sup>3</sup>	Хром 6+ мкг/дм <sup>3</sup>	Манган, мкг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мкг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	
2000	0,165	1,60	33,00	2,80	53,00	4,0	0,1180	
2001	0,180	2,67	32,33	3,67	69,00	4,7	0,1133	
2002	0,227	1,87	47,33	2,33	51,33	7,0	0,0867	
2003	0,110	1,33	29,00	2,50	70,33	4,8	0,0450	
2004	0,380	2,27	36,00	1,67	211,67	2,7	0,0733	
2005	0,238	8,60	12,75	2,50	97,50	3,3	0,0625	
2006	0,190	2,64	45,40	2,00	88,20	4,4	0,0740	
2007	0,148	2,50	32,75	2,75	58,50	2,3	0,0650	
2008	0,138	8,20	17,25	3,00	129,50	3,8	0,0825	
2009	0,108	13,90	25,25	3,00	82,50	2,0	0,0933	
2010	0,135	13,10	21,75	2,67	107,50	3,3	0,0467	
2011	0,097	5,47	16,33	3,00	99,33	2,8	0,0475	
2012	0,105	9,70	19,50	2,00	34,75	2,3	0,0550	
2013	0,143	12,30	12,75	3,00	65,50	3,3	0,0525	
2014	0,148	2,60	8,25	2,75	42,75	2,0	0,0550	
2015	0,128	5,60	12,25	2,00	21,50	2,3	0,0475	
<b>Середнє за 2000-2015 рр</b>	<b>0,165</b>	<b>5,90</b>	<b>25,12</b>	<b>2,60</b>	<b>80,18</b>	<b>3,4</b>	<b>0,0699</b>	
<b>макс</b>	<b>рік</b>	2004	2009	2002	2001	2004	2002	2000
	<b>знач</b>	<b>0,380</b>	<b>13,90</b>	<b>47,33</b>	<b>3,67</b>	<b>211,7</b>	<b>7,0</b>	<b>0,1180</b>
<b>мин</b>	<b>рік</b>	2011	2003	2014	2004	2015	2009 2014	2003
	<b>знач</b>	<b>0,097</b>	<b>1,33</b>	<b>8,25</b>	<b>1,67</b>	<b>21,50</b>	<b>2,0</b>	<b>0,0450</b>

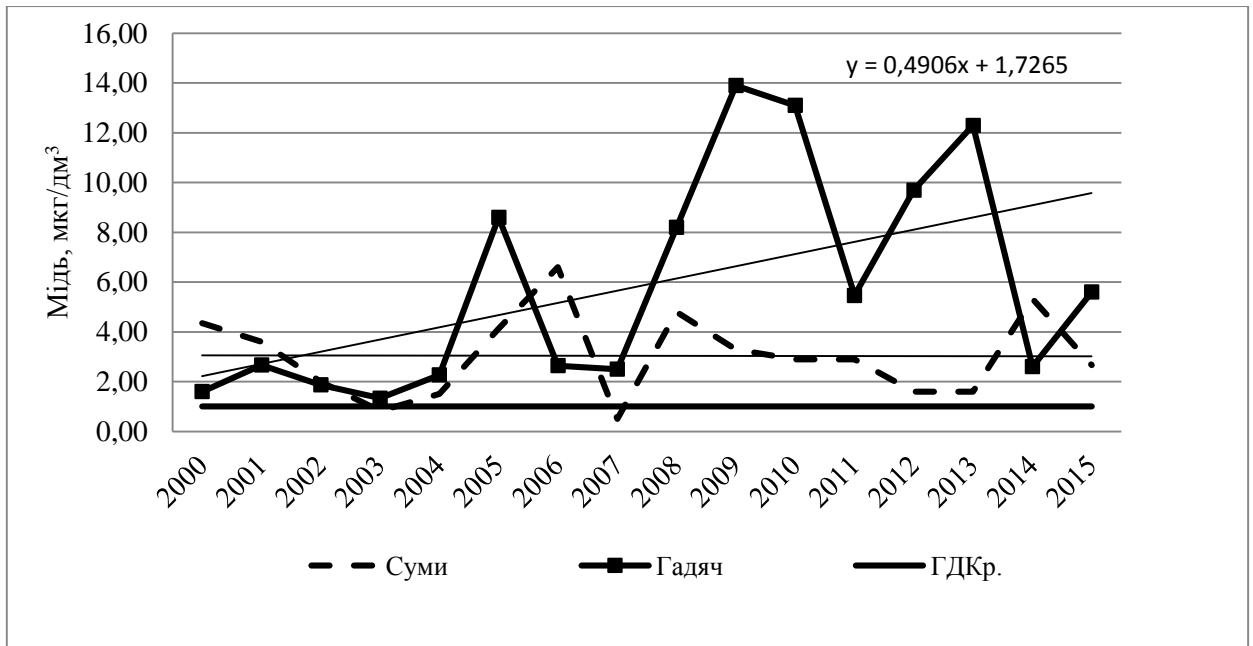


Рисунок 6.1-Графік зміни у часі концентрації міді в воді р.Псел (2000-2015рр)

Таблиця 6.3 – Показники якості води за речовинами токсичної дії в межах р.Псел-с.Запсілля (2000-2015 рр)

Роки	Мідь, мкг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мкг/дм <sup>3</sup>	Хром6+, мкг/дм <sup>3</sup>	Манган, мкг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мкг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мкг/дм <sup>3</sup>
2000	-	-	1,50	-	2,0	0,0850
2001	-	-	1,00	-	5,0	0,0600
2002	-	-	1,00	-	4,0	0,0600
2003	-	-	3,50	-	2,5	0,0150
2004	-	-	1,00	-	2,0	0,1200
2005	-	-	1,33	-	2,0	0,0633
2006	-	-	2,00	-	1,9	0,0671
2007	-	-	1,67	-	2,3	0,0600
2008	-	-	2,14	-	2,0	0,0457
2009	-	-	1,50	-	2,7	0,0633
2010	-	-	2,71	-	1,9	0,0357
2011	-	-	1,75	-	1,5	0,0375
2012	-	-	1,57	-	2,0	0,0429
2013	-	-	2,25	-	1,5	0,0375
2014	-	-	1,50	-	2,5	0,0400
2015	-	-	2,17	-	2,7	0,0467
<b>Середнє за 2000-2015 рр</b>			<b>1,79</b>		<b>2,41</b>	<b>0,0550</b>
<b>макс</b>	<b>рік</b>		2003		2001	2004
	<b>значення</b>		<b>3,50</b>		<b>5,0</b>	<b>0,1200</b>
<b>мін</b>	<b>рік</b>		2001-02. 2004		2011 2013	2010
	<b>значення</b>		<b>1,00</b>		<b>1,5</b>	<b>0,0357</b>

Серед разових вимірів на протязі 2000-2015 рр. максимальна концентрація міді була зафіксована в межах створу м.Суми 10.06.2014 р. і дорівнювала  $14,4 \text{ мкг/дм}^3$  ( $14,4 \text{ ГДКрг.}$ ), а в створі м.Гадяч – 25.01.2010 р. ( $32,8 \text{ мкг/дм}^3$ ).

Зміна цинку у часі в межах басейну р.Псел представлена на рис. 6.2.

Видно, що концентрації значно зменшувались у часі в пункті м.Суми і більш повільно в пункті м.Гадяч, що підтверджують лінії тренду.

Але максимальні середньорічні показники цинку у верхньому створі були вищими і дорівнювали  $13,2$  (2001 р.) та  $9,8 \text{ ГДКрг.}$  (2002 р.), а в наступному пункті –  $4,7$  (2003р.) та  $4,5 \text{ ГДКрг.}$  (2007 р.). Незначне зменшення концентрації елементу нижче лінії ГДКрг. ( $10 \text{ мкг/дм}^3$ ) було в 2014 р. у створі м.Суми ( $0,82 \text{ ГДК}$ ). Середні багаторічні показники дорівнювали: біля м.Суми  $41,4 \text{ мкг/дм}^3$ , а м.Гадяч –  $25,1 \text{ мкг/дм}^3$ .

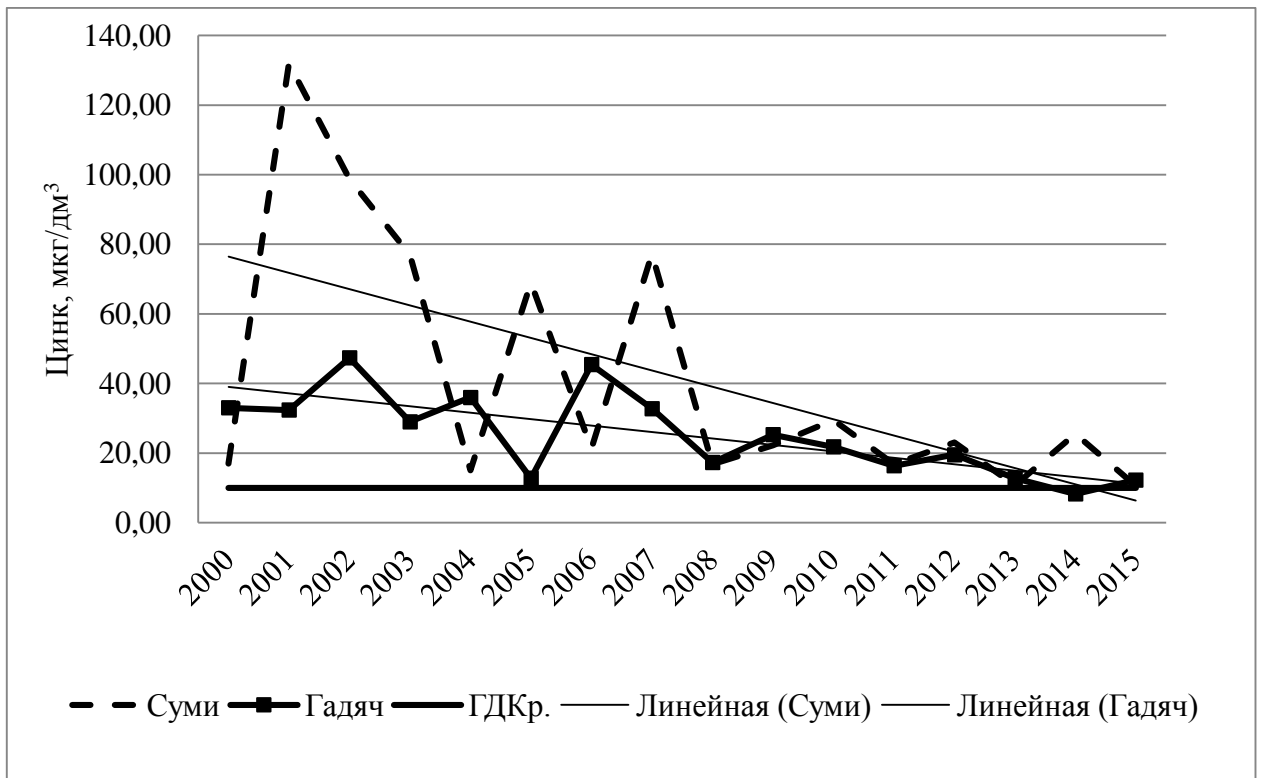


Рисунок 6.2 - Графік зміни у часі концентрації цинку в воді р.Псел (2000-2015рр.)

За період спостереження максимальна концентрація цинку серед строкових вимірювань склала 316 мкг/дм<sup>3</sup> (11.05.2002 р.) в межах Сум та 98,0мкг/дм<sup>3</sup> (23.08.2006 р.) - в межах Гадяча, що дорівнювало 31,6 та 9,8ГДКрг. відповідно.

Графік зміни у часі концентрацій мангану в воді р.Псел представлений на рис.6.3. Видно, що середньорічні значення мангану в межах обох створів на протязі 2000-2015 рр. були вищими за гранично-допустиму концентрацію для об'єктів рибогосподарського використання, яка дорівнює 10 мкг/дм<sup>3</sup>. Але, за лініями тренду можна відзначити тенденцію до зниження концентрації у часі - в межах Гадяча трохи повільнішу, ніж біля м.Суми.

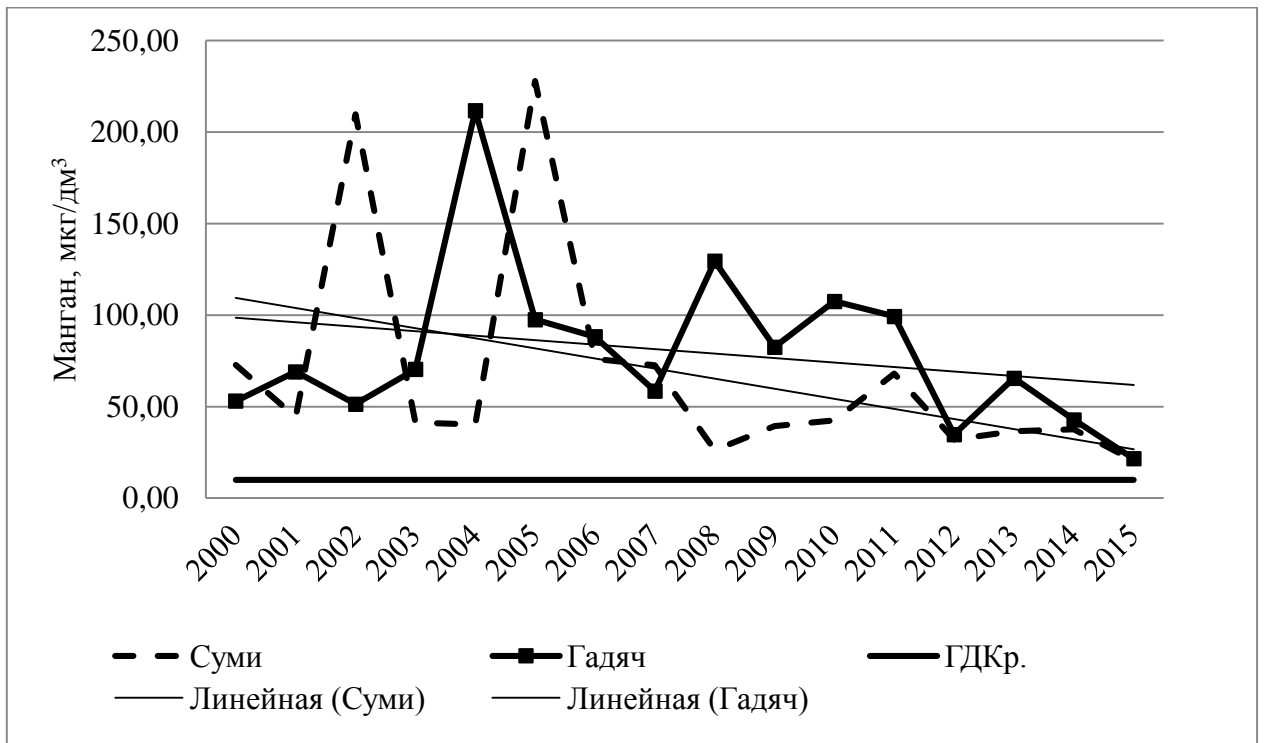


Рисунок 6.3- Динаміка мангану у часі в межах басейну р.Псел

Найбільші середні річні концентрації мангану перевищували ГДКрг. в створі м.Суми у 21 та 23 рази відповідно в 2002 та 2005 роках. В створі м.Гадяч найбільше середньорічне значення склало 21ГДКрг. в 2004 році.

Найменший вміст мангану в воді р.Псел був в 2015 році і дорівнював  $20,5 \text{ мкг/дм}^3$  та  $21,5 \text{ мкг/дм}^3$  в пунктах м.Суми та м.Гадяч відповідно.

Середні багаторічні концентрації мангану перевищували ГДКрг. у 6,8 та 8,0 разів відповідно в створах м.Суми та м.Гадяч.

З разових значень, що були зафіксовані в басейні р.Псел, максимальні перевищення мангану над нормативом спостерігались 10.05.2005р. ( $349 \text{ мкг/дм}^3$ , м.Суми) та 31.03.2004 р. ( $525 \text{ мкг/дм}^3$ , м.Гадяч).

Динаміка загального заліза у часі в межах басейну р.Псел представлена на рис.6.4. Концентрації заліза в створі м.Суми були меншими за ГДКрг. у 2003, 2008-2009 та 2015 роках; максимальні значення спостерігались у 2000-2001 та 2005-2006 роках ( $2,73$ ,  $2,25$ ,  $2,77$  та  $2,28$  ГДКрг. відповідно). Вниз за течією концентрації заліза трохи збільшились.

Біля м.Гадяч значення заліза були практично в межах нормативу тільки в 2011-2012 рр. Найбільші показники відзначались в 2004 та в 2005 рр. і дорівнювали  $3,8$  та  $2,38$  ГДКрг. відповідно. В цілому, концентрації заліза у часі зменшувались. Середнє багаторічне значення дорівнює: в межах м.Суми-  $0,149 \text{ мг/дм}^3$ , м.Гадяч –  $0,165 \text{ мг/дм}^3$ , при ГДКрг.= $0,1 \text{ мг/дм}^3$ .

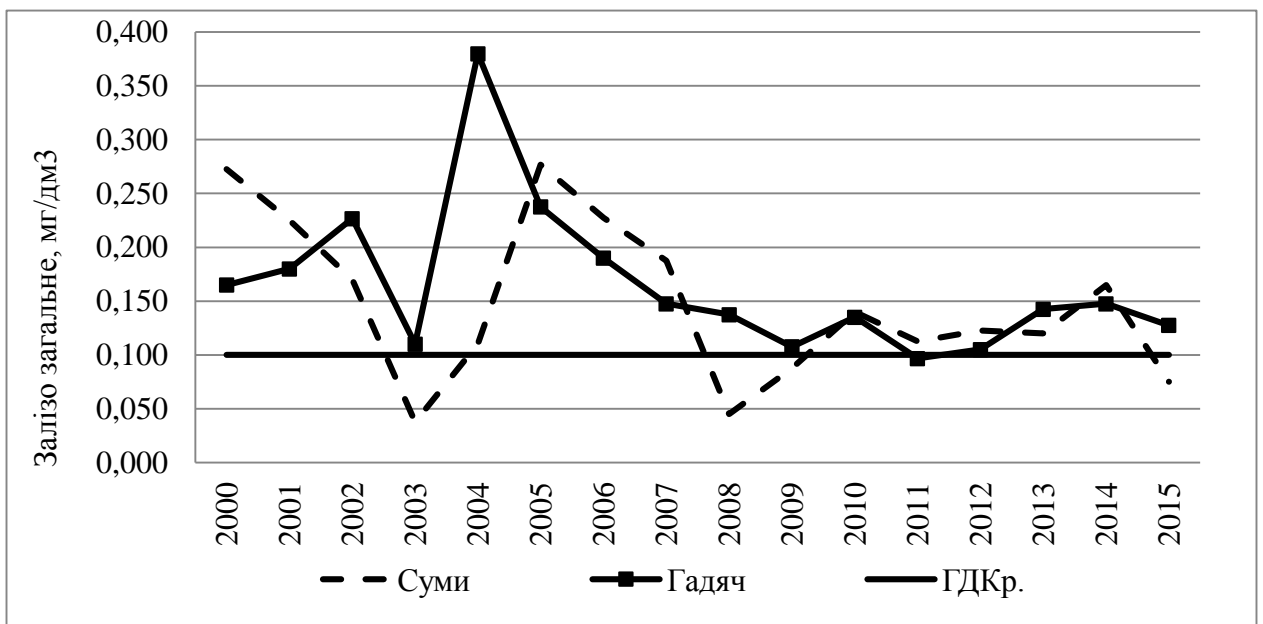


Рисунок 6.4 - Графік зміни у часі концентрації заліза загального в воді р.Псел (2000-2015рр.)

За вмістом шестивалентного хрому найменші середньорічні показники спостерігались в створі р.Псел-с.Запсілля, навіть три рази за період дослідження були значення на межі ГДКрг. (1 мкг/дм<sup>3</sup>) - у 2001-2002 та 2004 роках; найбільше середньорічне значення дорівнювало 3,5ГДКрг у 2003 році (рис.6.5). По двох інших створах на протязі всього періоду дослідження спостерігалось перевищення нормативу для об'єктів рибогосподарського використання. В межах м.Суми та м.Гадяч концентрації хрому коливались від 1,67 мкг/дм<sup>3</sup> (2004 р.) до 3,67 мкг/дм<sup>3</sup> (у 2001 рр.).

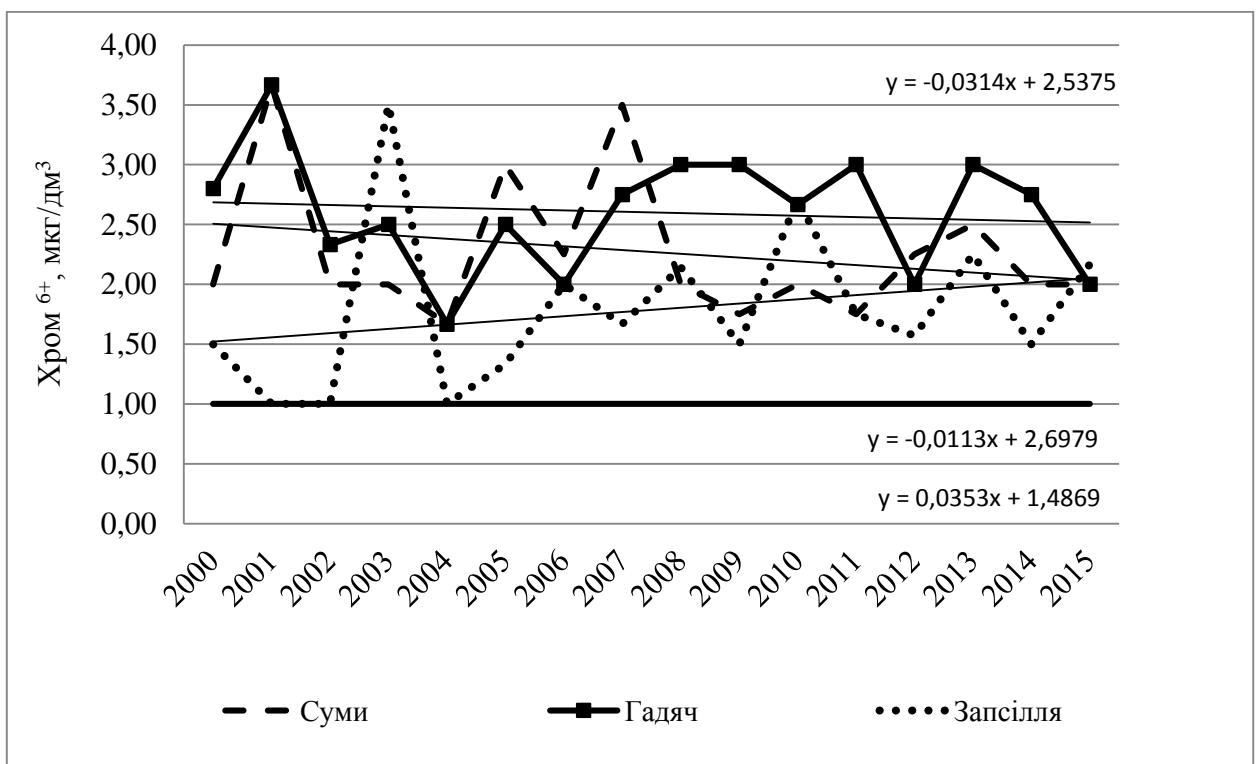


Рисунок 6.5—Динаміка у часі концентрації хрому в воді р.Псел (2000-2015рр)

Ще більші значення вмісту хрому були визначені серед разових вимірювань. В воді р.Псел біля пункту м.Суми це значення склало 6ГДКрг. (10.08.2005 р. та 05.05.2007 р.); поруч з м.Гадяч – 6 ГДКрг. (24.07.2000 р.); в межах села Запсілля – 6 ГДКрг.(10.04.2003 р., 01.12.2010 р.).

Можна зазначити, що концентрації шестивалентного хрому значно не змінюються у часі і коливаються в межах середнього багаторічного значення: біля м.Суми – 2,27 мкг/дм<sup>3</sup>, м.Гадяч – 2,60 мкг/дм<sup>3</sup>, с.Запсілля – 1,79 мкг/дм<sup>3</sup>.

Середньорічні концентрації фенолів за 2000-2015 рр. були завжди вищими за рибогосподарські ГДК, але зменшувались у часі в межах всіх створів (рис.6.6).

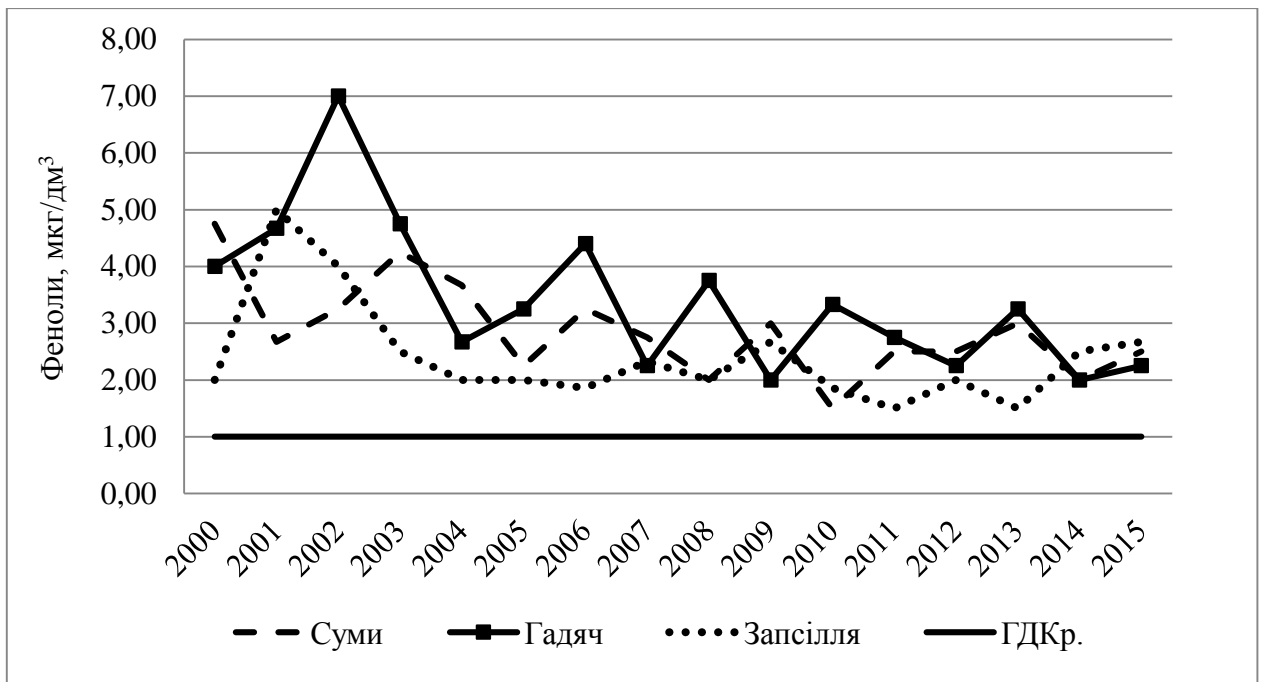


Рисунок 6.6 - Динаміка у часі концентрації фенолів в воді р.Псел (2000-2015рр)

За період дослідження вміст фенолів змінювався: м.Суми - від 1,50 (2010 р.)÷ до 4,25-4,75 мкг/дм<sup>3</sup> (2003 та 2000 рр. відповідно); м.Гадяч – від 2,00 (2009 та 2014рр.) – до 7,0 мкг/дм<sup>3</sup> (2002 р.); с. Запсілля – від 1,50 (2011 та 2013 рр.) – до 5,0 мкг/дм<sup>3</sup> (2001р.). Середньобагаторічні показники були в створі м.Суми – 2,87 мкг/дм<sup>3</sup>, м.Гадяч – 3,41 мкг/дм<sup>3</sup>, с.Запсілля - 2,40 мкг/дм<sup>3</sup>.

Максимальні строкові дані спостережень перевищували рибогосподарські нормативи в межах м.Суми у 8 разів (14.08.2000 р.);

м.Гадяч – у 8 разів (31.05.2002 р.) та біля с.Запсілля – у 5 разів (21.08.2001 р., 10.09.2002р., 14.03.2007р.)..

Наявність в воді р. Псел синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАРів) незначна, що видно з рис.6.7. Це єдиний компонент з речовин токсичної дії, середньорічні концентрації якого на протязі періоду 2000-2015рр. не перевищують рибогосподарські нормативи (ГДК<sub>рг.</sub>=0,2мг/дм<sup>3</sup>). В межах двох створів (м.Суми та м.Гадяч) зміна СПАРів у часі відбувається практично синхронно, за виключенням 2001 та 2003 рр., що може бути пов'язано в потраплянням забруднених стічних вод від комунально-побутових підприємств. Можна відзначити зниження вмісту СПАРів у часі.

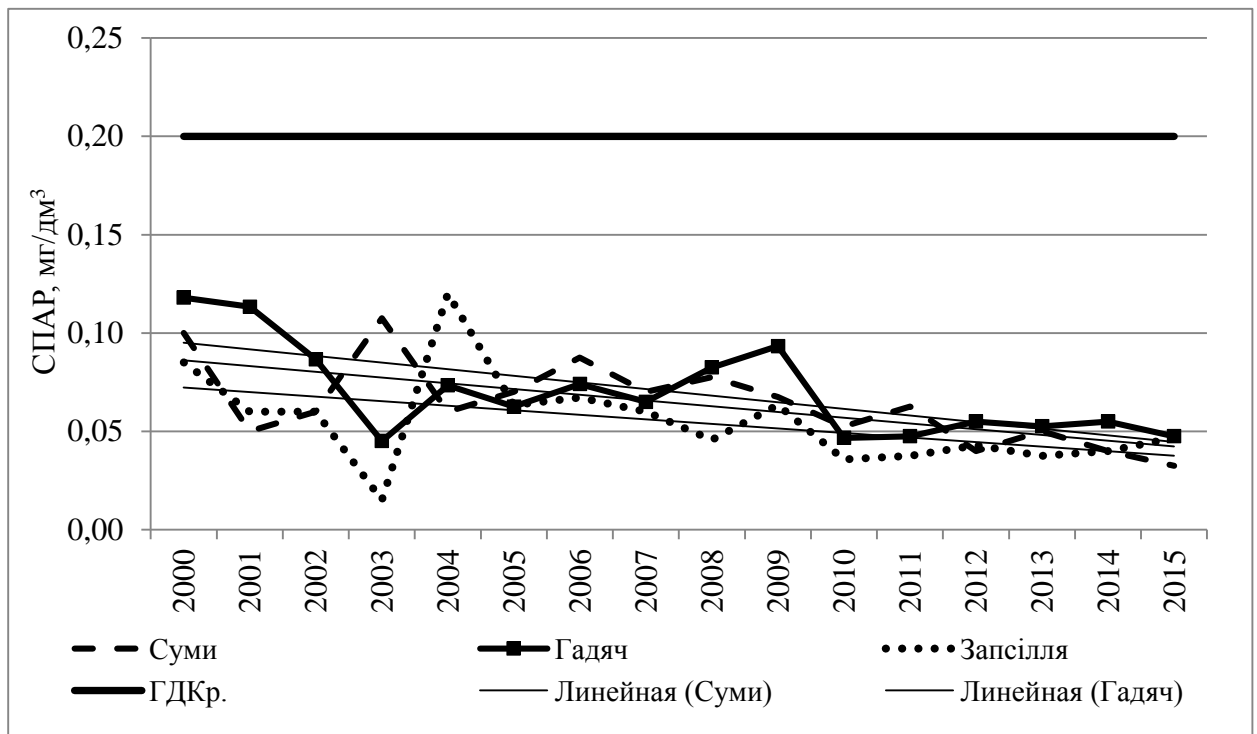


Рисунок 6.7-Динаміка концентрації СПАРів в воді р.Псел (2000-2015рр.)

Середні багаторічні концентрації СПАРів в межах створів мали такі значення: м.Суми – 0,084 мг/дм<sup>3</sup>, м.Гадяч – 0,070 мг/дм<sup>3</sup>, с.Запсілля – 0,055мг/дм<sup>3</sup>, що свідчить про зменшення їх вмісту у просторі. Але серед строкових даних мали місце неодноразові перевищення ГДК<sub>рг.</sub>



Найбільший вміст (серед разових вимірювань) синтетичних поверхнево-активних речовин в воді р.Псел біля м.Суми спостерігався в 2000, 2003, 2006 рр., а максимальне значення було зафіксоване 24.02.2003 року і у 1,1 рази перевищувало рибогосподарське ГДК. В створі м.Гадяч максимальна концентрація була визначена 10.09.2001 року і вона була трохи нижче нормативу - 0,17 мг/дм<sup>3</sup>. Серед строкових вимірювань в пункті с.Запсілля максимальне значення дорівнювало 0,13 мг/дм<sup>3</sup>, що менше за ГДКрг. і було зафіксовано 07.04.2004 р. та 12.03.2009 р.

За вмістом речовин токсичної дії найбільш забрудненою вода р.Псел була в межах створу Гадяч (в 0,5 км вище міста).

Вода річки, що потрапляє на територію країни (створ м.Суми) вже по більшості компонентів мала показники якості вище за рибогосподарські нормативи (за вмістом мангану, заліза, цинку, хрому, фенолах). Видно, що якість води за речовинами токсичної дії залежить від антропогенного навантаження, оскільки не піддається сезонним коливанням.

Вниз за течією забруднення збільшуються, досягаючи найбільших значень в межах м.Гадяч. Тільки за концентрацією цинку найбільші показники були за півкілометра вище міста Суми. Далі за течією якість води покращується і в межах с.Запсілля має найкращі значення, але і вони являються вищими за ГДКрг.

## 7 ОЦІНКА ВТРАТ ЯКОСТІ ВОДИ, ЩО ЗАЗНАЛА ЕКОСИСТЕМА РІЧКИ ПСЕЛ ЗА ПЕРІОД 2000-2015 РР.

Спираючись на запропонований метод визначення «ступеню змін» [21], була визначена оцінка втрат якості води, що зазнала екосистема річки Псел за період 2000-2015 рр. В межах створу м.Суми отримані дані були опубліковані в тезах [8], а по створу м.Гадяч – в тезах [9].

«Для кожного середньорічного значення речовини були визначені категорії якості води, які порівнювались з «еталонними показниками». Саме категорії, які характеризують якість поверхневих вод при різному стані водних екосистем дають можливість визначити ступінь шкоди, яку отримала річка. За «еталонну» якість прийняті екологічні нормативи якості поверхневих вод [21], що являють собою науково обґрунтовані кількісні значення показників якості води, які відображають природний стан екосистеми водного об'єкта» [22]. Ступені змін відносно якості поверхневих вод розраховані шляхом визначення різниці категорій між встановленими оптимальними екологічними нормативами та категорій фактичних показників якості води у сучасний період.

Ступінь втрати якості визначається 4-мя класами (I-IV). Характеристика ступеня втрати змінюється від «незначної» до катастрофічної». Якщо фактичне значення менше або дорівнює «еталонному показнику», втрата якості відсутня.

Класифікація втрати якості води річок, яка запропонована Толочиком І.Л.[22, 23], наведена в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 - Класифікація втрати якості води річок [21, 23]

Різниця в категоріях	Відхилення від ЕНо, %	Ступінь втрати якості води	Характеристика ступеня втрати
0,5 - 1,4	до 20	I	незначна
1,5 - 2,4	до 35	II	значна
2,5 - 3,4	до 50	III	загрозлива
3,5 - 7,0	> 50	IV	катастрофічна

В табл. 7.2 для прикладу наведені розрахунки втрати якості води в межах пункту спостереження м.Суми за 2015 рік.

Таблиця 7.2 - Розрахунок втрати якості води р.Псел-м.Суми за 2015 рік

Параметри	Екологічні нормативи		Фактичні показники		Оцінка втрати якості води		
	значення	категорія	значення	категорія	різниця категорій	ступінь втрати	характеристика
1	2	3	4	5	6	7	8
Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	20	1	84	4	-3	III	загрозлива
Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	50	1	86,0	3	-2	II	значна
Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,5	4	0,075	3	1	0	відсутня
Азот нітратний, мг N/дм <sup>3</sup>	0,5	3	0,098	1	2	I	відсутня
Біхром. окисл., мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	25	3	28,45	4	-1	I	незначна
БСК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	3,1	3,5	3,13	4	-0,5	I	незначна
Азот амонійний, мг N/дм <sup>3</sup>	0,3	3	0,34	4	-1	I	незначна
Азот нітритний, мг N/дм <sup>3</sup>	0,01	3	0,029	5	-2	II	значна
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	10	2	20,35	3,5	-1,5	II	значна
Кисень, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	7,6	2	6,2	4	-2	II	значна
Мідь, мкг/дм <sup>3</sup>	0,003	4	2,67	3,5	0,5	0	відсутня
Цинк, мкг/дм <sup>3</sup>	0,02	3	10,50	2	1	0	відсутня
Хром 6+, мкг/дм <sup>3</sup>	<0,002	1	2,00	2	-1	I	незначна
Манган, мкг/дм <sup>3</sup>	0,026	3	20,50	2	1	0	відсутня
СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	<0,01	2	0,033	4	-2	II	значна
Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	500	1	747,8	2	-1	I	незначна

В табл. 7.2 в колонках 2 та 3 наведені екологічні нормативи для компонентів, що характеризують якість води р.Псел – значення та категорія відповідно. В наступних стовпчиках (4 та 5) надається фактичне значення та категорія якості води за Методикою [15]. Різниця між категоріями (колонки 3

та 5) приведена в стовпчику 6, а ступінь втрати якості води та характеристика втрати визначаються за табл.7.1 (стовпчики 7 та 8).

За період дослідження 2000-2015 рр. для пункту р.Псел-м.Суми була визначена екологічна втрата якості води за середніми значеннями по наступних речовинах: хлоридах, сульфатах, мінералізації, біхроматній окислюваності, БСК<sub>5</sub>, завислих речовинах, розчиненому кисню, азоту амонійному, азоту нітритному, азоту нітратному та речовинах токсичної дії (СПАР, залізо, мідь, марганець, цинк) (табл.7.3).

*Відсутній* негативний вплив (у 100% випадків) спостерігається по вмісту азоту нітратного, заліза, міді; у 62,5% - по вмісту азоту амонійного та марганцю; у 46,7% випадків – по біхроматній окислюваності; у 37,5% - по вмісту азоту нітритного та цинку.

Таблиця 7.3 - Реальна екологічна втрата якості води р.Псел-м.Суми за середніми значеннями (2000-2015рр.)

Показники якості води	Характеристика втрати якості води	м.Суми	
		кількість	у %
хлориди	відсутня	---	---
	значна	4	25
	загрозлива	12	75
	катастроф.	---	---
сульфати	незначна	4	25
	значна	8	50
	загрозлива	4	25
мінералізація	незначна	14	87,5
	значна	2	12,5
біхроматна окислюваність	відсутня	7	46,7
	незначна	6	40
	значна	2	13,3
	катастроф.	---	---
БСК <sub>5</sub>	відсутня	---	---
	незначна	16	100
	значна	---	---
завислі речовини	незначна	8	50
	значна	8	50

розчинений кисень	відсутня	2	12,5
	незначна	3	18,75
	значна	10	62,5
	загрозлива	1	6,25
	катастроф.	---	---
азот амонійний	відсутня	10	62,5
	незначна	6	37,5
	значна	---	---
азот нітритний	відсутня	6	37,5
	незначна	10	62,5
	значна	---	---
азот нітратний	відсутня	16	100
хром	відсутня	3	18,75
	незначна	11	68,75
	значна	2	12,5
	загрозлива	---	---
СПАР	незначна	---	---
	значна	5	31,25
	загрозлива	10	62,5
	катастроф.	1	6,25
залізо	відсутня	16	100
мідь	відсутня	16	100
	незначна	---	---
марганець	відсутня	10	62,5
	незначна	4	25
	значна	2	12,5
цинк	відсутня	6	37,5
	незначна	5	31,25
	значна	4	25
	загрозлива	1	6,25

Встановлено, що в межах створу м.Суми «значну» шкоду (ступінь втрати II) якості води р.Псел завдають, в той чи іншій мірі, майже всі зазначені речовини : хлориди (25% від загальної кількості спостережень); сульфати (50%); мінералізація (12,5%); біхроматна окислюваність (13,3%); завислі речовини (50%); хром (12,5%); СПАР (31,3%); марганець 12,5%) та цинк (25%).

Ступінь екологічної шкоди III, що відповідає «загрозливому» стану, спостерігалась у 75% від загальної кількості спостережень по вмісту

хлоридів; у 25% випадків – по вмісту сульфатів; у 62,5% випадків – по вмісту СПАРів та у 6,25 % випадків – відповідно по вмісту розчиненого кисню та цинку.

Шкода, яку завдають воді річки синтетичні поверхнево-активні речовини (у 6,25% від загальної кількості спостережень) за середніми значеннями показника охарактеризована як «катастрофічна» (табл. 7.3).

Погіршення якості води в пункті спостереження р.Псел-м.Суми пов'язано з недостатньою ефективністю роботи наявних очисних споруд, незадовільним станом каналізаційних мереж. Значну частку в забрудненні поверхневих джерел басейну Псла вносить змив із урбанізованих територій. Із зливовими стічними водами до водних об'єктів надходять завислі речовини, органіка, мідь, марганець, цинк та інші речовини.

Такі ж розрахунки були проведені і для створу спостереження м.Гадяч. Дані розрахунку наведені в табл. 7.4.

Таблиця 7.4 - Реальна екологічна втрата якості води р.Псел-м.Гадяч за середніми значеннями (2000-2015рр.)

Показники якості води	Характеристика втрати якості води	м.Гадяч	
		кількість	у %
хлориди	відсутня	---	---
	значна	4	25
	загрозлива	11	68,75
	катастроф.	1	6,25
сульфати	незначна	---	---
	значна	13	81,25
	загрозлива	3	18,75
мінералізація	незначна	9	56,25
	значна	7	43,75
біхроматна окислюваність	відсутня	4	26,66
	незначна	7	46,67
	значна	3	20
	катастроф.	1	6,67
БСК <sub>5</sub>	відсутня	9	69,23
	незначна	4	30,77

	значна	---	---
завислі речовини	незначна	9	56,25
	значна	7	43,75
розчинений кисень	відсутня	14	87,5
	незначна	---	---
	значна	2	12,5
	загрозлива	---	---
	катастроф.	---	---
азот амонійний	відсутня	9	56,25
	незначна	6	37,5
	значна	1	6,25
азот нітритний	відсутня	5	31,25
	незначна	11	68,75
	значна	---	---
азот нітратний	відсутня	16	100
хром	відсутня	1	6,25
	незначна	14	87,5
	значна	---	---
	загрозлива	1	6,25
СПАР	незначна	---	---
	значна	4	25
	загрозлива	10	62,5
	катастроф.	2	12,5
залізо	відсутня	16	100
мідь	відсутня	13	81,25
	незначна	3	18,5
марганець	відсутня	3	18,75
	незначна	10	62,5
	значна	3	18,75
цинк	відсутня	7	43,75
	незначна	9	56,25
	значна	---	---
	загрозлива	---	---

*Відсутній* негативний вплив у 100% випадків спостерігається тільки по вмісту азоту нітратного та заліза; у 87,5% - по вмісту розчиненого кисню; у 81,25% випадків – по вмісту міді; у 69,2% - по концентрації БСК<sub>5</sub>; у 56,3% - по вмісту азоту амонійного; у 43,75% - по вмісту цинку; у 31,25% - по вмісту азоту нітритного; у 26,7% - по біхроматній окислюваності; у 18,75% - по вмісту марганцю; у 6,25% - по вмісту хрому.

Перший ступінь втрати якості води, який характеризується як «незначний» (I) був притаманним для: концентрації завислих речовин та мінералізації (по 56,25% випадків від загальної кількості спостережень); біхроматної окислюваності (46,67%); БСК<sub>5</sub> (30,77% випадків).

Було виявлено, що в межах місту Гадяч «значну» шкоду (ступінь втрати II) якості води Пслу завдають, в той чи іншій мірі, майже всі зазначені речовини : хлориди (25% від загальної кількості спостережень); сульфати (81,3%); мінералізація і завислі речовини (по 43,75%); біхроматна окислюваність (20%); СПАР (25%); марганець (18,75%); азот амонійний (6,25%) та розчинений кисень (12,5%).

Ступінь екологічної шкоди III, що відповідає «загрозливому» стану, спостерігався у 68,75% від загальної кількості спостережень по вмісту хлоридів; у 62,5% випадків – по вмісту СПАРів; у 18,75% випадків – по вмісту сульфатів та у 6,25 % випадків – по вмісту шестивалентного хрому.

Шкода, яку завдають воді річки синтетичні поверхнево-активні речовини (у 12,5% від загальної кількості спостережень), біхроматна окислюваність (у 6,67% випадків), хлориди (у 6,25% випадків) за середніми річними значеннями показників характеризуються як «катастрофічні» (IV ступінь) (табл.7.4).

Дані розрахунку реальної втрати якості води в нижньому створі – с.Запсілля, за методикою [19] наведена в табл. 7.5.

Можна бачити, що «відсутній» негативний вплив спостерігався у 100% випадків за вмістом заліза загального та азоту нітратного; у 93,8% випадків – за вмістом азоту амонійного; у 87,5% випадків – за вмістом розчиненого кисню; у 62,5% випадків – за вмістом шестивалентного хрому; у 43,8% випадків – за вмістом БСК<sub>5</sub>; у 40% випадків – за концентрацією біхроматної окислюваності; у 6,25% випадків – за концентрацією хлоридів та азоту нітритного.



Таблиця 7.5 - Реальна екологічна втрата якості води р.Псел-с.Запсілля за середніми значеннями (2000-2015рр.)

Показники якості води	Характеристика втрати якості води	с.Запсілля	
		кількість	у %
хлориди	відсутня	1	6,25
	значна	2	12,5
	загрозлива	13	81,25
	катастроф.	---	---
сульфати	незначна	1	6,25
	значна	15	93,75
	загрозлива	---	---
мінералізація	незначна	13	81,25
	значна	3	18,75
біхроматна окислюваність	відсутня	6	40
	незначна	6	40
	значна	3	20
	катастроф.	---	---
БСК <sub>5</sub>	відсутня	7	43,75
	незначна	5	31,25
	значна	4	25
завислі речовини	незначна	10	62,5
	значна	6	37,5
розчинений кисень	відсутня	14	87,5
	незначна	---	---
	значна	1	6,25
	загрозлива	---	---
	катастроф.	1	6,25
азот амонійний	відсутня	15	93,75
	незначна	1	6,25
	значна	---	---
азот нітритний	відсутня	1	6,25
	незначна	6	37,5
	значна	9	56,25
азот нітратний	відсутня	16	100
хром	відсутня	10	62,5
	незначна	5	31,25
	значна	1	6,25
	загрозлива	---	---
СПАР	незначна	1	6,25
	значна	7	43,75
	загрозлива	7	43,75
	катастроф.	1	6,25
залізо	відсутня	16	100
мідь	відсутня	---	---
	незначна	---	---
марганець	відсутня	---	---
	незначна	---	---

*«Незначна»* втрата якості води була виявлена за період спостереження в межах створу за концентрацією мінералізації (81,25%); за вмістом завислих речовин (62,5%); за концентрацією біхроматної окислюваності (40%); азоту нітритного (37,5%); за вмістом хрому та БСК<sub>5</sub> (по 31,25%); за концентрацією СПАРів, сульфатів та азоту амонійного (по 6,25%).

*«Значна»* шкода була заподіяна у більшому ступені вмістом високих значень концентрації сульфатів (майже у 94% випадків з загальної кількості спостережень); азоту нітритного (у 56,3% випадків); вмістом СПАРів (у 43,8% випадків) та завислих речовин (у 37,5% випадків), а також у 25% за концентрацією БСК<sub>5</sub>; у 20% - біхроматної окислюваності; у 18,8% - загальної мінералізації; у 12,5% - за вмістом хлоридів; по 6,25% за вмістом хрому та розчиненого кисню.

Третій ступені втрати якості води, тобто *«загрозливому»* стану відповідала якість води за вмістом хлоридів у 81,3% випадків та концентрацією синтетичних поверхнево-активних речовин – у 43,8 % випадків.

*«Катастрофічна»* ситуація склалася тільки за вмістом розчиненого кисню та концентрацією СПАРів – по 6,25 відсотків випадків кожного.

## ВИСНОВКИ

Аналіз якості води річки в межах української частини басейну проводився в створах р.Псел - м.Суми, р.Псел – м.Гадяч, р.Псел – с.Запсілля. Період спостереження складав 16 років (2000-2015 рр.).

Досліджувались зміни як у часі, так і просторі, концентрації мінералізації та головних іонів; концентрації завислих речовин, розчиненого кисню, БСК<sub>5</sub> та завислих речовин; концентрації біогенних речовин; речовин токсичної дії (в пунктах м.Суми та м.Гадяч за міддю, цинком, шестивалентним хромом, залізом загальним, манганом, фенолами, СПАРами, а в створі с.Запсілля спостереження велись тільки за хромом, фенолами та СПАРами).

За результатами роботи можна зробити наступні висновки

1. Річка Псел являється транскордонною – її витoki знаходяться в межах території Росії. Води Псла використовуються для отримання електроенергії, для риболовлі, водопостачання та зрошування, на берегах її багато місць відпочинку. У пониззі річка судноплавна

2. Територія басейну р.Псел багата на родовища корисних копалин, мінеральних і столових підземних вод, має значну кількість об'єктів ПЗФ

3. Найбільшими споживачами води є галузі житлово-побутового господарства (52%) та промисловості (34%). Високі показники споживання води в підприємствах чорної металургії (54,2%), харчової промисловості (22,11%) та енергетики (13,0%)

4. Однією з найважливіших екологічних проблем в басейні Псла являється забруднення водних об'єктів скидами забруднюючих речовин із зворотними водами промислових підприємств, підприємств житлово-комунального господарства

5. За О.О.Альокіним вода р.Псел характеризується як води з підвищеною мінералізацією; за В. К. Хільчевським - як прісні з підвищеною мінералізацією; за класифікацією за критерієм мінералізації води р.Псел в

межах всіх створів за період 2000-2015 рр. належать до II класу та 2-ої категорії, тобто прісних олігогалинних. За екологічною класифікацією - води «дуже добрі» за станом – «чисті» за ступенем чистоти

6. По створах м.Суми та с.Запсілля спостерігається не значне збільшення мінералізації у часі, а в пункті м.Гадяч в останні роки (починаючи з 2011 р.) - невпинний ріст. Середнє багаторічне значення мінералізації в межах м.Суми дорівнює  $695 \text{ мг/дм}^3$ , в межах м.Гадяч -  $756 \text{ мг/дм}^3$ , в нижньому створі -  $707,5 \text{ мг/дм}^3$ .

7. За формулою Курлова вода р.Псел в межах створів була хлоридно-гідрокарбонатна і натрієво-кальцієва. Переважаючим аніоном являються гідрокарбонати, які перевищують 50% від загального вмісту, а переважаючим катіоном є кальцій, який в межах пунктів спостереження відповідно складає 47; 45 та 46%.

8. В межах всіх створів вміст хлоридів, магнію та кальцію не перевищували нормативів якості води для рибогосподарського призначення

9. В межах всіх створів було перевищення ГДК за вмістом сульфатів та натрію (за винятком р.Псел–м.Суми). Максимальне перевищування нормативу серед середніх річних концентрацій сульфатів в межах Сум складає 1,43 ГДК<sub>рг</sub> (2004 р.); біля м.Гадяч – 1,43 ГДК<sub>рг</sub> (2013 р.); в межах с.Запсілля - 1,83 ГДК<sub>рг</sub>. (2004 р.). Максимальне перевищення ГДК<sub>рг</sub>. за вмістом іонів натрію в створі м.Гадяч було у 1,53 рази; в районі Запсілля – в 1,55 разів.

10. За період дослідження можна спостерігати тенденцію до певного зниження концентрації кремнію у воді р.Псел. Найбільші середньорічні концентрації кремнію по всіх створах спостерігались в 2001 році. Вони склали: біля м.Суми-  $5,75 \text{ мг/дм}^3$ , біля м.Гадяч-  $8,97 \text{ мг/дм}^3$ , в межах с.Запсілля –  $7,10 \text{ мг/дм}^3$ .

11. Середні річні концентрації азоту амонійного збільшуються у часі в межах всіх трьох створів, але перевищення ГДК<sub>рг</sub>. спостерігалось тільки в межах м.Суми у 2011 і 2014 рр. (в 1,19 та 1,08 разів відповідно) та перед

м.Гадяч у 2008 році (в 1,32 рази). Зміна середньорічних концентрацій азоту амонійному відбувається достатньо синхронно в межах всіх досліджуваних пунктів.

12. Середні багаторічні концентрації азоту нітритного в межах створів мали такі значення : м.Суми – 0,026 мг/дм<sup>3</sup>; м.Гадяч – 0,025 мг/дм<sup>3</sup>; с.Запсілля – 0,020 мг/дм<sup>3</sup> , що свідчить про зменшення NO<sub>2</sub><sup>-</sup> в часі. В цілому можна зазначити майже синхронні коливання цієї сполуки азоту в межах всіх створів.

13. За вмістом азоту нітратного перевищень рибогосподарських ГДК не спостерігалось по жодному створу на протязі всього періоду 2000-2015 рр.

14. Домінуюче значення на протязі періоду спостереження мала амонійна форма азоту, яка склала більш 50% від вмісту азоту загального і дорівнювала по м.Суми 54,0% ; по м.Гадяч – 54,5%; по с.Запсілля – 50,9%.

15. Вміст загального фосфору в воді р.Псел на протязі 2000-2015 рр. коливався в незначних межах практично синхронно і в цілому, зменшувався у часі. В районі Сум та Гадяча концентрації зменшувались повільніше, ніж біля с.Запсілля.

16. Вміст фосфатів в воді р.Псел зростає за течією, про що свідчать середні багаторічні значення. В межах першого пункту спостереження концентрація дорівнювала 0,175 мгР/дм<sup>3</sup>; в межах Гадяча - 0,176 мгР/дм<sup>3</sup>, а в нижньому створі – 0,223 мгР/дм<sup>3</sup>.

17. З 2000-го по 2006 рік концентрації розчиненого кисню в створі м.Суми знижувались і до кінця періоду дослідження коливались в межах ГДКрг. (6,0 мг/дм<sup>3</sup>). В наступному пункті вміст кисню знижувався з 2000-го року по 2005 рік, а потім значно підвищився і перевищував норматив в 1,5-2,0 рази. Найбільші концентрації кисню спостерігались в межах с.Запсілля і коливались в межах 11-12 мг/дм<sup>3</sup>, з максимумом 13,5 мг/дм<sup>3</sup> в 2002 році.

18. Вміст завислих речовин в межах всіх створів поступово збільшується продовж періоду спостереження і змінюється практично синхронно.

19. Середньорічна температура води зростає вниз за течією, про що можуть свідчити середньо багаторічні дані. В створі м.Суми температура дорівнює  $9,89^{\circ}\text{C}$ ; в пункті м.Гадяч -  $10,8^{\circ}\text{C}$ ; в межах селища Запсілля -  $11,5^{\circ}\text{C}$ .

20. Концентрації БСК<sub>5</sub> практично не змінюється у часі біля Сум, починаючи з 2002 року. Значення коливаються в межах гранично-допустимої концентрації, тобто -  $3\text{ мг/дм}^3$ . Концентрації же БСК<sub>5</sub> в двох наступних створах знижуються у часі і з 2002 року в межах Гадяча та 2006 року в межах Запсілля не перевищують ГДКрг.

21. Серед речовин токсичної дії тільки за середньорічними значеннями СПАРів не було перевищень рибогосподарських нормативів в межах всіх створів спостереження. Концентрації речовини зменшувались у часі. Середні багаторічні концентрації СПАРів в межах створів мали такі значення: м.Суми -  $0,084\text{ мг/дм}^3$ , м.Гадяч -  $0,070\text{ мг/дм}^3$ , с.Запсілля -  $0,055\text{мг/дм}^3$ , що свідчить про зменшення їх вмісту і у просторі.

22. Середньорічні концентрації фенолів за 2000-2015 рр. були завжди вищими за рибогосподарські ГДК, але зменшувались у часі в межах всіх створів. Середньобагаторічні показники були в створі м.Суми -  $2,87\text{ ГДКрг.}$ , м.Гадяч -  $3,41\text{ ГДКрг.}$ , с.Запсілля -  $2,40\text{ГДКрг.}$

23. Концентрації шестивалентного хрому зменшувались у часі в створах м.Суми та м.Гадяч і збільшувались в межах Запсілля. Середньо багаторічне значення: біля м.Суми -  $2,27\text{ мкг/дм}^3$ , м.Гадяч -  $2,60\text{ мкг/дм}^3$ , с.Запсілля -  $1,79\text{мкг/дм}^3$  (ГДКрг.= $1,0\text{ мкг/дм}^3$ )

24. Концентрації загального заліза, в цілому, у часі зменшувались. Середнє багаторічне значення дорівнює: в межах м.Суми-  $0,149\text{ мг/дм}^3$ , м.Гадяч -  $0,165\text{ мг/дм}^3$ , при ГДКрг.= $0,1\text{ мг/дм}^3$ .

25. Середні багаторічні концентрації мангану перевищували ГДКрг. у 6,8 та 8,0 разів відповідно в створах м.Суми та м.Гадяч.

26. Середньорічні концентрації міді в межах Сум практично не змінюються у часі, але перевищують ГДКрг. майже на протязі всього періоду

дослідження. Максимальне середнє річне значення спостерігалось в 2006р. (6,6 ГДКрг.). Нижче за течією вміст міді в воді р.Псел збільшується і в пункті м.Гадяч перевищує норматив на протязі 2000-2015 рр., досягаючи максимальних річних значень 13,9 мкг/дм<sup>3</sup> та 13,1 мкг/дм<sup>3</sup> у 2009-2010 роках відповідно.

27. Концентрації цинку зменшувались у часі: стрімко в пункті м.Суми і більш повільно в пункті м.Гадяч. Середні багаторічні показники дорівнювали: біля м.Суми 4,14 ГДКрг., а м.Гадяч – 2,51ГДКрг.

28. В межах всіх створів була визначена екологічна втрата якості води за середніми значеннями. В межах м.Суми «відсутній» негативний вплив (у 100% випадків) спостерігався по вмісту азоту нітратного, заліза, міді; у 62,5% - по вмісту азоту амонійного та марганцю; у 46,7% випадків – по біхроматній окислюваності; у 37,5% - по вмісту азоту нітритного та цинку. В пункті м.Гадяч «відсутній» негативний вплив у 100% випадків спостерігається тільки по вмісту азоту нітратного та заліза; у 87,5% - по вмісту розчиненого кисню; у 81,25% випадків – по вмісту міді; у 69,2% - по концентрації БСК<sub>5</sub>; у 56,3% - по вмісту азоту амонійного; у 43,75% - по вмісту цинку; у 31,25% - по вмісту азоту нітритного; у 26,7% - по біхроматній окислюваності; у 18,75% - по вмісту марганцю; у 6,25% - по вмісту хрому. В створі Запсілля «відсутній» негативний вплив спостерігався у 100% випадків за вмістом заліза загального та азоту нітратного; у 93,8% випадків – за вмістом азоту амонійного; у 87,5% випадків – за вмістом розчиненого кисню; у 62,5% випадків – за вмістом шестивалентного хрому; у 43,8% випадків – за вмістом БСК<sub>5</sub>; у 40% випадків – за концентрацією біхроматної окислюваності; у 6,25% випадків – за концентрацією хлоридів та азоту нітритного.

«Загрозливий» стан води спостерігався в межах Сум у 75% від загальної кількості спостережень по вмісту хлоридів; у 25% випадків – по вмісту сульфатів; у 62,5% випадків – по вмісту СПАРів та у 6,25 % випадків – відповідно по вмісту розчиненого кисню та цинку. В межах Гадяча -

спостерігався у 68,75% від загальної кількості спостережень по вмісту хлоридів; у 62,5% випадків – по вмісту СПАРів; у 18,75% випадків – по вмісту сульфатів та у 6,25 % випадків – по вмісту шестивалентного хрому. В межах с.Запсілля - за вмістом хлоридів у 81,3% випадків та концентрацією синтетичних поверхнево-активних речовин – у 43,8 % випадків.

29. В цілому, можна зазначити, що якість води р.Псел трохи покращується у часі за вмістом деяких речовин токсичної дії, але особливо негативно на стан водного об'єкту впливають концентрації: сульфатів та натрію; азоту амонійного та нітритного; завислих речовин; міді, хрому (тільки в межах Запсілля).

30. На якість води Псла впливають малі водотоки, що впадають в нього і які дуже забруднені; в басейнах річок недостатня ефективність роботи наявних очисних споруд, незадовільний стан каналізаційних мереж, насосних станцій та споруд зливової каналізації. Відсутні або мають незадовільний стан каналізаційні мережі та очисні споруди у містах Гадяч, Миргород, Пирятин, Глобине, Гребінка та ін. Значну частку в забруднення поверхневих джерел вносить змив із урбанізованих та сільськогосподарських територій. Із зливовими стічними водами до водних об'єктів надходять завислі речовини, органіка, азот, фосфорні та інші речовини.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. URL: <https://sites.google.com/site/gadacmisteckomriie/home/nasa-ricka-psel>
2. URL: <https://kolokray.com/uk/f/psel.html>
3. URL: <http://geo.pnpu.edu.ua/waters.php>
4. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%81%D0%B5%D0%BB>
5. URL: <http://www.turystam.in.ua/2011-10-22-17-56-56/116-2012-03-13-05-52-52/1614 - 2012-03-13-16-55-55>
6. Екологічний паспорт Сумської області станом на 01.01.2019  
URL: [https://menr.gov.ua/files/docs/eco\\_passport/2018/%D0%A1%D1%83%D0%BC%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C.pdf](https://menr.gov.ua/files/docs/eco_passport/2018/%D0%A1%D1%83%D0%BC%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C.pdf)
7. Регіональна програма охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на 2017–2021 роки («Довкілля–2021»). Полтава, 2017. 131с. URL: [http://www.adm-pl.gov.ua/sites/default/files/proect\\_rishenny\\_dovkilla\\_2021.pdf](http://www.adm-pl.gov.ua/sites/default/files/proect_rishenny_dovkilla_2021.pdf)
8. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/2536475-ricka-psel-na-sumsini-potrebue-terminovogo-ocisenna.html>
9. Екологічний паспорт Сумської області за 2016 рік  
URL: [https://menr.gov.ua/files/docs/eco\\_passport/%D0%A1%D1%83%D0%BC%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0\\_%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82\\_2016.pdf](https://menr.gov.ua/files/docs/eco_passport/%D0%A1%D1%83%D0%BC%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82_2016.pdf)
10. Справочник по гидрохимии. / Под ред. А. М. Никанорова. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 391 с.
11. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 442 с.
12. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основы гідрохімії: Підручник.-К.: Ніка-Центр, 2012. 312 с. [ISBN 978-966-521-559-2](https://doi.org/10.26907/2542-0406.2012.312)
13. Горев Л.М., Пелешенко В.І, Хільчевський В.К. Гідрохімія України. К.: Вища школа, 1995. 307 с. [ISBN 5-11-004522-4](https://doi.org/10.26907/2542-0406.1995.307)

14. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4\\_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D1%85\\_%D0%B2%D0%BE%D0%B4](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%B2%D0%BE%D0%B4)
15. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. /В.Д.Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк та ін. Київ: Символ -Т,1998. 28 с.
16. URL: <http://lektsii.com/1-88953.html>
17. М.О. Савлущинська, Л.О. Горбатюк. Фосфор у водних екосистемах. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2014, № 4 (61), С.153-162  
URL: <http://journal.chem-bio.com.ua/archive/archive-2/category/31-seriia-biolohii-4-61?download=198:fosfor-u-vodnykh-ekosystemakh>
18. URL: <http://journal.chem-bio.com.ua/archive/archive-2/category/31-seriia-biolohii-4-61?download=198:fosfor-u-vodnykh-ekosystemakh>
19. Прокопчук О. І., Грубінко В. В. Фосфати у водних екосистемах. Тернопіль,:ТНПДУ, 2007. 124 с.
20. Шомко О.М., Скиба Г.В. Фосфат-іони у навколишньому середовищі та їх вплив на організм людини URL: <http://eprints.zu.edu.ua/21903/1/%D1%88%D0%BE%D0%BC%D0%BA%D0%B E.pdf>
21. Мельник В. Й. Екологічні нормативи якості води річок в межах Рівненської області: монографія. Рівне: О.Зень, 2015. 290 с.
22. Мельник В. Й., Толочик І. Л. Проблеми екологічного стану середніх річок у межах Рівненської області. С.203-222 <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-025-4-10>
23. Толочик І. Л. Екологічний стан р.Стир в умовах антропогенного навантаження у межах Рівненської області. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 «Екологія» . Рівненський державний гуманітарний університет. Інститут екології Карпат НАН України, Львів, 2018. С. 95-109

# ДОДАТКИ

Перелік публікацій за темою кваліфікаційної роботи магістра

1. Пісоцький Є.С., Романчук М.Є. Оцінка якості води р.Псел за мінералізацією та її складовими. Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. 2020. № 1(24). Державна гідрометеорологічна служба України. 2020. №1 (24) . С.80-90.

2. Пісоцький Є.С., Романчук М.Є. Характеристика мінерального складу води в басейні р.Псел. Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Сталий розвиток країни в рамках європейської інтеграції», 7 листопада 2019року. Житомир: «Житомирська політехніка», 2019. С.102-103

3. Романчук М.Є., Довгополий М.М., Кабак І.С. , Пісоцький Є.С. Аналіз змін хімічного складу води в басейні Середнього та Нижнього Дніпра (на прикладі річок Псел, Хорол та Інгулець). Водні біоресурси та аквакультура /Науковий журнал, Херсон: Видавничий дім «Гельветика» № 1(9). 2021 (у друку) - фахова за спеціальністю 101 Екологія

4. Пісоцький Є.С., Романчук М.Є. Часова динаміка біогенних речовин р.Псел-м.Суми. Галузеві проблеми екологічної безпеки. /Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів. Х., 2019. С.199-201

5. Пісоцький Є.С., Романчук М.Є. Аналіз впливу біогенних речовин на якість води р.Псел. Міжнародна наукова конференція молодих вчених «Регіональні проблеми охорони довкілля». ОДЕКУ. 1-3 червня 2020. С. 116-120

6. Пісоцький Є.С., Романчук М.Є. Аналіз змін деяких гідрофізичних та гідрохімічних показників якості води р.Псел. The 3 rd International scientific and practical conference —Modern science: problems and innovations (June 1-3, 2020) SSPG Publish, Stockholm, Sweden. 2020. P.272-277

7. Пісоцький Є.С., Романчук М.Є. Аналіз змін речовин токсичної дії в межах басейну р.Псел. VI Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих учених «Галузеві проблеми екологічної безпеки», присвячена 90-річчю Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 23 жовтня 2020, Харків, ХНАДУ, 2020. С.206-208

8. Пісоцький Є.С., Романчук М.Є. Кількісна характеристика зміни якості води р.Псел-м.Суми. VIII Міжнародна наукова конференція молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»: (Харків, 26 - 27 листопада 2020 року). Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020 Он-лайн конференція

9. Пісоцький Є.С., Романчук М.Є. Розрахунок ступеню екологічної шкоди відносно якості води р.Псел-м.Гадяч за методикою оцінки екологічного ризику. Конференція Молодих вчених. (28.04.2021) Одеса: ОДЕКУ (у друку)