Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ РІЧКИ ЗАХІДНИЙ БУГ

Виконав ст. 2 курсу групи ЕКО-17м Кушніренко О. М.
Науковий керівник: Кватернюк С. М.

м. Вінниця 2019

Мета, об'єкт, предмет

Мета даної магістерської кваліфікаційної роботи є оцінювання якості поверхневих вод басейну річки Західний Буг на основі інтегрального індексу забруднення та статистичного аналізу.

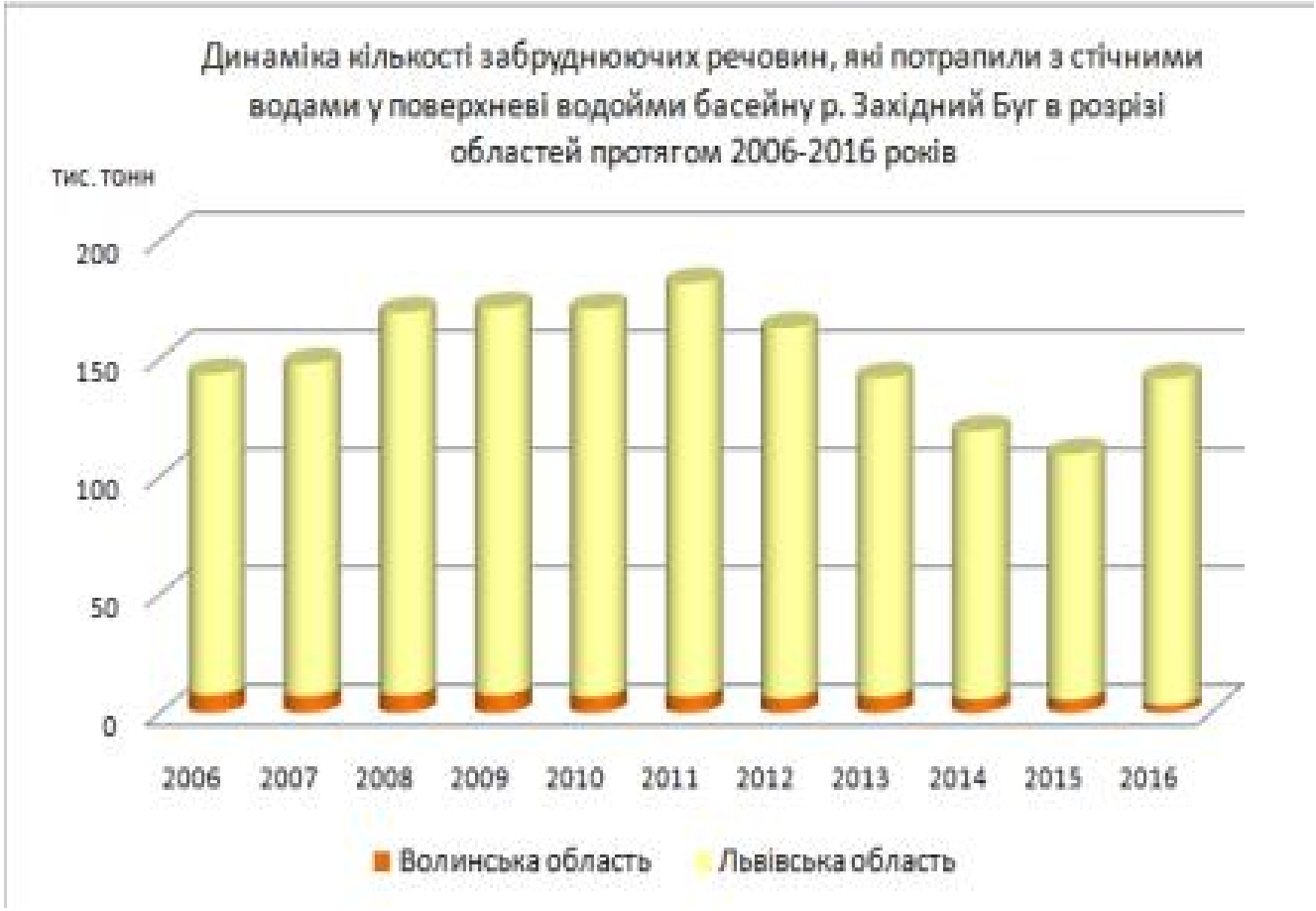
Об’єктом магістерської кваліфікаційної роботи є басейн річки Західний Буг.

Предметом роботи є методи та засоби екологічного моніторингу параметрів якості поверхневих вод басейну річки Західний Буг

Відповідно до поставленої мети потрібно вирішити такі задачі:

1. Провести техніко-економічне обгрунтування методики аналізу якості поверхневих вод басейну річки Західний Буг.
2. Здійснити систематизацію даних, необхідних для оцінювання якості поверхневих вод басейну річки Західного Бугу.
3. Оцінити якість поверхневих вод басейну річки Західного Бугу на основі інтегрального індексу забруднення та статистичного аналізу.
4. Розробити природоохоронні рекомендації для покращення якості поверхневих вод басейну річки Західного Бугу.

Динаміка зміни кількості забруднюючих речовин



Вхідні дані

Для аналізу якості поверхневих вод басейну річки Західний Бугу взято дані з сайту Західно-Бузького басейнового управління за 2012-2016 роки по таким показникам: БСК-5, Fe, Нітрати, Нітрити, Амоній сольовий, Сульфати, Фосфат іони по 13 створам спостережень.

1. р. Полтва, с. Кам'янопіль
2. р. Рата, м. Великі Мости
3. р. Луга, міст перед с. П'ятидні
4. р. Західний Буг, с. Старгород
5. р. Західний Буг, с. Литовеж
6. р. Західний Буг, с. Забужжя
7. р. Західний Буг, м. Сокаль
8. р. З. Буг, с. Амбуків 500 м нижче впадіння р. Хучва
9. р. Гапа, нижче оз. Ягодинське
10. р. Західний Буг, м. Кам'янка-Бузька
11. оз. Світязь, с. Світязь Шацького району
12. м. Устилуг, 500м нижче від впадіння р. Луга
13. Добротвірське водосховище, н/б'еф

2014 рік | р.Рата, м.Великі Мости

Показник	I	II	III	IV	ГДК
Fe	0.10	0.55	0.46	0.32	**0.10**
Амоній сольовий	0.85	0.47	0.16	0.16	**0.50**
БСК-5	1.92	2.08	2.64	2.28	**3.00**
Нітрати	4.60	3.40	5.90	4.60	**40.00**
Нітрити	0.16	0.20	0.06	0.10	**0.08**
Сульфати	30.08	47.79	48.82	44.50	**100.00**
Фосфат-іони	0.06	0.31	0.49	0.13	**0.17**

24	2. р. Рата, м. Великі Мости																					
25	Рік	Показник		ГДК	Показник		ГДК	Показник		ГДК	Показник		ГДК	Показник		ГДК	Показник		ГДК	Показник		ГДК
26	2012 (I)	БСК-5	1,4	3	Fe	0,7	0,1	Нітрати	0,63	40	Нітрити	0,1	0,08	Амоній сольовий	1,2	0,5	Сульфати	32,6	100	Фосфат-іони	0,1	0,17
27	2012 (II)	БСК-5	2,4	3	Fe	0,65	0,1	Нітрати	5,5	40	Нітрити	0,12	0,08	Амоній сольовий	0,58	0,5	Сульфати	28,4	100	Фосфат-іони	0,13	0,17
28	2012 (III)	БСК-5	2,9	3	Fe	0,6	0,1	Нітрати	1,5	40	Нітрити	0,1	0,08	Амоній сольовий	0,13	0,5	Сульфати	37,1	100	Фосфат-іони	0,05	0,17
29	2012 (IV)	БСК-5	2,7	3	Fe	0,27	0,1	Нітрати	4	40	Нітрити	0,2	0,08	Амоній сольовий	0,3	0,5	Сульфати	53,6	100	Фосфат-іони	0,14	0,17
30	2013 (I)	БСК-5	2,24	3	Fe	0,47	0,1	Нітрати	7,8	40	Нітрити	0,04	0,08	Амоній сольовий	0,45	0,5	Сульфати	59,74	100	Фосфат-іони	0,09	0,17
31	2013 (II)	БСК-5	1,44	3	Fe	0,05	0,1	Нітрати	4,8	40	Нітрити	0,1	0,08	Амоній сольовий	0,44	0,5	Сульфати	51,5	100	Фосфат-іони	0,3	0,17
32	2013 (III)	БСК-5	1,28	3	Fe	0,46	0,1	Нітрати	3,3	40	Нітрити	0,16	0,08	Амоній сольовий	0,92	0,5	Сульфати	58,3	100	Фосфат-іони	0,28	0,17
33	2013 (IV)	БСК-5	1,3	3	Fe	0,42	0,1	Нітрати	4,6	40	Нітрити	0,1	0,08	Амоній сольовий	0,65	0,5	Сульфати	55,62	100	Фосфат-іони	0,11	0,17
34	2014 (I)	БСК-5	1,92	3	Fe	0,1	0,1	Нітрати	4,6	40	Нітрити	0,16	0,08	Амоній сольовий	0,85	0,5	Сульфати	30,08	100	Фосфат-іони	0,06	0,17
35	2014 (II)	БСК-5	2,08	3	Fe	0,55	0,1	Нітрати	3,4	40	Нітрити	0,2	0,08	Амоній сольовий	0,47	0,5	Сульфати	47,79	100	Фосфат-іони	0,31	0,17
36	2014 (III)	БСК-5	2,64	3	Fe	0,46	0,1	Нітрати	5,9	40	Нітрити	0,06	0,08	Амоній сольовий	0,16	0,5	Сульфати	48,82	100	Фосфат-іони	0,49	0,17
37	2014 (IV)	БСК-5	2,28	3	Fe	0,32	0,1	Нітрати	4,6	40	Нітрити	0,1	0,08	Амоній сольовий	0,16	0,5	Сульфати	44,5	100	Фосфат-іони	0,13	0,17
38	2015 (I)	БСК-5	2,32	3	Fe	0,68	0,1	Нітрати	4,25	40	Нітрити	0,05	0,08	Амоній сольовий	0,17	0,5	Сульфати	54,8	100	Фосфат-іони	0,35	0,17
39	2015 (II)	БСК-5	1,96	3	Fe	0,45	0,1	Нітрати	5,65	40	Нітрити	0,06	0,08	Амоній сольовий	0,04	0,5	Сульфати	24,1	100	Фосфат-іони	0,38	0,17
40	2015 (III)	БСК-5	2,24	3	Fe	0,29	0,1	Нітрати	6,05	40	Нітрити	0,1	0,08	Амоній сольовий	0,12	0,5	Сульфати	39,55	100	Фосфат-іони	0,4	0,17
41	2015 (IV)	БСК-5	2,1	3	Fe	0,25	0,1	Нітрати	9,6	40	Нітрити	0,18	0,08	Амоній сольовий	0,17	0,5	Сульфати	28,02	100	Фосфат-іони	0,18	0,17
42	2016 (I)	БСК-5	2,05	3	Fe	0,3	0,1	Нітрати	4,75	40	Нітрити	0,14	0,08	Амоній сольовий	0,1	0,5	Сульфати	27,19	100	Фосфат-іони	0,14	0,17
43	2016 (II)	БСК-5	2,3	3	Fe	0,44	0,1	Нітрати	3,9	40	Нітрити	0,1	0,08	Амоній сольовий	0,2	0,5	Сульфати	44,08	100	Фосфат-іони	0,3	0,17
44	2016 (III)	БСК-5	2,24	3	Fe	0,1	0,1	Нітрати	6,1	40	Нітрити	0,08	0,08	Амоній сольовий	0,1	0,5	Сульфати	43,26	100	Фосфат-іони	0,41	0,17
45	2016 (IV)	БСК-5	0	3	Fe	0	0,1	Нітрати	0	40	Нітрити	0	0,08	Амоній сольовий	0	0,5	Сульфати	0	100	Фосфат-іони	0	0,17

Узагальнений алгоритм дослідження

Карта з постами спостереження в басейні р. Західний Буг (масштаб 1: 2000000)

1. р. Полтва, с. Кам'янопіль
2. р. Рата, м. Великі Мости
3. р. Луга, міст перед с. П'ятидні
4. р. Західний Буг, с. Старгород
5. р. Західний Буг, с. Литовеж
6. р. Західний Буг, с. Забужжя
7. р. Західний Буг, м. Сокаль
8. р. З. Буг, с. Амбуків 500 м нижче впадіння р. Хучва
9. р. Гапа, нижче оз. Ягодинське
10. р. Західний Буг, м. Кам'янка-Бузька
11. оз. Світязь, с. Світязь Шацького району
12. м. Устилуг, 500м нижче від впадіння р. Луга
13. Добротвірське водосховище, н/б'єф

Комплексний показник можна визначити за допомогою методики розрахунку коефіцієнта забрудненості(КЗ). Цю методику розроблено Українським науково-дослідним інститутом екологічних проблем (м. Харків) та затверджено Міністерством охорони навколишнього природного середовища № 89-М від 4 червня 2003 р.

Згідно з цієї методикою для заданого регіону та періоду для найбільш критичних показників якості вод *xk* (k = 1, 2, …, N), які мають найбільші значення або перевищення їх гранично допустимих концентрацій (ГДК) *xk* GDK чи величин (ГДВ), здійснюється розрахунок за формулою:

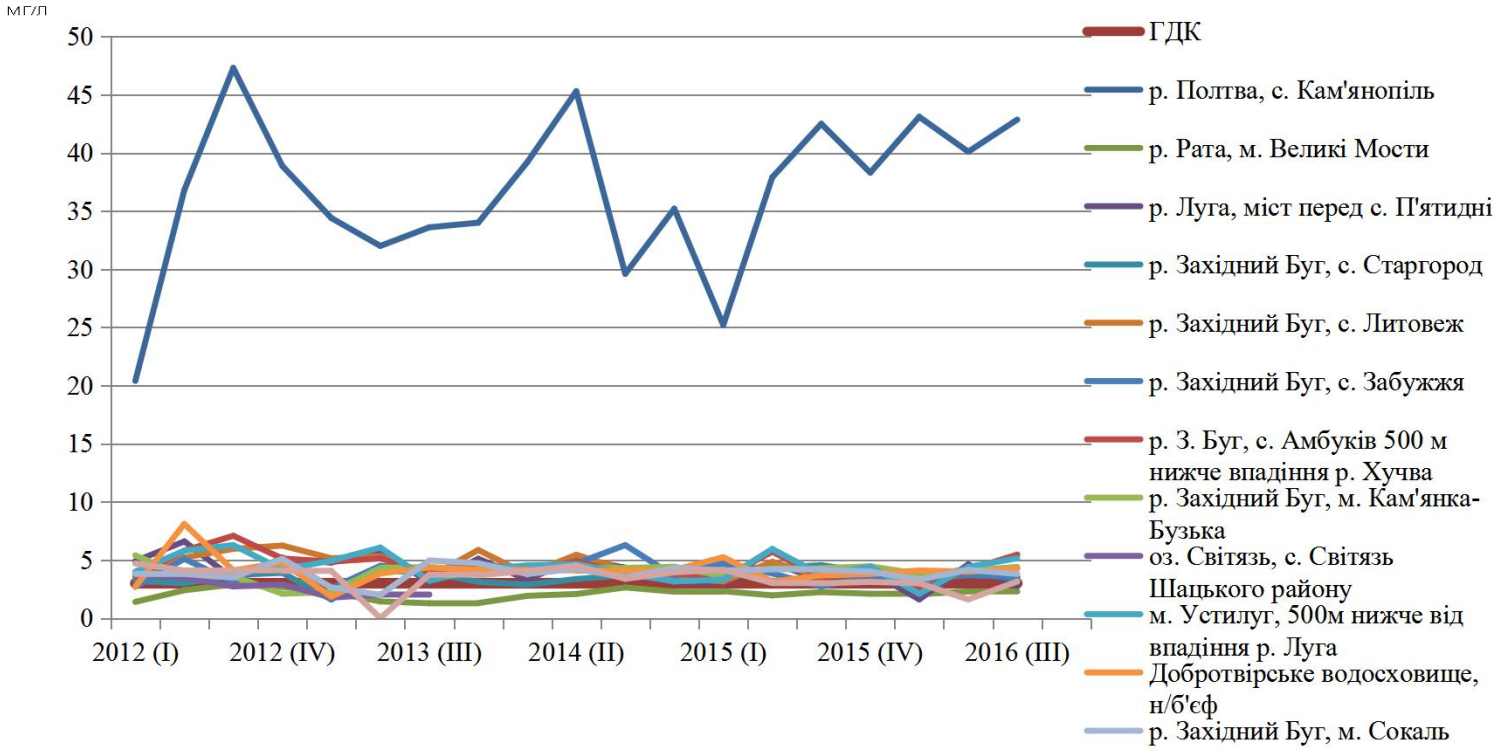
$$КЗ = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} КЗ_k, \quad \left| \begin{array}{l} КЗ_k = 1, \quad x_k \le x_{k\,GDK}, \\ КЗ_k = \dfrac{x_k}{x_{k\,GDK}}, \quad x_k > x_{k\,GDK}, \end{array} \right.$$

де N – загальна кількість вимірювання показників.

У відповідності до значення розрахованого КЗ вода, якість якої аналізувалась, відноситься до одного із п’яти класів якості вод.

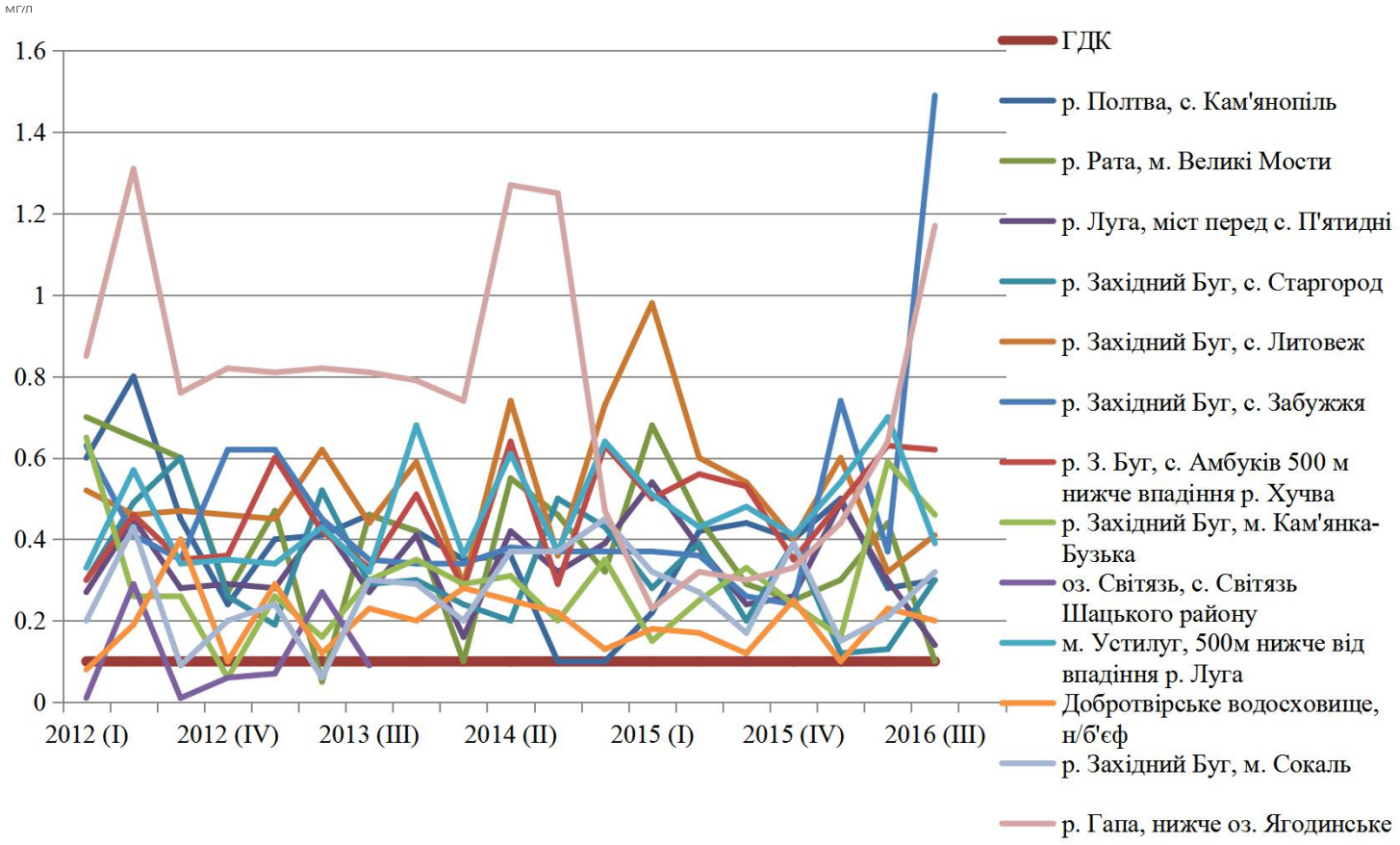
Значення КЗ	1	1,01…2,50	2,51…5,00	5,01…10	Більше 10
Рівень забрудненості	Незабруднені (чисті)	Слабко забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні

Динаміка зміни концентрації БСК-5 з 2012 по 2016 рік у створах басейну річки Західний Буг



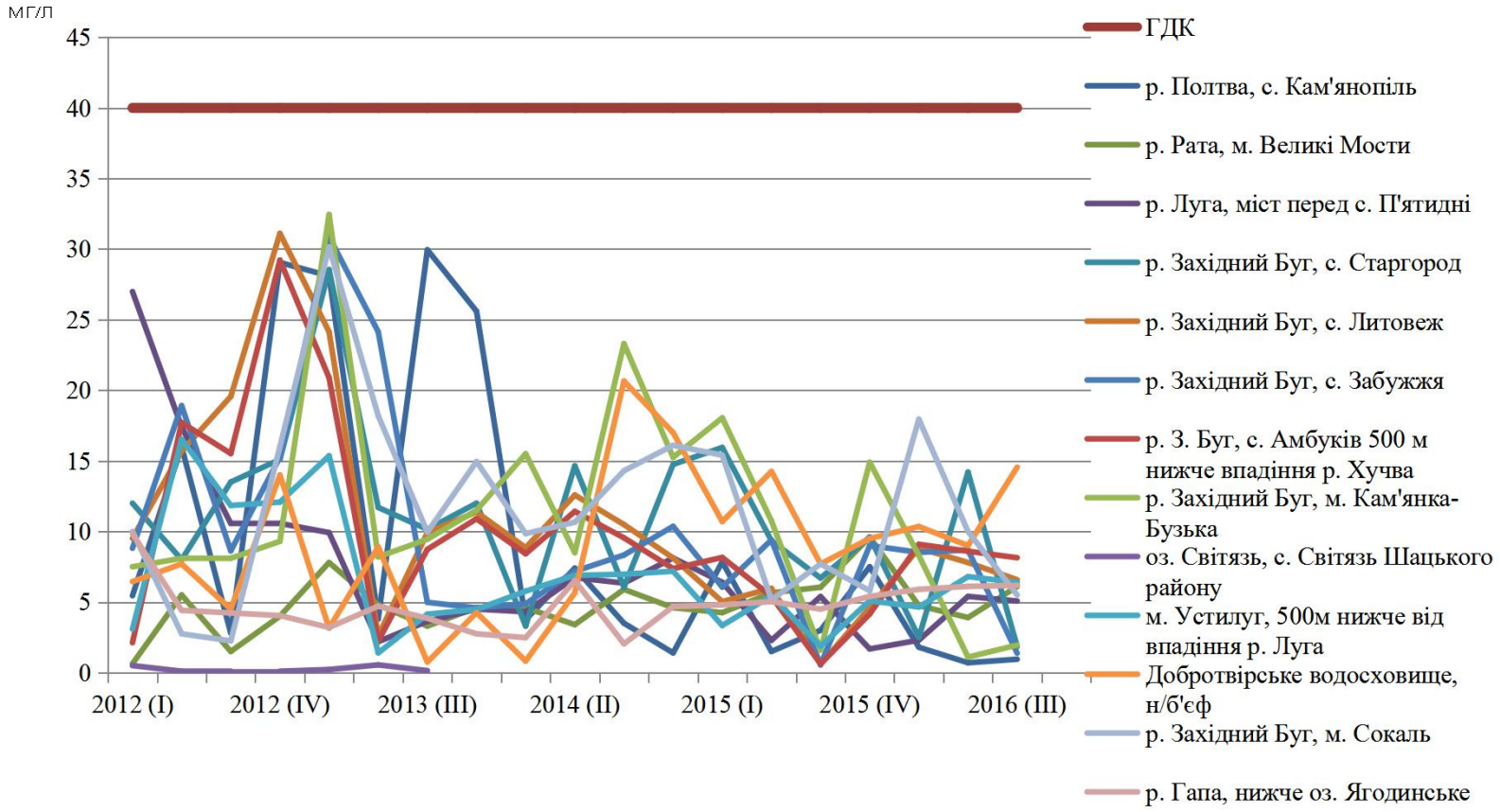
З даного графіка видно, що у створі р. Полтва, с. Кам'янопіль концентрація БСК максимально перевищує гранично допустиму норму, максимальне перевищення у 11,5 разів було зафіксоване у 2012 році. На усіх інших постах, окрім р. Рата, м. Великі Мости, також спостерігається перевищення ГДК, але лише у 1-2 рази.

Динаміка зміни концентрації заліза з 2012 по 2016 рік у створах басейну річки Західний Буг



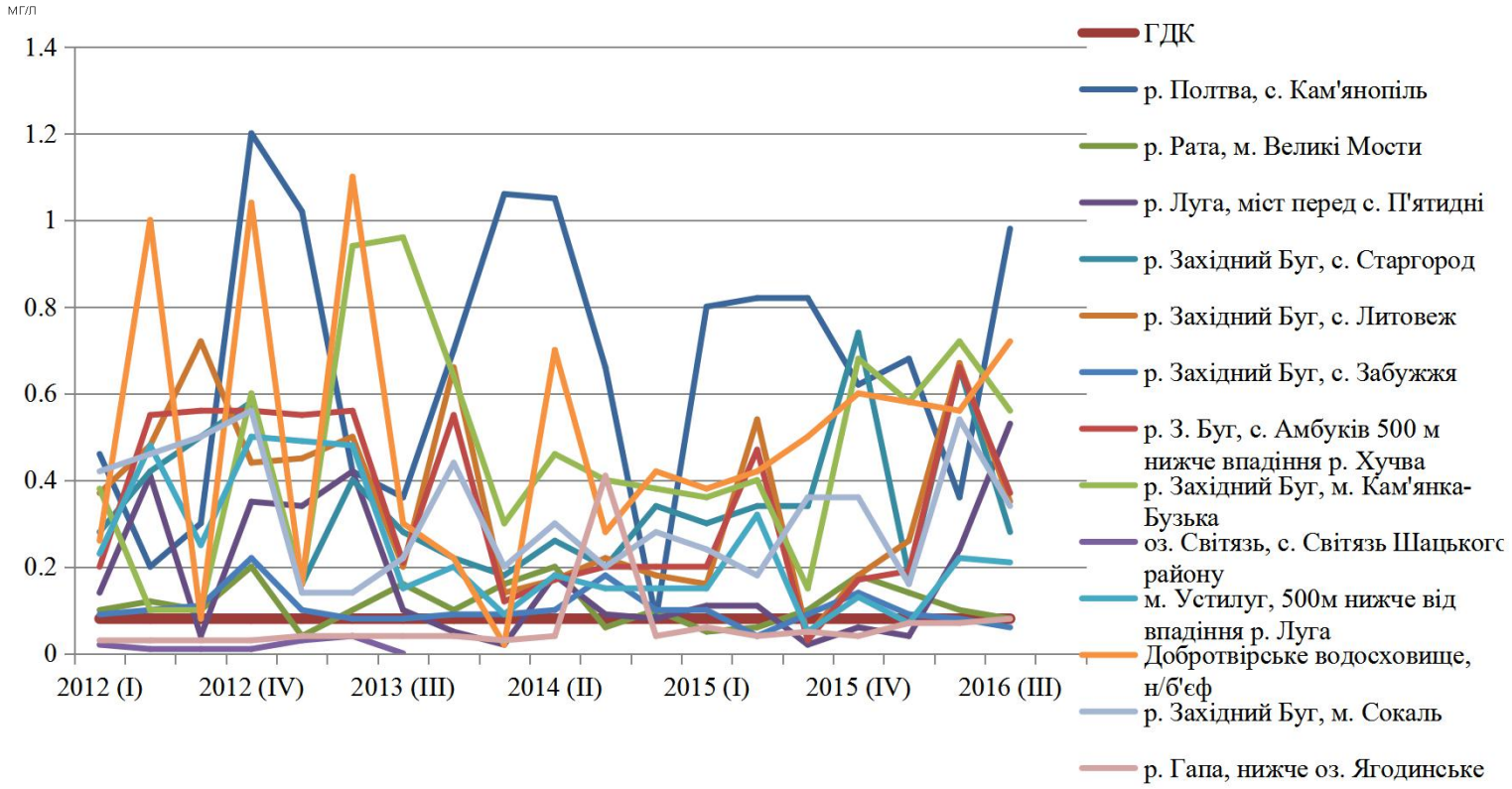
На графіку видно що на усіх створах моніторингу весь час спостерігається перевищення ГДК по даній забруднюючій речовині. Найвища концентрація спостерігалася у третьому кварталі 2016 року на створі р. Полтва, с. Кам'янопіль.

Динаміка зміни концентрації нітратів з 2012 по 2016 рік у створах басейну річки Західний Буг



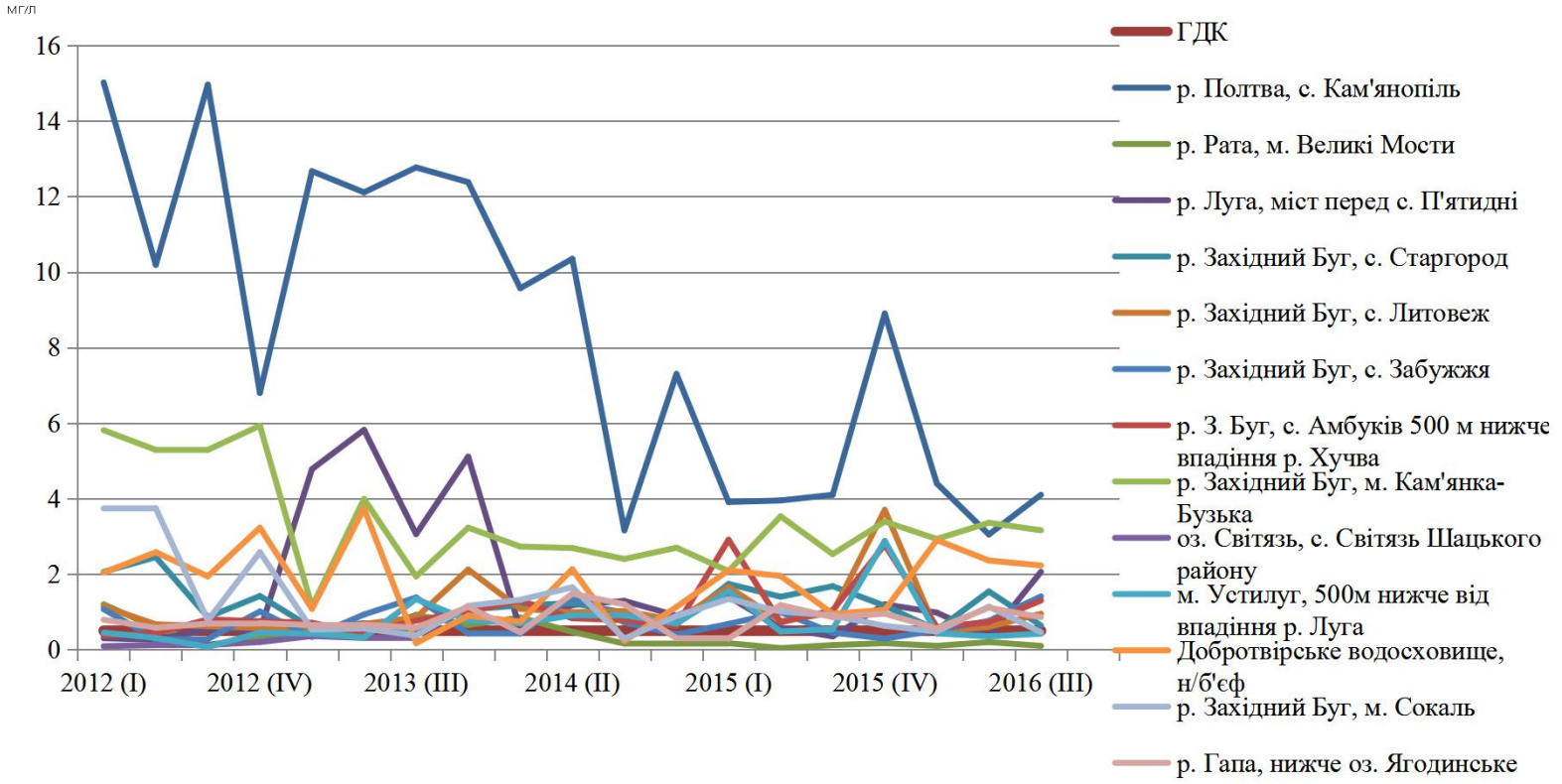
З графіку видно, що за 4 роки перевищень гранично допустимих концентрацій не спостерігалось. До того ж, на більшості створів басейну за останні 2 років концентрація нітратів зменшилась майже у 2 рази.

Динаміка зміни концентрації нітритів з 2012 по 2016 рік у створах басейну річки Західний Буг



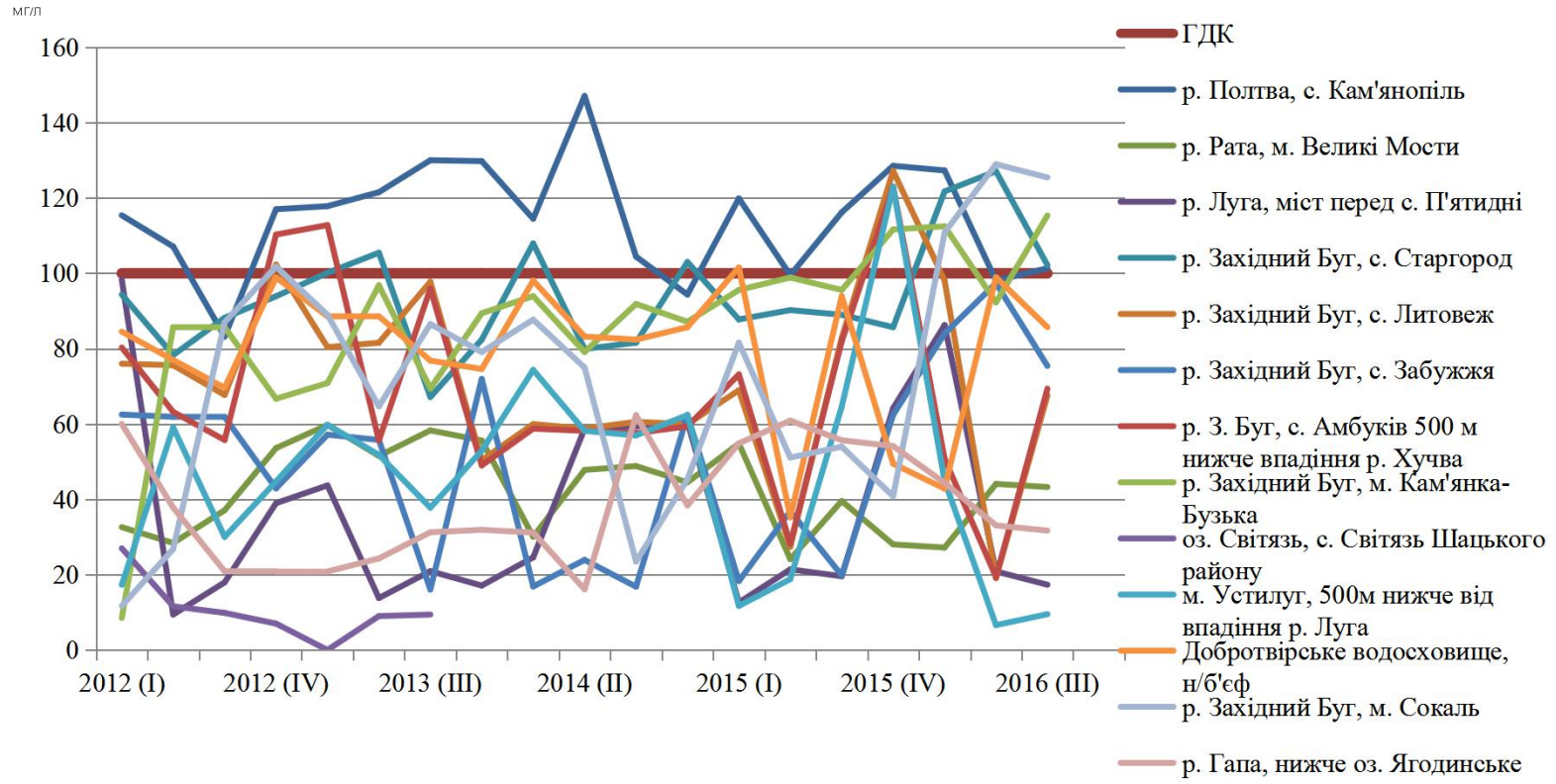
Перевищення ГДК не спостерігається у створі спостережень оз. Світязь, с. Світязь Шацького району, а у створі р. Гапа, нижче оз. Ягодинське перевищення спостерігалось лише у третьому кварталі 2014 року. Найбільше забруднення по показнику нітрити зафіксовані створами моніторингу р. Полтва, с. Кам'янопіль та Добротвірське водосховище.

Динаміка зміни концентрації амонію сольового з 2012 по 2016 рік у створах басейну річки Західний Буг



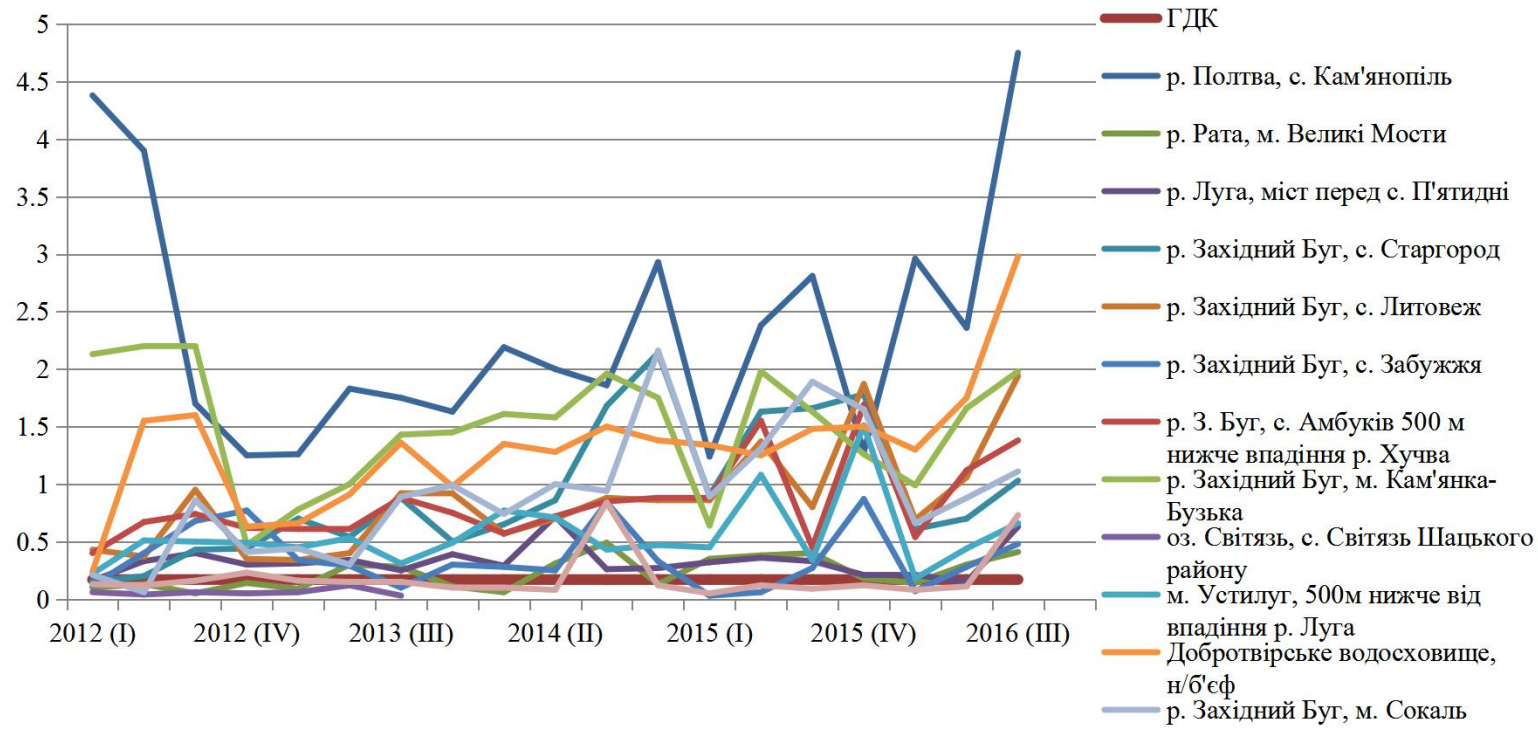
З даного графіка видно, що перевищення не спостерігається лише у створі спостереження оз. Світязь, с. Світязь Шацького району, а найбільш забрудненим є пункт р. Полтва, с. Кам'янопіль. Але протягом останнього року концентрація по усім створам значно зменшилась. Наприклад, на р. Полтва, с. Кам'янопіль у 2012 році концентрація перевищувала ГДК у 28 разів, а у 2016 лише у 8.

Динаміка зміни концентрації сульфатів з 2012 по 2016 рік у створах басейну річки Західний Буг



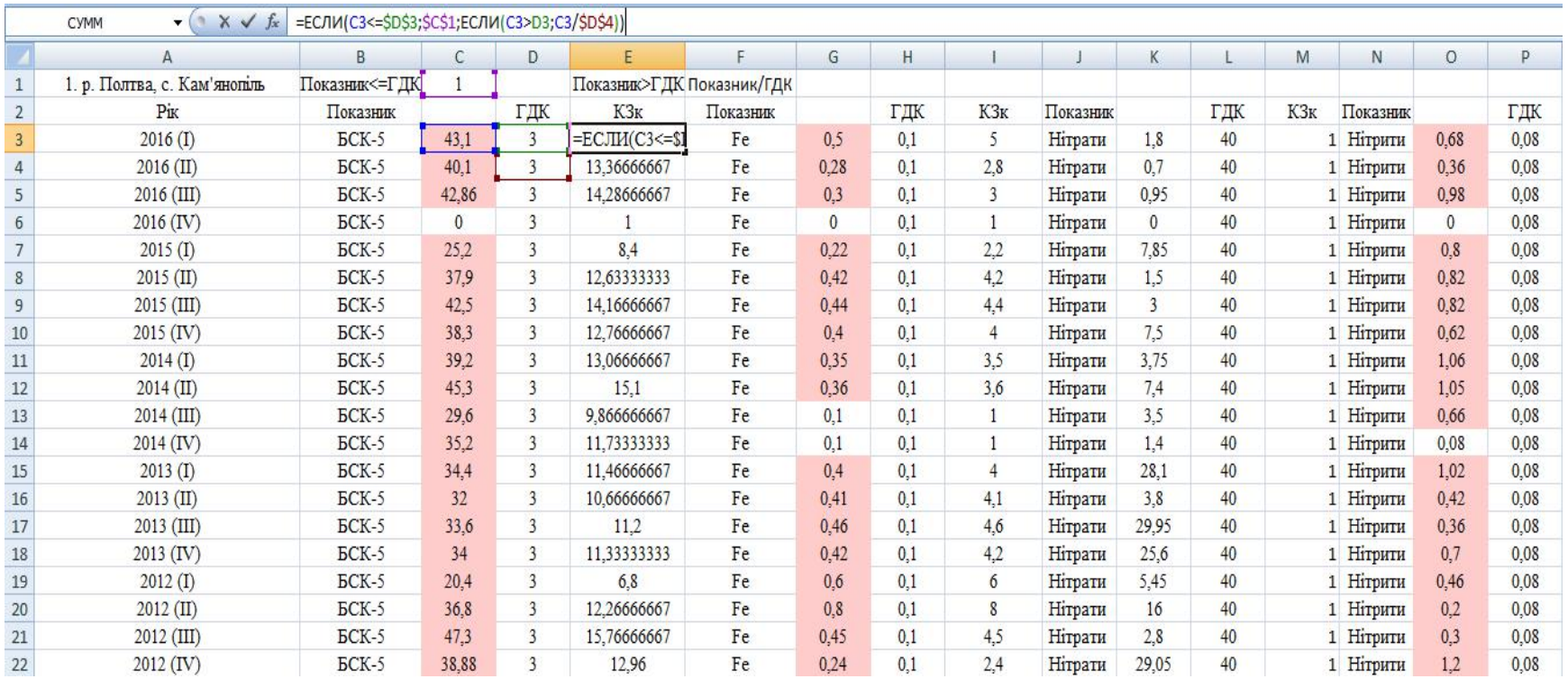
Більша частина значень задовольняє гранично допустиму концентрацію. Найбільше перевищень спостерігалось в кінці 2015 на початку 2016 року.

Динаміка зміни концентрації фосфат-іонів з 2012 по 2016 рік у створах басейну річки Західний Буг



З даного графіка видно, що перевищень майже не спостерігалось на створах р. Гапа, нижче оз. Ягодинське та оз. Світязь, с. Світязь Шацького району, а у створі р. Полтва, с. Кам'янопіль концентрація станом на третій квартал 2016 року перевищує гранично допустиму концентрацію у 28 разів.

Фрагмент порахованих коефіцієнтів забруднення по посту спостереження р. Полтва, с. Кам'янопіль. На даному пості за показником БСК–5 вода дуже брудна, за показником заліза у більшій мірі – вода помірно забруднена, за показником нітрити – брудна, але за показником нітрати не зафіксовано жодного перевищення ГДК, тому за даним показником вода чиста.

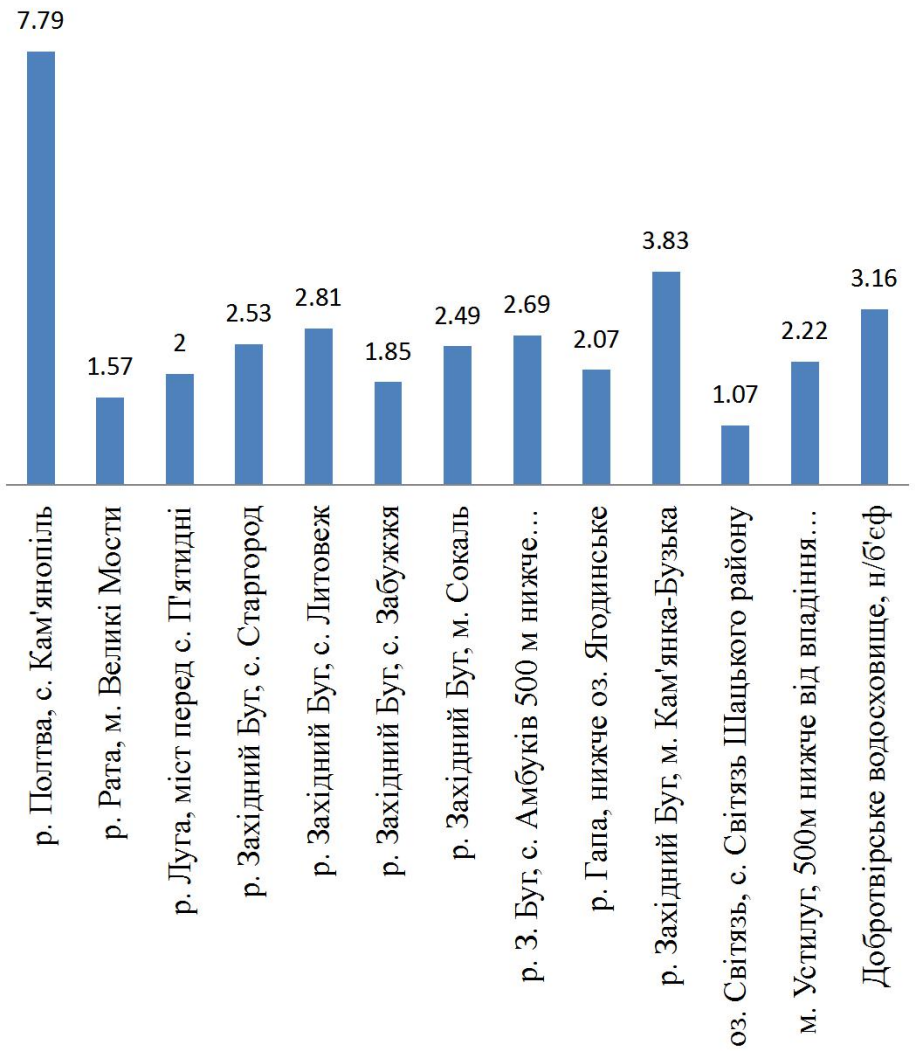


СУММ | =ЕСЛИ(C3<=$D$3;$C$1;ЕСЛИ(C3>D3;C3/$D$4))

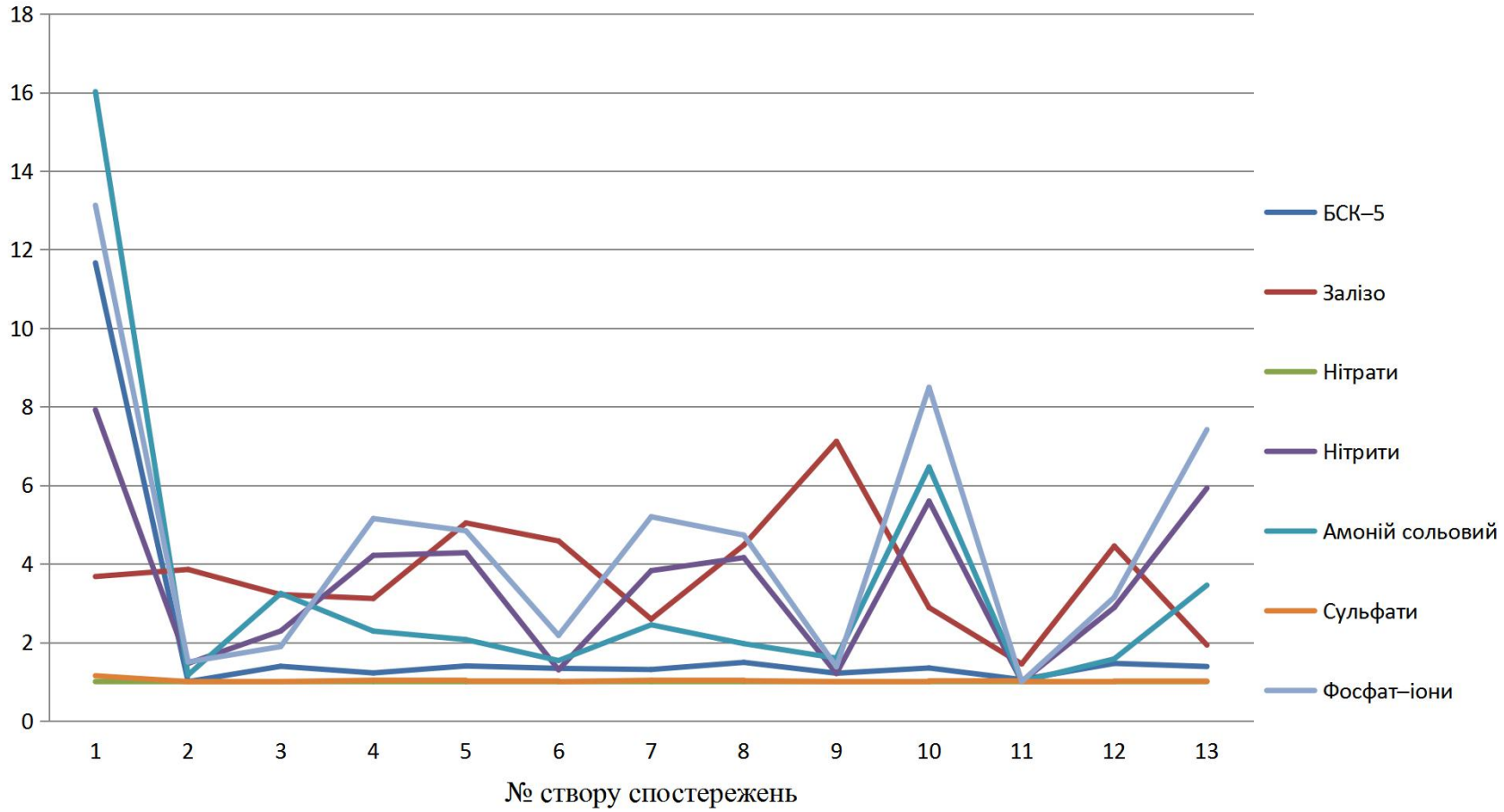
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	1. р. Полтва, с. Кам'янопіль	Показник<=ГДК	1		Показник>ГДК	Показник/ГДК										
2	Рік	Показник		ГДК	КЗк	Показник		ГДК	КЗк	Показник		ГДК	КЗк	Показник		ГДК
3	2016 (I)	БСК-5	43,1	3	=ЕСЛИ(C3<=$1	Fe	0,5	0,1	5	Нітрати	1,8	40	1	Нітрити	0,68	0,08
4	2016 (II)	БСК-5	40,1	3	13,36666667	Fe	0,28	0,1	2,8	Нітрати	0,7	40	1	Нітрити	0,36	0,08
5	2016 (III)	БСК-5	42,86	3	14,28666667	Fe	0,3	0,1	3	Нітрати	0,95	40	1	Нітрити	0,98	0,08
6	2016 (IV)	БСК-5	0	3	1	Fe	0	0,1	1	Нітрати	0	40	1	Нітрити	0	0,08
7	2015 (I)	БСК-5	25,2	3	8,4	Fe	0,22	0,1	2,2	Нітрати	7,85	40	1	Нітрити	0,8	0,08
8	2015 (II)	БСК-5	37,9	3	12,63333333	Fe	0,42	0,1	4,2	Нітрати	1,5	40	1	Нітрити	0,82	0,08
9	2015 (III)	БСК-5	42,5	3	14,16666667	Fe	0,44	0,1	4,4	Нітрати	3	40	1	Нітрити	0,82	0,08
10	2015 (IV)	БСК-5	38,3	3	12,76666667	Fe	0,4	0,1	4	Нітрати	7,5	40	1	Нітрити	0,62	0,08
11	2014 (I)	БСК-5	39,2	3	13,06666667	Fe	0,35	0,1	3,5	Нітрати	3,75	40	1	Нітрити	1,06	0,08
12	2014 (II)	БСК-5	45,3	3	15,1	Fe	0,36	0,1	3,6	Нітрати	7,4	40	1	Нітрити	1,05	0,08
13	2014 (III)	БСК-5	29,6	3	9,866666667	Fe	0,1	0,1	1	Нітрати	3,5	40	1	Нітрити	0,66	0,08
14	2014 (IV)	БСК-5	35,2	3	11,73333333	Fe	0,1	0,1	1	Нітрати	1,4	40	1	Нітрити	0,08	0,08
15	2013 (I)	БСК-5	34,4	3	11,46666667	Fe	0,4	0,1	4	Нітрати	28,1	40	1	Нітрити	1,02	0,08
16	2013 (II)	БСК-5	32	3	10,66666667	Fe	0,41	0,1	4,1	Нітрати	3,8	40	1	Нітрити	0,42	0,08
17	2013 (III)	БСК-5	33,6	3	11,2	Fe	0,46	0,1	4,6	Нітрати	29,95	40	1	Нітрити	0,36	0,08
18	2013 (IV)	БСК-5	34	3	11,33333333	Fe	0,42	0,1	4,2	Нітрати	25,6	40	1	Нітрити	0,7	0,08
19	2012 (I)	БСК-5	20,4	3	6,8	Fe	0,6	0,1	6	Нітрати	5,45	40	1	Нітрити	0,46	0,08
20	2012 (II)	БСК-5	36,8	3	12,26666667	Fe	0,8	0,1	8	Нітрати	16	40	1	Нітрити	0,2	0,08
21	2012 (III)	БСК-5	47,3	3	15,76666667	Fe	0,45	0,1	4,5	Нітрати	2,8	40	1	Нітрити	0,3	0,08
22	2012 (IV)	БСК-5	38,88	3	12,96	Fe	0,24	0,1	2,4	Нітрати	29,05	40	1	Нітрити	1,2	0,08

Узагальнені класи КЗ для створів спостережень басейну річки Західний Буг

№ створу	Створи спостережень якості вод	Коефіцієнт забруднення за 2012–2016 рр.
1	р. Полтва, с. Кам'янопіль	7.79
2	р. Рата, м. Великі Мости	1.57
3	р. Луга, міст перед с. П'ятидні	2.00
4	р. Західний Буг, с. Старгород	2.53
5	р. Західний Буг, с. Литовеж	2.81
6	р. Західний Буг, с. Забужжя	1.85
7	р. Західний Буг, м. Сокаль	2.49
8	р. З. Буг, с. Амбуків 500 м нижче впадіння р. Хучва	2.69
9	р. Гапа, нижче оз. Ягодинське	2.07
10	р. Західний Буг, м. Кам'янка-Бузька	3.83
11	оз. Світязь, с. Світязь Шацького району	1.07
12	м. Устилуг, 500м нижче від впадіння р. Луга	2.22
13	Добротвірське водосховище, н/б'єф	3.16

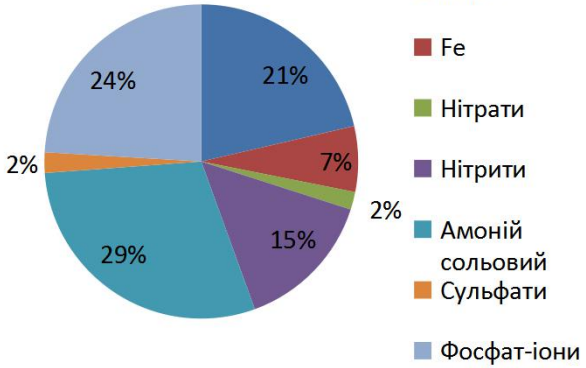


Комплексна діаграма узагальнених КЗ забруднюючих речовин у створах спостереження за якістю поверхневих вод басейну річки Західний Буг за 2012–2016 рр.

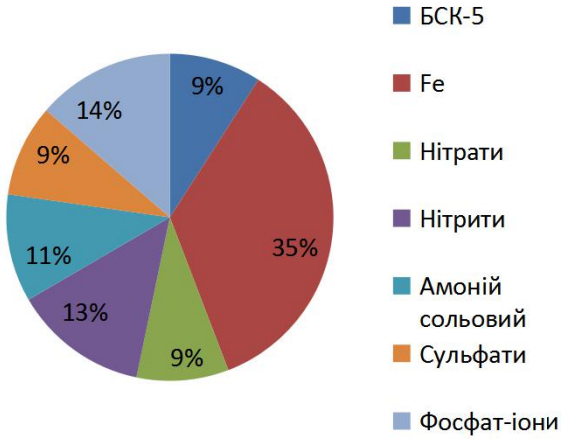


Тематична карта динаміки усереднених коефіцієнтів забруднення забруднюючими речовинами у створах річкового басейну Західного Бугу (масштаб 1: 2000000)

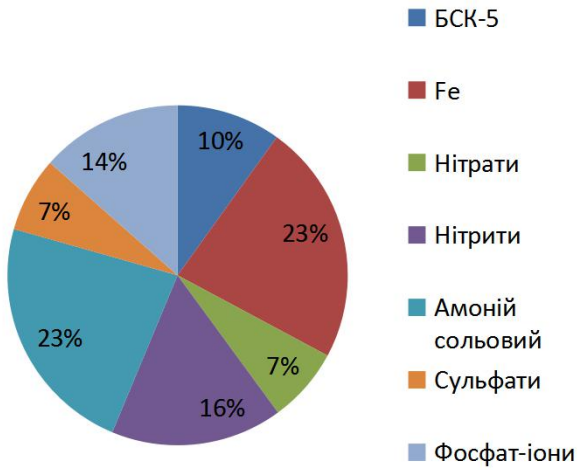
Діаграма складу забруднення вод річкового басейну річки Західний Буг



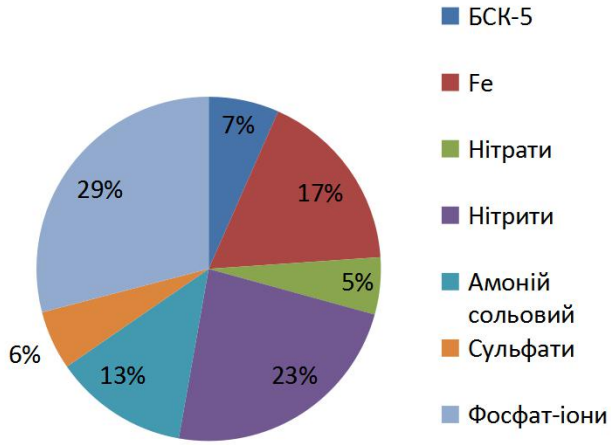
р. Полтва, с. Кам'янопіль



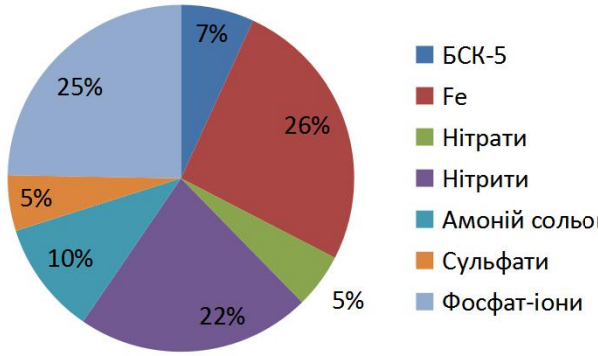
р. Рата, м. Великі Мости



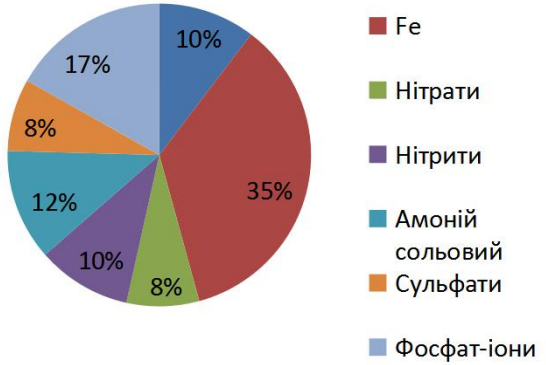
р. Луга, міст перед с. П'ятидні



р. Західний Буг, с. Старгород

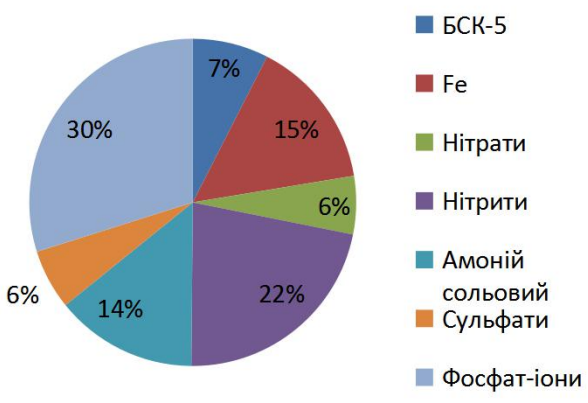


р. Західний Буг, с. Литовеж

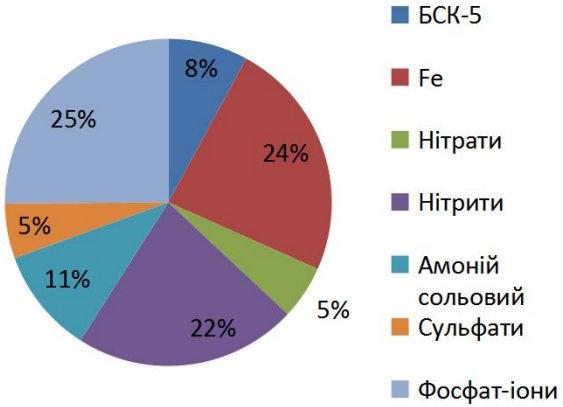


р. Західний Буг, с. Забужжя

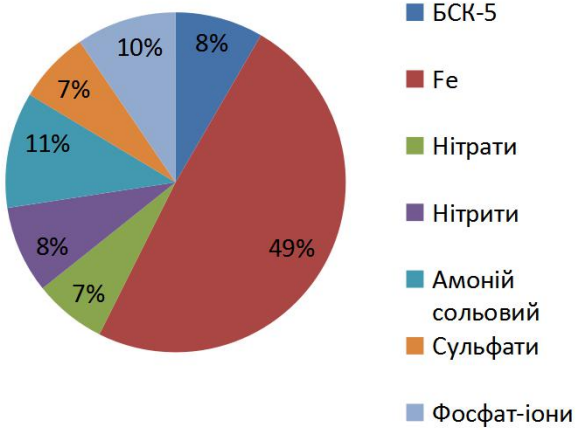
Діаграма складу забруднення вод річкового басейну річки Західний Буг



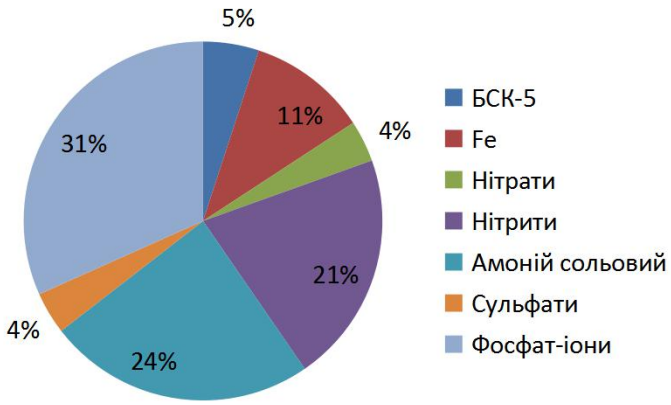
р. Західний Буг, м. Сокаль



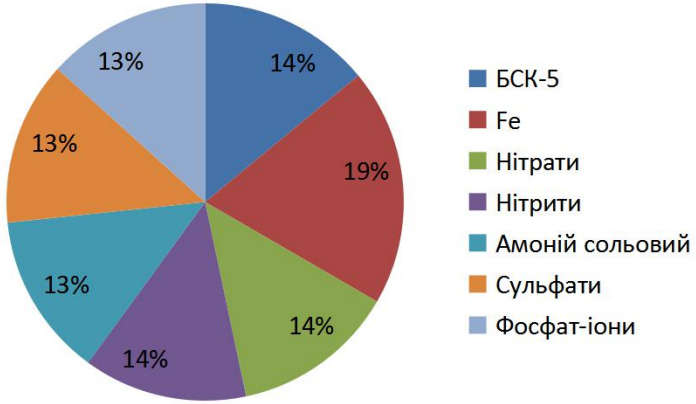
р. З. Буг, с. Амбуків 500 м нижче впадіння р. Хучва



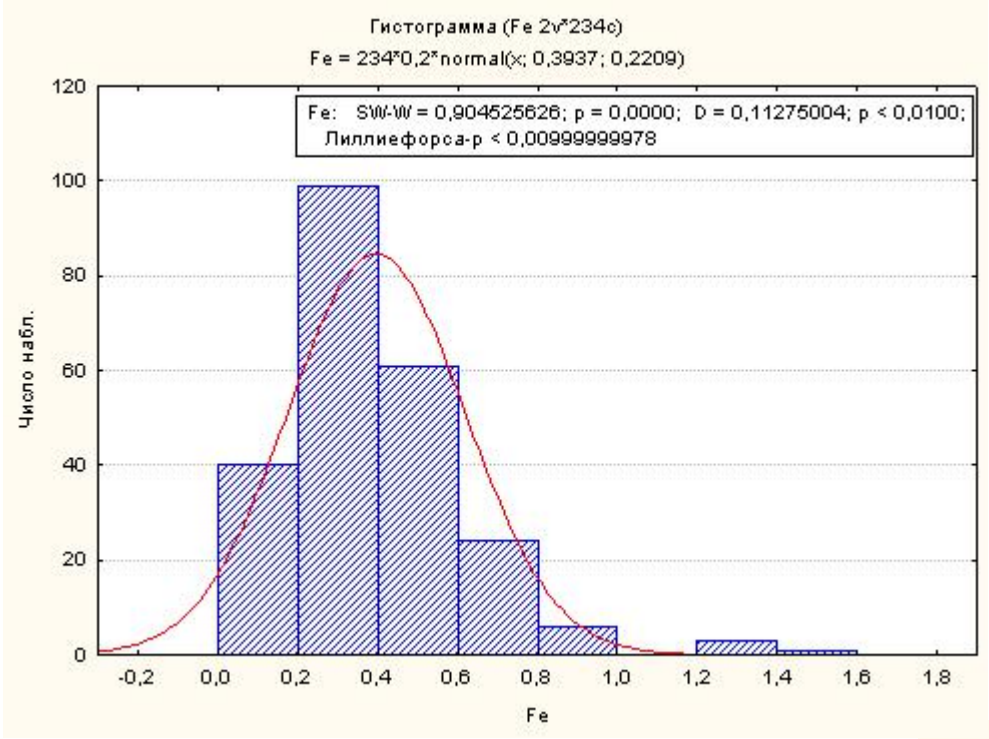
р. Гапа, нижче оз. Ягодинське



р. Західний Буг, м. Кам'янка-Бузька



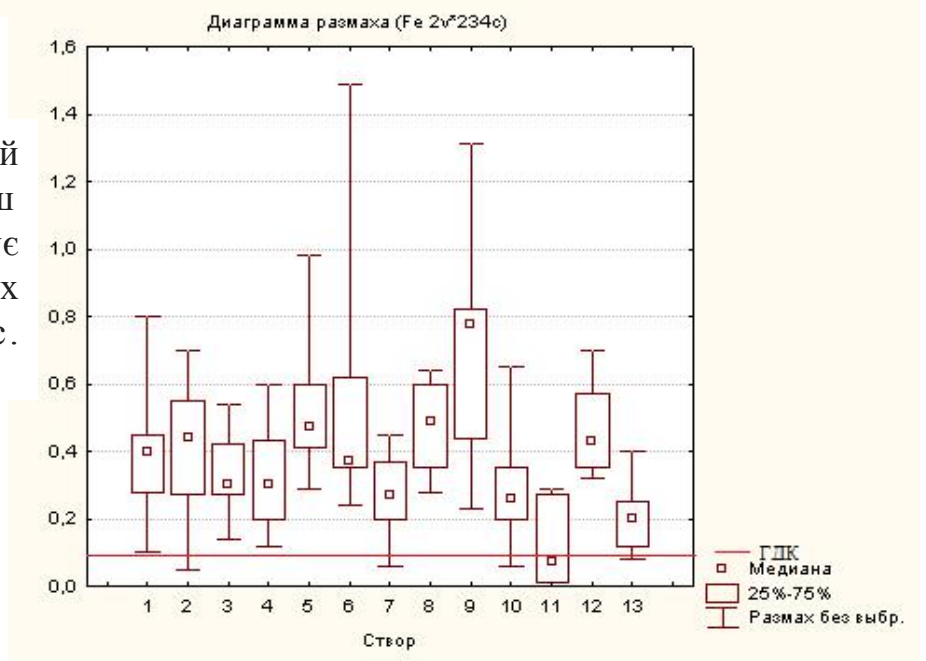
оз. Світязь, с. Світязь Шацького району



Для перевірки відповідності нормального закону розподілу застосовуємо критерії Шапіро-Уілкі та Лілліефорса. Ризик оцінюється по шкалі від 0 до 1.

З даної гістограми ми бачимо, що у даному випадку не спостерігається нормальний закон розподілу. Тому для подальшої обробки даних ми використовували значення медіани і інтерквартильного розмаху.

Ризик перевищення ГДК за показником залізо наявний на усіх створах спостережень, лише у створі № 11 більш ніж у половині випадків показник залізо не перевищує значення ГДК. Найбільший інтерквартильний розмах спостерігається на створі № 6 р. Західний Буг, с. Забужжя.



Природоохоронні рекомендації

Для покращення якості поверхневих вод басейну річки Західний Буг потрібно провести:
– реконструкція існуючих і будівництво нових очисних споруд;
– цілковите каналізування міст і селищ, припинення скиду неочищених стоків у річки;
– приведення в належний санітарний стан прибережних захисних смуг водойм і водозбірних територій;
– виконання на екологічно небезпечних об’єктах усіх запланованих заходів щодо охорони довкілля;
– виконання робіт з розчистки та берегоукріплення річок басейну;
– неухильне виконання водокористувачами чинного водоохоронного законодавства;
– імплементація законодавства про використання, охорону та відтворення водних ресурсів;
– забезпечення ефективного та стійкого водокористування;
– впровадження принципу покриття витрат на водні послуги та системи стимулювання раціонального використання водних ресурсів;
– контроль за забором прісних поверхневих та підземних вод і накопиченням прісних поверхневих вод, включаючи дозволи на спеціальне водокористування;
– заборона/обмеження прямих скидів забруднюючих речовин у поверхневі та підземні водні тіла, проведення регулярних контрольних перевірок щодо дотримання вимог чинного законодавства у водоохоронній сфері.

Також рекомендується проводити регулярні спостереження за якістю поверхневих вод хоча б раз на місяць. На даний час спостереження проводять тільки щоквартально.

Потрібно збільшити перелік речовин які вимірюються на посту спостережень. А також, впроваджувати станції автономного спостереження, які будуть аналізувати пробу безпосередньо у річці і передавати віддалено готові результати.

Висновки

В магістерській кваліфікаційній роботі було проведено аналіз якості поверхневих вод басейну річки Західний Буг на основі інтегрального індексу забруднення та статистичний аналіз з метою розробки рекомендацій щодо покращення якості поверхневих вод.

В першому розділі було виконано аналіз екологічних проблем річок України, розглянуто актуальні екологічні проблеми поверхневих вод району річкового басейну Західний Буг. Зменшення забруднення і охорона водних ресурсів передбачають актуальність роботи та доцільність створення засобу для аналізу даних.

В другому розділі було проведено техніко-економічного обґрунтування методики аналізу якості поверхневих вод басейну річки Західний Буг, в результаті чого було доведено що впровадження даної методики буде прибутковою справою аналізу даних для басейну річки Західний Буг.

У третьому розділі проведено оцінювання якості поверхневих вод району річкового басейну Західний Буг на основі інтегрального індексу забруднення. Води басейну Західного Бугу в більшій мірі слабко забруднені та помірно забруднені, але наявні і брудні води. Дуже брудних вод за рівнем забруднення не виявлено. Встановлено, що у кожному зі створів спостережень виявлені перевищення допустимих норм концентрацій забруднюючих речовин. Максимальне значення коефіцієнта забруднення (7,79) зафіксовано у пункті спостереження р. Полтва, с. Кам'янопіль; мінімальне значення КЗ (1,07) у створі оз. Світязь, с. Світязь, Шацького району.

У четвертому розділі проведено аналіз якості поверхневих вод району басейну річки Західний Буг з використанням програми Statistica. З проведеного аналізу можна зробити висновок, що забруднення у басейні річки Західний Буг різними речовинами у межах басейну поширене не рівномірно, при аналізі не спостерігається нормальний закон розподілу. Басейн річки сильно забруднений, з усіх досліджуваних показників перевищень ГДК не спостерігається лише за показником нітрати.

У п'ятому розділі розроблено рекомендації щодо покращення якості поверхневих вод району річкового басейну Західного Бугу, що в свою чергу сприятиме збереженню біорізноманіття, покращенню стану екосистем та умов життєдіяльності населення.

За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано тези та було взято участь у науково-технічній конференції інституту в секції "Системного аналізу та комп'ютерного моніторингу".