

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та охорони довкілля

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Оцінка стійкості ґрунтів Харківської області до впливу
сільськогосподарського виробництва

Виконав студент групи Е-19і

спеціальності 101 – Екологія
Дранга Микола Костянтинович

Керівник к.геогр.н. доц.
Ільїна Валентина Григорівна

Рецензент к.геогр.н., доц.
Боровська Галина Олександрівна

Одеса 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 101- "Екологія"

Освітньо-професійна програма Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

" 22 " квітня 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Дранзі Миколі Костянтинівичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Оцінка стійкості ґрунтів Харківської області до впливу сільськогосподарського виробництва

Керівник роботи Льїна Валентина Григоріївна, к.геогр.н., доцент

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

затверджені наказом ОДЕКУ від "18 " грудня 2020 р. № 254-«С»

2. Строк подання студентом роботи 11 червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Вміст фосфору, калію та гумусу у ґрунтах Харківської області та показники стану водних об'єктів за 2015 -2019 роки. Показники стану сільськогосподарських рослин, кількісні та якісні характеристики мінеральних та органічних добрив.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1) Загальна характеристика водних об'єктів Харківської області рослинами; 2) Основні фактори біогенного навантаження на водні об'єкти та його оцінка; 3) Аналіз сучасного стану ґрунтів Харківської області під впливом сільськогосподарського виробництва; 4) Оцінка ступеню стійкості ґрунтів сільськогосподарського призначення до біогенного навантаження Харківської області; 5) Рекомендації з раціонального використання природних ресурсів у межах Харківської області.

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

–Розподіл сільськогосподарських угідь у господарствах усіх категорій по районах Харківської області;

–Характеристика ґрунтів за вмістом гумус, фосфору та калію у Харківської області;

- Середньорічна концентрація БСК₅, сульфату, нітрату, нітриту, цинку та міді у контрольних створах водних об'єктів в (мг/дм³), Харківської області;
- Початкова кількість внесених біогенів за обома варіантами W_{исх}, т/рік, в Харківської області в 2016 році;
- Кількість біогенів винесена з врожаєм за обома варіантами W_{пл}, т/рік, в Харківської області в 2016 році;
- Виніс біогенів внаслідок порушень технологій за обома варіантами W_{пот}, т/рік, в Харківської області в 2016 році;
- Загальна величина виносу біогенів за обома варіантами W_{об}, т/рік, в Харківської області в 2016 році;
- Коефіцієнт витрат апот, %, за обома варіантами в Харківської області в 2016 році.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
	<i>Немає</i>		

7. Дата видачі завдання 22 квітня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Збір та аналіз теоретичної інформації про характеристики та особливості еколога – географічних характеристик водних об'єктів Харківської області</i>	22.04.21-30.04.21	90	5(відмінно)
2	<i>Оцінка екологічних наслідків використання агрохімікатів на водні об'єкти</i>	01.05.21 – 10.05.21	90	5(відмінно)
	<i>Рубіжна атестація</i>	11.05.21-15.05.21	90	5(відмінно)
3	<i>Аналіз сучасного стану внесення мінеральних та органічних добрив під сільськогосподарські угіддя</i>	16.05.21-21.05.21	90	5(відмінно)
4	<i>Вивчення та використання методики для оцінки балансу біогенних елементів</i>	22.05.21-31.05.21	90	5(відмінно)
5	<i>Узагальнення отриманих результатів. Оформлення електронної версії роботи. Перевірка на наявність плагіату. Складання протоколу та авторського договору</i>	01.06.21-06.06.21	90	5(відмінно)
6	<i>Підготовка паперової версії роботи і презентаційного матеріалу до процедури захисту. Рецензування роботи. Підготовка до захисту.</i>	07.06.21-11.06.21	90	5(відмінно)
	<i>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</i>		90,0	

(до десятих)

Студент

Керівник роботи

Дранга М. К.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Ільїна В.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дранга М.К. Оцінка стійкості ґрунтів Харківської області до впливу сільськогосподарського виробництва

Актуальність теми. Ґрунти Харківської області для отримання високих та стійких врожаїв сільськогосподарських культур потребують застосування сучасних методів агрохімічної обробки, яка передбачає внесення хімічних заходів захисту рослин, мінеральних та органічних добрив. Це призводить до біогенного навантаження на водні об'єкти. Виконано оцінку біогенного навантаження на екосистеми Харківської області під впливом сільськогосподарського виробництва.

Об'єкт дослідження – ґрунти Харківської області.

Предмет дослідження – оцінка стійкості ґрунтів.

Задачі дослідження:

Метою роботи є виконати оцінку стійкості ґрунтів Харківської області до впливу сільськогосподарського виробництва.

Об'єктом дослідження є ґрунти Харківської області.

Предметом дослідження є оцінка стійкості ґрунтів.

Результати дослідження. Визначені основні характеристики, які впливають на рівень стійкості ґрунтів до впливу сільськогосподарського виробництва. Встановлені основні характеристики ґрунтів, які впливають на рівень біогенного навантаження на водні об'єкти Харківської області. Визначені можливість використання ґрунтів для умов сільськогосподарського виробництва.

Структура та обсяг роботи. Складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел (18). Загальний обсяг роботи складає 56 сторінок. Робота містить 17 рисунків, 13 таблиць.

Ключові слова: біогени, добрива, сільськогосподарські рослини, баланс.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	10
2 ОСНОВНІ ФАКТОРИ БІОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ ТА ЙОГО ОЦІНКА.....	15
2.1 Закономірності та наслідки забруднення водних об'єктів біогенними елементами.....	15
2.2 Визначення загального виносу біогенних речовин з поверхні грунту.....	21
3 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ПІД ВПЛИВОМ СІЛЬСЬКО-ГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА.....	26
4 ОЦІНКА СТУПЕНЮ СТІЙКОСТІ ҐРУНТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДО БІОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ.....	37
5 РЕКОМЕНДАЦІЇ З РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЮ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ У МЕЖАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	44
ВИСНОВКИ.....	48
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	50
ДОДАТКИ.....	52

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

НПС – навколишнє природне середовище;

ВМ – важкі метали;

СПЗ – сумарний показник забруднення ґрунту;

ГДК – гранично-допустима концентрація;

БАЕ – біологічноактивний елемент;

ХЕ- модуль техногенного геохімічного тиску;

КУО – колонійутворююча одиниця;

$K_{\Phi}(N_{str}^L)$ – коефіцієнт забезпеченості рослин елементами мінерального живлення;

N_{abs}^{max} – максимальна швидкість поглинання азоту коренем;

$\bar{N}_{s.r.}, \bar{N}_{s.w.}$ – концентрація азоту відповідно на поверхні коріння і в ґрунтовому розчині;

K_{abs}^N – константа Міхаеліса-Ментен;

$K_{abs}^N(T_s)$ – функція впливу температури ґрунту на швидкість поглинання азоту коренем;

W_i^j – фактичні вологозапас ґрунту;

\hat{W}_i^j – розрахований вологозапас ґрунту.

N_{abs} – кількість поглиненого з ґрунту азоту;

N_{hydr} – кількість азоту, що утвориться при розпаді білка;

N_{sen} – витрати на відновлення білка;

ВСТУП

Ведення сільськогосподарського виробництва за умов недостатнього застосування добрив, хімічних меліорантів та засобів захисту рослин не тільки не сприяє його продуктивності, але й призводить до деградації основного засобу виробництва в сільському господарстві ґрунту. Зростання кислотності ґрунтів, зменшення вмісту в них органічної речовини та елементів живлення, погіршення агрономічне важливих фізичних властивостей - це результат деградаційних процесів. Наявність в рілних землях Черкаської області третини еродованих ґрунтів та площ, забруднених залишками пестицидів і радіонуклідами, більш інтенсивно поглиблює процеси деградації земель.

Мінеральні добрива - це екзогенні хімічні сполуки, які є джерелом надходження багатьох хімічних елементів і сполук у довкілля. Характер впливу мінеральних добрив на агро екосистеми насамперед зумовлений їхнім хімічним складом, що у свою чергу залежить від особливостей сировини та промислових технологій виробництва. У процесі їхньої оцінки слід урахувувати як адитивні дії окремих складових мінеральних добрив на ґрунтову систему, так і їхню сумарну дію.

Це в свою чергу призводить до накопичення у ґрунтах різних хімічних елементів та з'єднань, які в свою чергу дають не тільки позитивних але і негативний ефект. Тому, в рамках роботи було виконано аналіз еколого-агрохімічного стану ґрунтів сільськогосподарського призначення. З урахуванням вищенаведених показників тема роботи є достатньо актуальною на сучасному розвитку екологічної науки.

Біогенні елементи потрапляють у водні об'єкти в основному за рахунок стоку із сільськогосподарських угідь.

Водні ресурси Харківської області формуються за рахунок транзитної притоки поверхневих вод по р. Сіверський Донець, місцевого річкового стоку, що формується в межах області, стічних, шахтних і кар'єрних вод, а також експлуатаційних запасів підземних вод.

По території області протікає 867 річок, загальною протяжністю – 6 405 км, з них довжиною більше 10 км – 172 річки протяжністю – 4 666,6 км. Згідно класифікації річок України, одна відноситься до великих – Сіверський Донець довжиною – 1 053 км (в межах області – 375 км), шість – до середніх річок, до яких відносяться Оскіл, Уди, Лопань, Мерла, Оріль, Самара. Решта річок відноситься до категорії малих. Площі земель, зайняті водними об'єктами, складають 91,3 тис. га (2,9% території області), в тому числі під водосховищами і ставками 46,3 тис. га.

Джерелом водопостачання населення та галузей економіки є підземні та поверхневі води басейну річок Сіверського Дінця та Дніпра.

Забезпечення маловодних регіонів області (Лозівський, Первомайський, Харківський райони) та м. Харків здійснюється за рахунок перекидання води з Краснопавлівського водосховища по каналу Дніпро-Донбас. Об'єм забору з Краснопавлівського водосховища у 2016 році склав 52,14 млн. м³.

Ціль роботи – виконати оцінку стійкості ґрунтів Харківської області до впливу сільськогосподарського виробництва.

Об'єкт дослідження – ґрунти Харківської області.

Предмет дослідження – оцінка стійкості ґрунтів.

Задачі дослідження:

- визначити основні характеристики, які впливають на рівень стійкості ґрунтів до впливу сільськогосподарського виробництва;

- встановити основні характеристики ґрунтів, які впливають на рівень біогенного навантаження на водні об'єкти Харківської області;

- визначити можливість використання ґрунтів для умов сільськогосподарського виробництва.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Якість води ріки Сіверський Донець залежить від надходження у річки басейну забруднень, які визначаються природними особливостями ландшафтів, водозбору, характером господарського використання заплавл та інтенсивності господарської діяльності на площі всього водозбору. З території житлової та промислової забудови до річок потрапляють фіксовані стоки – скиди підприємств та міських очисних споруд і неконтрольовані поверхневі змиви. У стоках з сільськогосподарських угідь домінують органіка, біогенні речовини та пестициди.

Серед природних факторів на хімічний склад води значно впливає клімат, який зумовлює величину водного стоку.

Пов'язуючи вищевказане з водоймами басейну р. Сіверський Донець відмічаємо, що весняне водопілля 2016 року пов'язане з особливістю поточної зими, під час якої спостерігався нестійкий температурний режим з частими і короткочасними періодами похолодань і потеплінь, що вплинуло на снігонакопичення та запобігали активному і глибокому промерзанню ґрунту. Таким чином, весняне водопілля у 2016 році на річках басейну Сіверського Дінця не спостерігалось, що є нехарактерним для басейну Сіверського Дінця. Відсутність водопілля на річках регіону у 2016 році призвела до низької водності у весняний період. Середня водність у березні на ріках Сіверського Дінця та Осколу менша за норму. Максимальні витрати води та об'єми весняного водопілля більшості річок басейну Сіверського Дінця також виявились меншими за норму.

У 2016 році спостереження за якістю води р. Сіверський Донець проводились на 9 створах (7 створів III категорії і 2 створи IV категорії), а також на основних її притоках ріках Уди (4 створи III категорії), Лопань (2 створи III категорії), Харків (1 створ III категорії), Оскіл (2 створи III категорії),

Вовча (1 створ IV категорії) та двох водосховищах – Печенізькому (с.мт Печеніги) та Червонооскільському (с. Червоний Оскіл та с. Сінькове). Всі створи розташовані на території Харківської області.

Вхідний створ на р. Сіверський Донець – с. Огірцеве (на кордоні з Белгородською областю Росії). На якість води в цьому створі впливає промисловість Белгородської області. Якість води створу декілька покращилась по середньорічному вмісту фенолів, марганцю. Спостерігалось незначне збільшення середньорічних концентрацій по азоту амонійному, азоту нітритному, хрому шестивалентному, нафтопродуктах, цинку, міді. α , γ – ГХЦГ – відсутній. [1].

Мінералізація коливалась від 571 мг/дм^3 до 733 мг/дм^3 , середньорічна концентрація склала 632 мг/дм^3 (631 мг/дм^3 – 2015р.). Кисневий режим був задовільний. Такі показники, як АСПАР, сульфати, хлориди, азот нітратний були в межах ГДК.

Таблиця 1.1 -Середньорічні і максимальні концентрації створі на р.Сіверський Донець – вище міста Чугуїв (1 км вище міста)

Показник	Вище міста		
	Середньорічні		Максимальні
	2016р.	2015р.	2016р.
Кисень, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$	9,94	10,6	6,08(ГДК-6,0)
Азот амонійний, мг/дм^3	0,20	0,33	0,57(1,5 ГДК)
Азот нітритний, мг/дм^3	0,028	0,031	0,059 (3 ГДК)
Хром ⁶⁺ , мг/ дм^3	0,003	0,002	0,006 (ГДК)
Феноли, мг/ дм^3	0,001	0	0,002 (2 ГДК)
Нафтопродукти, мг/ дм^3	0,03	0,02	0,05 (1 ГДК)
α – ГХЦГ, мкг/ дм^3	0	0,001	0,001(0,1 ГДК)
γ – ГХЦГ, мкг/ дм^3	0	0,001	0

Р. Сіверський Донець – в районі міста Чугуїв спостереження ведуться в двох створах: вище і нижче міста.

Якість води в створі (1 км вище міста Чугуїв) залишилась на рівні 2015 року, хоча спостерігалось коливання по всіх показниках, як в сторону збільшення, так і в сторону зменшення. Зменшилась середньорічна концентрація азоту амонійного, азоту нітритного, α, γ –ГХЦГ. Збільшився вміст хрому шестивалентного, фенолів. нафтопродуктів.

У таблиці 1.1 наведено середньорічні і максимальні концентрації створі на р. Сіверський Донець – вище міста Чугуїв (1 км вище міста)[2].

Таблиця 1.2 -Середньорічні і максимальні концентрації створі нижче міста Чугуїв (5 км нижче впадіння р. Уди в Сіверський Донець).

Показник	Нижче міста		
	Середньорічні		Максимальні
	2016р.	2015р.	2016р.
Кисень, $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$	8,67	8,27	3,94 (ГДК-6,0)
Азот амонійний, $\text{мг}/\text{дм}^3$	0,70	1,29	1,45(3,7 ГДК)
Азот нітритний, $\text{мг}/\text{дм}^3$	0,183	0,160	0,331(16,6 ГДК)
Хром ⁶⁺ , $\text{мг}/\text{дм}^3$	0,003	0,003	0,005 (5 ГДК)
Феноли, $\text{мг}/\text{дм}^3$	0,002	0,002	0,004 (4 ГДК)
Нафтопродукти, $\text{мг}/\text{дм}^3$	0,05	0,03	0,06(1,2 ГДК)
α – ГХЦГ, $\text{мкг}/\text{дм}^3$	0	0	0,001(0,1 ГДК)
γ – ГХЦГ, $\text{мкг}/\text{дм}^3$	0	0	0

Кисневий режим в створі в/м задовільний, в створі н/м в липні концентрація кисню опускалася до $3,94 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$. Мінералізація в створі вище міста коливалась від $621 \text{ мг}/\text{дм}^3$ до $805 \text{ мг}/\text{дм}^3$, середньорічна концентрація склала $715 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ($692 \text{ мг}/\text{дм}^3$ – 2015р.), в створі нижче міста від $683 \text{ мг}/\text{дм}^3$ до

мг/дм³ , середньорічна концентрація склала 800 мг/дм³ (830 мг/дм³ – 2015р.). Інші показники були в межах ГДК[3].

Таблиця 1.3 - Середньорічні і максимальні концентрації в створі вище міста Зміїв (1,5 км вище міста).

Показник	Вище міста		
	Середньорічні		Максимальні
	2016р.	2015р.	2016р.
Кисень, мгО ₂ /дм ³	8,14	9,10	4,59 (ГДК-6,0)
Азот амонійний, мг/дм ³	0,54	0,81	0,96 (2,5 ГДК)
Азот нітритний, мг/дм ³	0,107	0,111	0,269 (13,4ГДК)
Хром ⁶⁺ , мг/дм ³	0,006	0,003	0,028 (28 ГДК)
Феноли, мг/дм ³	0,002	0,003	0,004 (4 ГДК)
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,05	0,03	0,06 (1,2 ГДК)

Якість води в створі Зміїв (6 км нижче міста) залишилась на рівні 2015 року з незначними коливаннями, як в бік зменшення, так і в бік збільшення. Зменшились середньорічні концентрації азоту амонійного; збільшилися концентрації азоту нітритного, хрому шестивалентного, нафтопродуктів. Середньорічний вміст фенолів залишився на рівні 2015 року.

Якість води в створі Зміїв (1,5 км вище міста) декілька покращилась по азоту амонійному, азоту нітритному, фенолах. Збільшилися середньорічні концентрації по хрому шестивалентному, нафтопродуктах. [4].

Таблиця 1.4 - Середньорічні і максимальні концентрації в створі на р.Харків (0,2 км вище гирла)

Показник	Середньорічні		Максимальні
	2016р.	2015р.	2016р.
Кисень $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$	9,74	10,4	5,71 (ГДК- 6,00)
Азот амонійний, $\text{мг}/\text{дм}^3$	0,54	0,74	1,36 (3,5 ГДК)
Азот нітритний, $\text{мг}/\text{дм}^3$	0,041	0,059	0,061 (3,1 ГДК)
Хром ⁶⁺ , $\text{мг}/\text{дм}^3$	0,003	0,002	0,010 (10 ГДК)
Феноли, $\text{мг}/\text{дм}^3$	0,001	0,001	0,002 (2 ГДК)
Нафтопродукти, $\text{мг}/\text{дм}^3$	0,05	0,03	0,05 (1 ГДК)
Цинк, $\text{мг}/\text{дм}^3$	0,018	0,012	0,023 (2,3 ГДК)
Мідь, $\text{мг}/\text{дм}^3$	0,002	0,003	0,005 (5 ГДК)
Марганець, $\text{мг}/\text{дм}^3$	0,041	0,029	0,064 (6,4ГДК)

Ріка Харків – ліва притока ріки Лопань. Спостереження ведуться в створі 0,2 км вище гирла. Організованих скидів в ріку немає. Якість води залишилась на рівні 2015 року. Знизились середньорічні концентрації по азоту амонійному, азоту нітритному, міді. На рівні 2015 року вміст фенолу. Декілька збільшився середньорічний вміст хрому шестивалентного, нафтопродуктів, цинку, марганцю[5].

2 ОСНОВНІ ФАКТОРИ БІОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ ТА ЙОГО ОЦІНКА

2.1 Закономірності та наслідки забруднення водних об'єктів біогенними елементами

Основним наслідком забруднення водних об'єктів біогенними елементами є процес евтрофування, або цвітіння.

Евтрофікація – це природній процес „старіння” водоймищ, який проявляється в підвищеній продукції органічної речовини. Однак господарська діяльність людини значно прискорює процес евтрофування: за декілька десятиліть антропогенний фактор призвів до змін, які в природному ритмі відбулися б у водоймищах за декілька тисяч років. Цьому сприяло будівництво каскадів ГЕС водосховищ, рекреаційні заходи, скиди промислових, комунально-побутових і тваринницьких стічних вод (рисунок 2.1).

Біогени беруть участь в різних геохімічних і біологічних циклах, потрапляють в водні об'єкти, причому найбільш значущі для біологічної наземної продуктивності (фосфор, азот, калій) стають в них лімітуючими, тобто набувають граничних здібностей. [6].

Зміна стану вод зумовлена не лише зовнішнім потраплянням в них біогенних елементів, але й внутрішніми процесами, викликаними зміною екологічної рівноваги в водоймищі. Порушення рівноваги веде до дисбалансу між рівнями первинної і вторинної біологічної продуктивності. Виникає накопичення гідробіонтів, в результаті якого в водоймищі в десятки і сотні разів більше накопичується органічних речовин, ніж потрапляє внаслідок господарської діяльності. Таким чином, антропогенне потрапляння біогенів – це етап в розвитку евтрофування водоймищ, до якого в подальшому підключаються внутрішні біологічні процеси, які ведуть до інтенсивного накопичення органічних речовин у водоймищі, тобто до само забруднення.

Явною ознакою евтрофування, як процесу порушення екологічної рівноваги потрібно враховувати зміну відношень між двома формами водних рослин: бентосною і фітопланктонною [7].

Озера, які піддаються евтрофуванню, іноді називають мертвими, але з біологічної точки зору це не правильно, оскільки загальна біопродуктивність фітопланктону може значно перевищувати аналогічний показник бентосної рослинності.

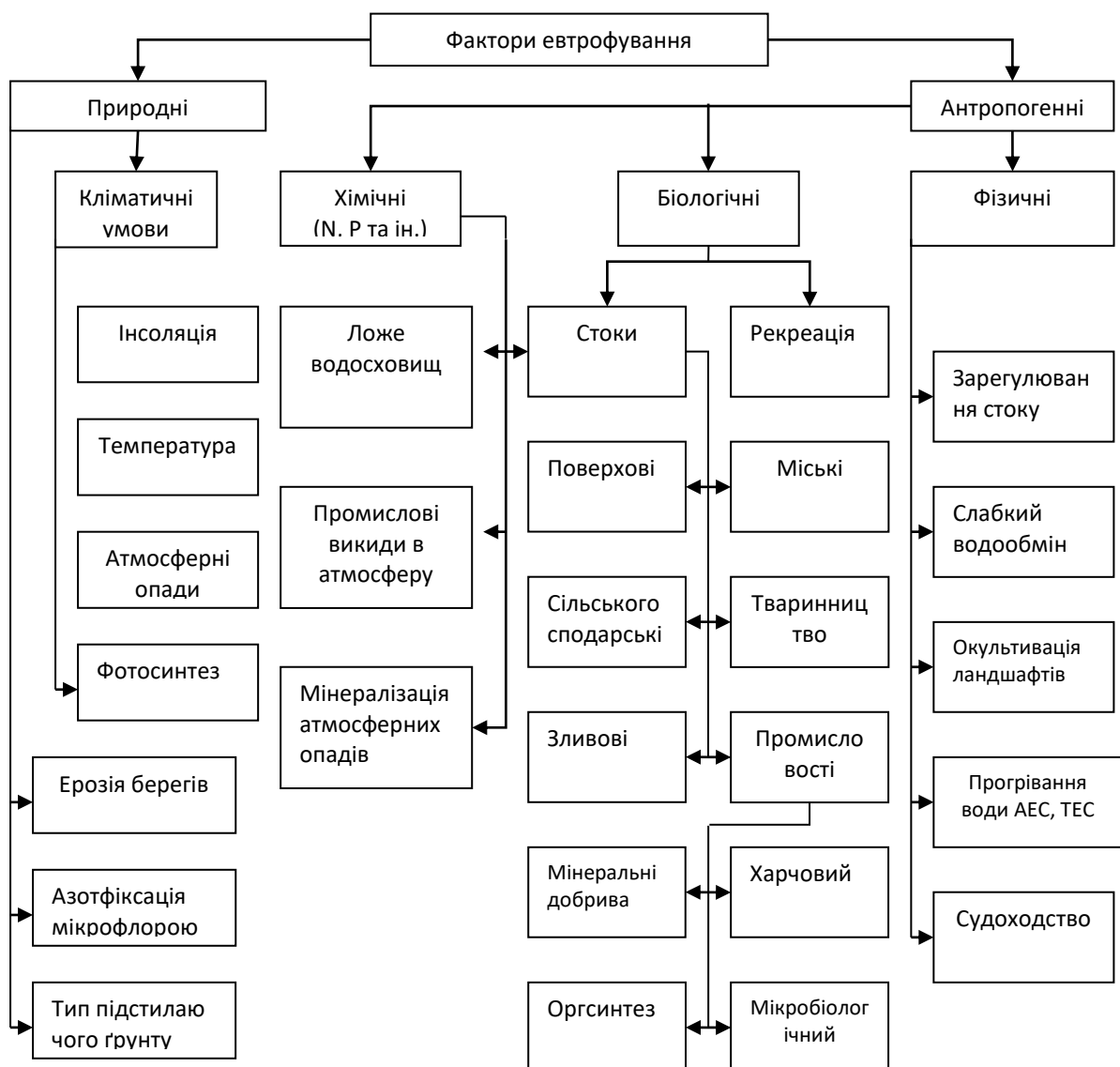


Рис. 2.1 – Фактори евтрофування водоймищ

Найбільш розповсюдженим проявленням евтрофування водоймищ являється цвітіння води. Воно притаманне всім гіпертрофним водоймищам і зумовлено розвитком синьо-зелених водоростей. [8].

Токсична дія вод водоймища, зазнало впливу евтрофування може бути зумовлена накопиченням нітратів і нітритів. В період активної життєдіяльності і після відмирання водорості поповнюють водоймище значною кількістю азотоутримуючих речовин, в тому числі і біологічно активних амінів, які, взаємодіючи з нітратами і нітритами, можуть утворювати висококанцерогенні нітрузоаміни. Ведучу роль в процесі утворення нітрузоамінів відіграють бактерії і їх ферменти.

Внаслідок високої динамічності процесів ускладнюється процес встановлення статусу водного об'єкта. Одним із простих способів оцінки цього показника являється відповідність фактичної концентрації біогенних речовин гранично допустимим. [9].

Одним із факторів ризику при використанні водоймищ, які зазнали евтрофування є зміна природних умов життя збудників деяких захворювань, а також створення сприятливих умов для розвитку деяких форм збудників паразитарних захворювань. При евтрофуванні прісноводних і морських водоймищ значення даного фактора зростає, оскільки при цьому змінюються мікробні ценози і генетичні здібності збудників інфекційних захворювань людей.

В цілому всі водні басейни, особливо басейни великих рік – це території високого антропогенного навантаження.

Вплив сільського господарства як джерела потрапляння біогенних речовин в водні ресурси зростає в зв'язку з збільшенням розораності територій, розвитком процесів хімізації. Ці фактори викликають зміну величин і направленість потоків біогенних елементів в агроландшафті. [10].

Основними джерелами біогенного навантаження в границях аграрних територій являються сільськогосподарські угіддя, склади мінеральних добрив,

сільські населені пункти, а також рослинний покрив і атмосферні опади (рисунок 2.2). Ці джерела підрозділяються на розсіяні і точечні.

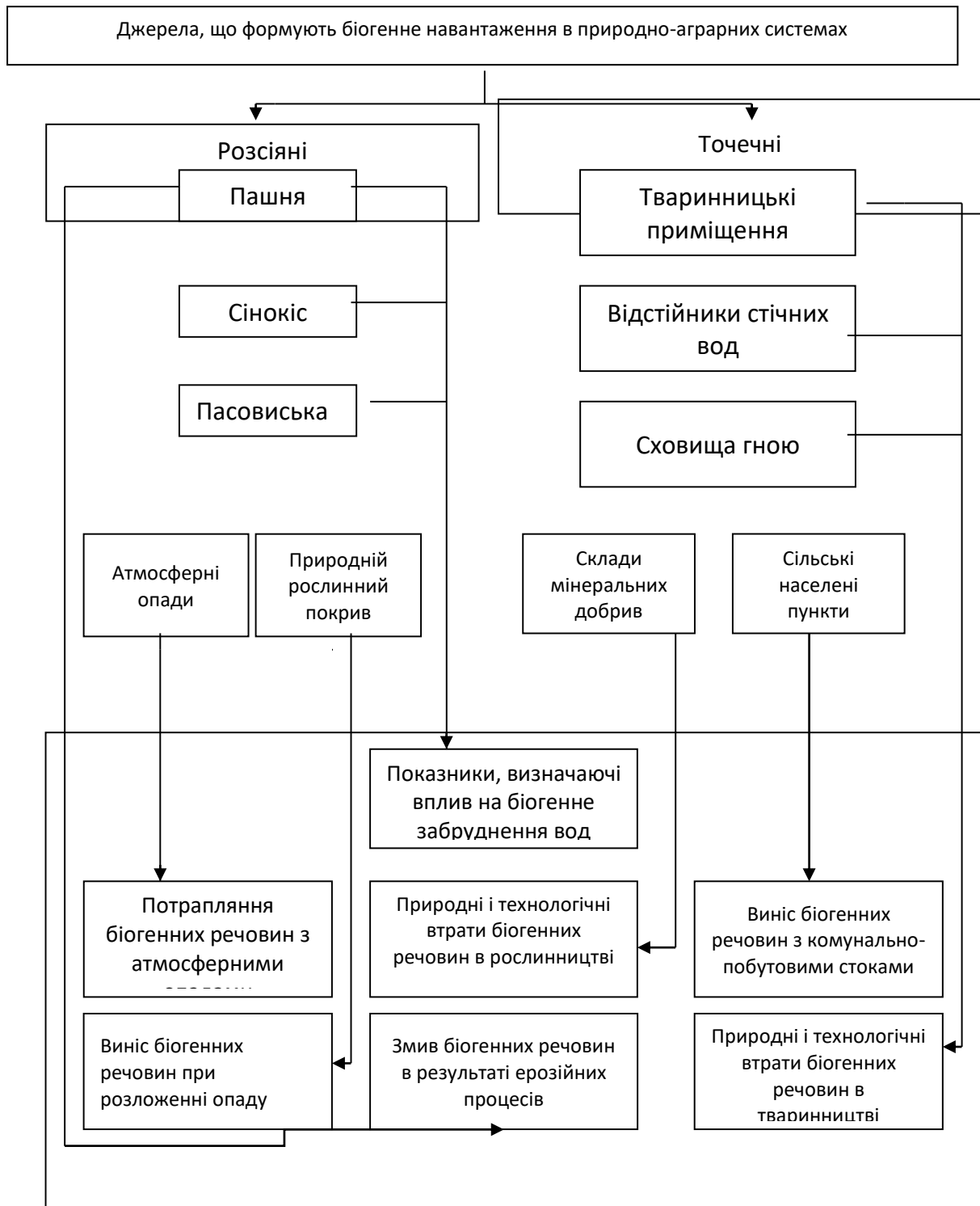


Рисунок 2.2 – Основні джерела формування біогенного навантаження (Хрисанов, Осіпов)

Наряду з антропогенними джерелами біогенного навантаження велику роль відіграють такі фактори, як атмосферні опади природній рослинний покрив.

Вплив розсіяних і точених джерел біогенного навантаження агроecosystem на забруднення вод характеризується наступними показниками: втрати біогенних речовин в рослинництві і тваринництві, їх змив в результаті ерозійних процесів, виніс живильних речовин з комунально-побутовими стоками сільських населених пунктів, а також їх потрапляння в природне середовище з атмосферними опадами.

Додатковий транспорт біогенів може бути пов'язаний з агротехнічними прийомами. Осіння підготовка ґрунту під ярові і пропашні культури сприяє зменшенню поверхового схилового стоку і в кінці призводить до скорочення виносу біогенних речовин. Однак разом з тим зяблева оранка порушує протиерозійну утриманість ґрунтового покриву і сприяє збільшенню виносу біогенів з продуктами ерозії [11].

При довгостроковому застосуванні великих доз добрив винос біогенних речовин з поверховим стоком зростає внаслідок їх накопичення в орному шарі ґрунту.

Наряду з рослинництвом важливим джерелом біогенного забруднення вод являється тваринництвом. Степінь його впливу на водні об'єкти в кожному конкретному регіоні характеризується загальною кількістю скота, особливостями розміщення тваринницьких ферм, а також технологією тримання тварин. [12].

На всіх стадіях виробництва рослинницької і тваринницької продукції трапляються втрати біогенних речовин, зумовлені різними порушеннями використаної технології, що суттєво збільшує винос біогенів в водостоки. В рядку факторів, сприяючих збільшенню втрат біогенів, потрібно відмітити наступне:

- відсутність або недостатня ємність навозосховищ при фермах і комплексах, що призводить до необхідності частого вивозу на поля, однак із-за нестачі транспорту це, як правило, не здійснюється;
- розміщення ферм і комплексів в безпосередній близькості від урізу води, що призводить до прямого виносу біогенних речовин в водостоки;
- вивіз гною на поля в зимній період, що в умовах сніготанення сприяє інтенсивному змиву біогенних речовин талими водами;
- несвоєчасна оранка вивезених на поля добрив, що викликає міграцію біогенних речовин по водозбору і їх змив поверхневим стоком в найближчі водоймища;
- відсутність підготовлених складів для мінеральних добрив, що викликає їх втрати під час зберігання.

Крім вищеперерахованих факторів на рівень технологічних втрат впливають і фізико-географічні умови місцевості, причому їх значення для різних природних зон, районів і господарств коливається в широких інтервалах.

Наряду з антропогенними джерелами біогенного навантаження велику роль відіграють такі фактори, як атмосферні опади природній рослинний покрив.

Вплив природної рослинності на біогенне забруднення вод залежить від вмісту азоту і фосфору в лісному опаді, яке визначається типом рослинного покриву. Основна частина біогенних речовин після розпадання опадів потрапляє в ґрунт і поглинається рослинністю, а залишена переноситься поверхневим стоком по водозбору і потрапляє в водоймище.

Потрапляння азоту і фосфору в водні об'єкти із атмосферних опадів визначається в першу чергу ступінню їх насиченості цими речовинами, яка залежить від таких факторів, як іонізація атмосфери, випаровування вод, дефляція ґрунтового покриву, вулканічна діяльність, лісні пожеги, а також антропогенне забруднення [13].

2.2 Визначення загального виносу біогенних речовин з поверхні ґрунту

Відомо, що розрахунок виносу біогенних речовин із складу агрохімікатів, що вносяться у ґрунти, є виключно важливою задачею, оскільки ці речовини виносяться поверхневим і підземним стоками у водойми та водотоки й самим активним способом змінюють їх екологічний стан.

Існує декілька підходів щодо оцінки кількості біогенних речовин, що виносяться.

Перший підхід засновано на рішенні системи диференціальних рівнянь, який описує процеси водоутворення і поверхневого стоку; процеси вертикальної інфільтрації та внутрішньогрунтового стоку, процеси змиву, транспортування і відкладення твердих часток; процеси розводження й трансформації домішки у потоці. Зазначений підхід вимагає детальнішого завдання вихідної інформації у просторі і часі. Цей спосіб дозволяє розраховувати винос біогенних речовин з високим ступенем точності, хоча і являє собою вельми складну задачу, виходячи із відсутності детальних даних, складності й дорожнечі розрахунку. Тому сьогодні зазначений підхід використовується у наукових і дуже відповідальних господарських проектах.

Крім вказаного, існує і другий - концептуальний підхід, який з меншою точністю, але з більшою практичною доцільністю використовується сьогодні у інженерній практиці. У основу одного із концептуальних методів, які використовуються нами у цій методичній вказівці, покладені рекомендації по оцінці виносу біогенних речовин поверхневим стоком, розроблені ВАСГНІЛ та відділом землеробства й хімізації сільського господарства, ВНДІ землеробства і захисту ґрунтів від ерозії [14].

Винос біогенних речовин (до яких належать сполучення азоту, фосфору, калію та ін.) з поверхні водозбору здійснюється з рідким та твердим стоками. Тому розглядається окремо винос біогенних речовин рідким і твердим стоком, а потім визначається сумарний винос цих речовин з поверхні водозбору за будь-який проміжок часу.

Загальна кількість біогенних речовин, які виносяться з рідким стоком, обчислюється за формулою:

$$P_g = 10^{-3} \cdot C \cdot W \cdot F, \quad (2.1)$$

де P_g - винос біогенних речовин з рідким стоком (кг);

C - концентрація біогенних речовин у снігові або стоці (мг/дм³);

W - об'єм стоку (м³/га);

F - площа, для якої здійснюється розрахунок виносу біогенних речовин (га).

Зазначимо, що як значення об'єму стоку W у формулі (4.4) можуть використовуватись імовірнісні характеристики.

Концентрація біогенних речовин у снігові або стоці визначається за формулою:

$$C = (a \cdot D_n + b \cdot D_y) \cdot K_a, \quad (2.2)$$

де C - концентрація (мг/дм³), яка обчислюється окремо для кожної біогенної речовини;

a - параметр розчинності біогенного елементу у стоці, (кг/л), показує змінення концентрації біогенного елементу у стоці, (мг/дм³), при змінненні вмісту його у 1 кг ґрунту на 1 мг. Зокрема, для азоту $a=0.144$; фосфору $a=0.002$;

D_n - вміст рухливих форм живильних речовин у орному шарі, мг на 1 кг ґрунту. Ці значення для різних сполучень наведені у таблиці 2.1;

b - параметр переходу добрив у стік (мг/га), показує змінення концентрації біогенного елементу у стоці (мг/дм³) при внесенні на 1 га 1 кг біогенних речовин в складі органічних та мінеральних добрив (таблиця 2.2).

D_y - частка мінеральних та органічних добрив (кг/га);

K_a - коефіцієнт, що характеризує вплив агротехнічного фону на концентрацію біогенних речовин у стоці. Визначається для окремих сполучень за таблицею 2.1.

Таблиця 2.1 Вміст рухомих форм N, P₂O₅ і K₂O у орному шарі ґрунту (Д_п), мг/кг

	Тип ґрунту	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	Сірі лісові ґрунти	20	71	80
2.	Чорноземи опідзолені	29	96	110
3.	Чорноземи вилужені	36	104	120
4.	Чорноземи типові	45	128	170
5.	Чорноземи південні	25	67	176

Таблиця 2.2 Параметр переходу добрив у стік (b) (мг/га)/(л/кг)

	Спосіб внесення добрив	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	Восени під оранку	0.010	0.0013	0.003
2.	Восени поверхово	0.085	0.031	0.016
3.	Восени поверхово по мерзлому ґрунту	0.216	0.051	0.134
4.	Весною по снігові, який тане	0.866	0.594	0.784

Розрахунки вмісту біогенних речовин у рідкому стоці виконуються з використанням формул .

Винос біогенних речовин з твердим стоком розраховується за такою формулою:

$$P_m = 10^{-3} \cdot m \cdot M \cdot F, \quad (2.3)$$

де P_m - винос біогенних речовин з твердим стоком, (кг);

F - площа, для якої здійснюється розрахунок виносу біогенних речовин (га);

m - вміст біогенних речовин у твердому стоці мг на 1 кг наносів;

M - модуль стоку наносів за деякий період (т/га); це значення у розрахунках може бути використане у вигляді імовірнісних характеристик;

10^{-3} - коефіцієнт розмірності.

Витрати рухливих форм біогенних речовин у твердому стоці обчислюється за формулою:

$$C = (a' \cdot D_n + b' \cdot D_y) \cdot K'_a, \quad (2.4)$$

де a' – коефіцієнт, який характеризує вміст біогенних речовин у твердому стоці: для - азоту =1.0; фосфору =1.2;

D_n - вміст рухливих форм живильних речовин у орному шарі, мг на 1 кг ґрунту. b' - параметр, який показує змінення вмісту біогенних елементів у твердому стоці (в мг на 1 кг наносів) при внесенні 1 кг добрив на 1 га ґрунту для - азоту = 0.06; фосфору = 0.39, для калію = 0.13;

K'_a - коефіцієнт, який характеризує вміст біогенних речовин у твердому стоці в залежності від агрофону; визначається за таблицею 2.3.

Розрахунок загального виносу біогенних речовин виконується з урахуванням коефіцієнту зменшення змиву цих речовин при використанні протиерозійних агротехнічних заходів. Середній коефіцієнт зменшення змиву застосовується звичайно для азоту - 0.5; для фосфору - 0.5; для калію - 0.5 [15].

Таблиця 2.3 - Коефіцієнт, який характеризує вплив агротехнічного фону на вміст біогенних речовин у твердому стоці – K'_a

Агротехнічний фон	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зябнева оранка	1,0	1,0	1,0
Плоскорізана оранка	1,0	1,1	1,1
Озимі зернові	1,5	1,0	1,1
Багаторічні трави	1,1	1,1	1,5

Загальний винос біогенних речовин знаходять, сумуючи винос біогенних речовин рідким і твердим стоками за формулою:

$$P_O = P_B + P_T, \quad (2.5)$$

де P_O - загальний винос біогенних речовин (середній за період сівозміни), кг [16].

У таблиці 2.3 наведено розподіл земельної площі та сільськогосподарських угідь у господарствах усіх категорій по містах і районах Харківської області

3 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ПІД ВПЛИВОМ СІЛЬСЬКО-ГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

За даними 2015 - 2019 року була виконана оцінка сучасного еколого – агрохімічного стану ґрунтово – рослинного покриву Харківської області для визначення стійкості останніх до сільськогосподарського виробництва.

На рисунку 3.1 приведено розподіл сільськогосподарських угідь у господарствах усіх категорій такі як пасовища, сіножаті та рілля районах Харківської області, яка знаходиться в Додатку А.

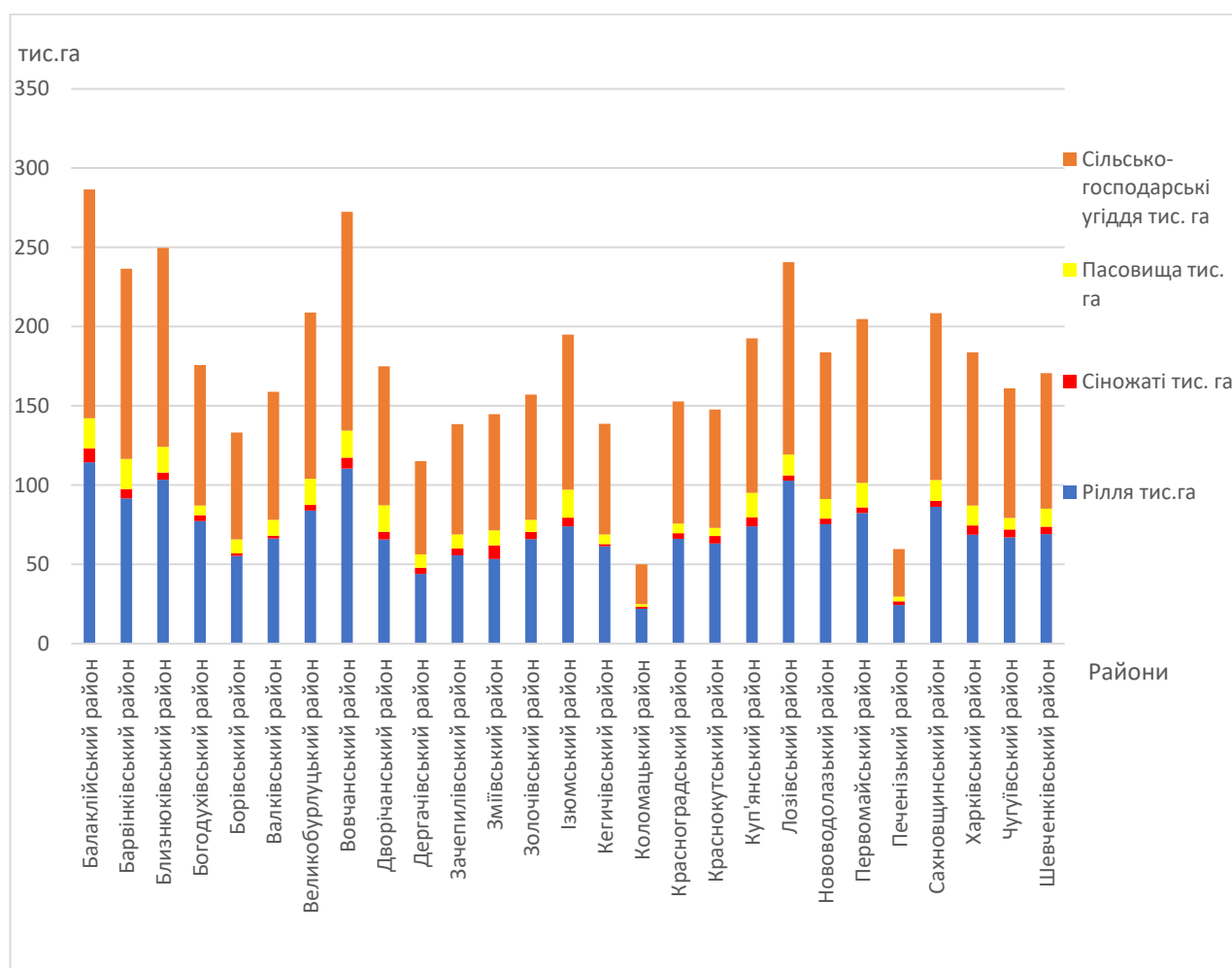


Рисунок 3.1 - Розподіл сільськогосподарських угідь у господарствах усіх категорій по районах Харківської області

З даного рисунку видно, що максимальна площа, зайнята під сільськогосподарські угіддя спостерігалася по всім категоріям господарств в Балаклійському районі, а саме, по сільсько-господарських угіддях 144,3 тис. га, рілля 114,3 тис. га, сіножаті 8,9 тис. га, пасовища 19,1 тис. га. Мінімум спостерігався по всіх категоріях господарств в Коломацькому районі, а саме, по сільсько-господарських угіддях 25,1 тис. га, рілля 22 тис. га, сіножаті 1,1 тис. га, пасовища 1,8 тис. га. В середньому площа яка розподілена сільськогосподарськими угіддями по всім районам становить, по сільсько-господарських угіддях 88,8 тис. га, пасовища 11,3 тис. га, сіножаті 4,3 тис. га, рілля 71,3 тис. га.

На рисунку 3.2 приведена характеристика ґрунтів за вмістом гумусу Харківської області, яка була отримана шляхом осереднення.

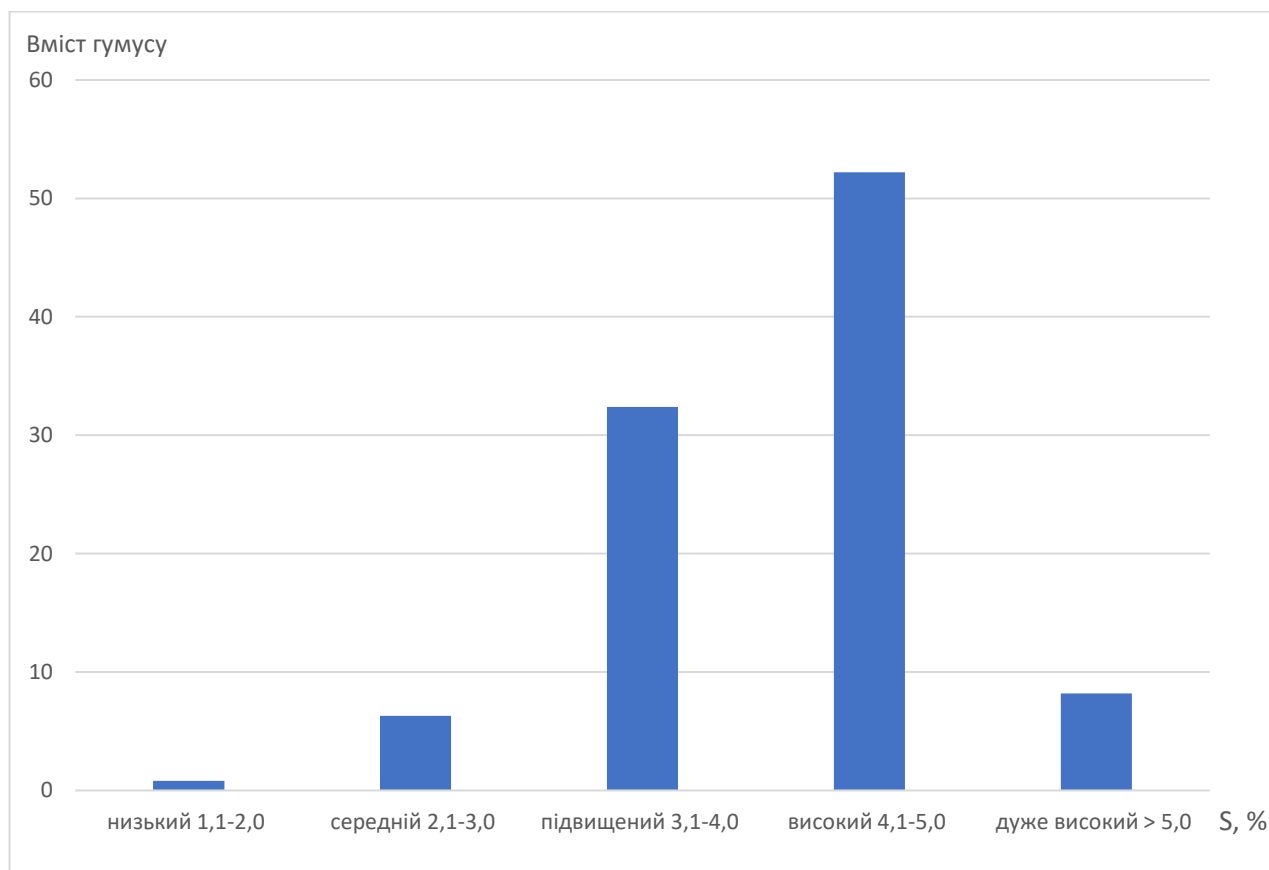


Рисунок 3.2 - Характеристика ґрунтів за вмістом гумусу Харківської області

З даного рисунку видно, що по всій площі переважає високий вміст гумусу Харківської області, а саме 52,2 %, слідом розташований підвищений вміст гумусу який складає 32,4%, з дуже високим вмістом гумусу площа в Харківській області становить 8,2 %, середній вміст гумусу складає 6,3 %, а мінімум відсотків складає низький вміст гумусу 0,8 %.

На рисунку 3.2 приведена характеристика ґрунтів за вмістом рухомих сполук фосфору Харківської області.

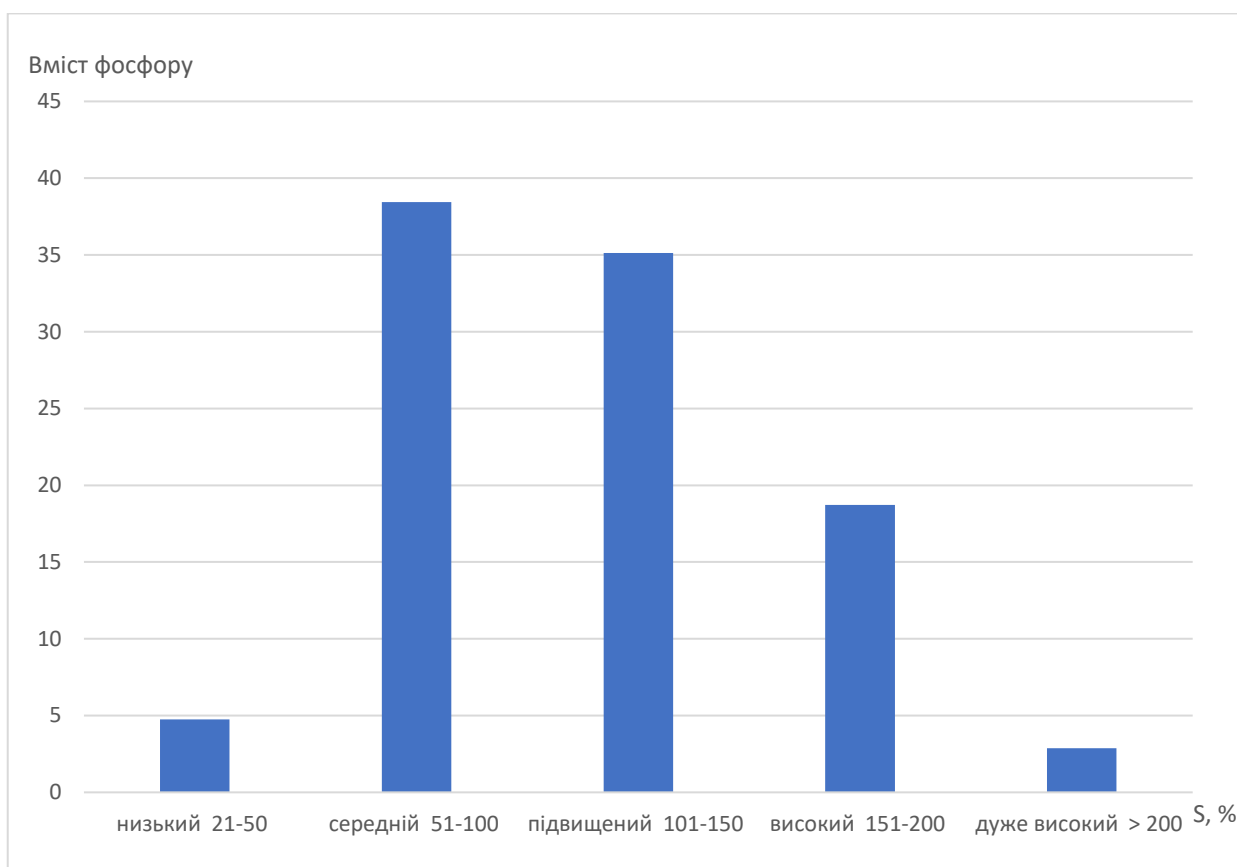


Рисунок 3.3 - Характеристика ґрунтів за вмістом рухомих сполук фосфору Харківської області

З даного рисунку видно, що по всій площі переважає середній вміст рухомих сполук фосфору, а саме 38,44 %, слідом розташований підвищений вміст рухомих сполук фосфору який складає 35,12 %, з високим вмістом рухомих сполук фосфору площа в Харківській області становить 18,71 %, а мінімум відсотків складає низький вміст рухомих сполук фосфору 0,8 %.

низький вміст рухомих сполук фосфору складає 4,76 %, а мінімум відсотків складає дуже високий вміст рухомих сполук фосфору 2,88 %.

На рисунку 3.4 приведена діаграма характеристика ґрунтів за вмістом рухомих сполук калію Харківської області, яка була отримана шляхом осереднення.

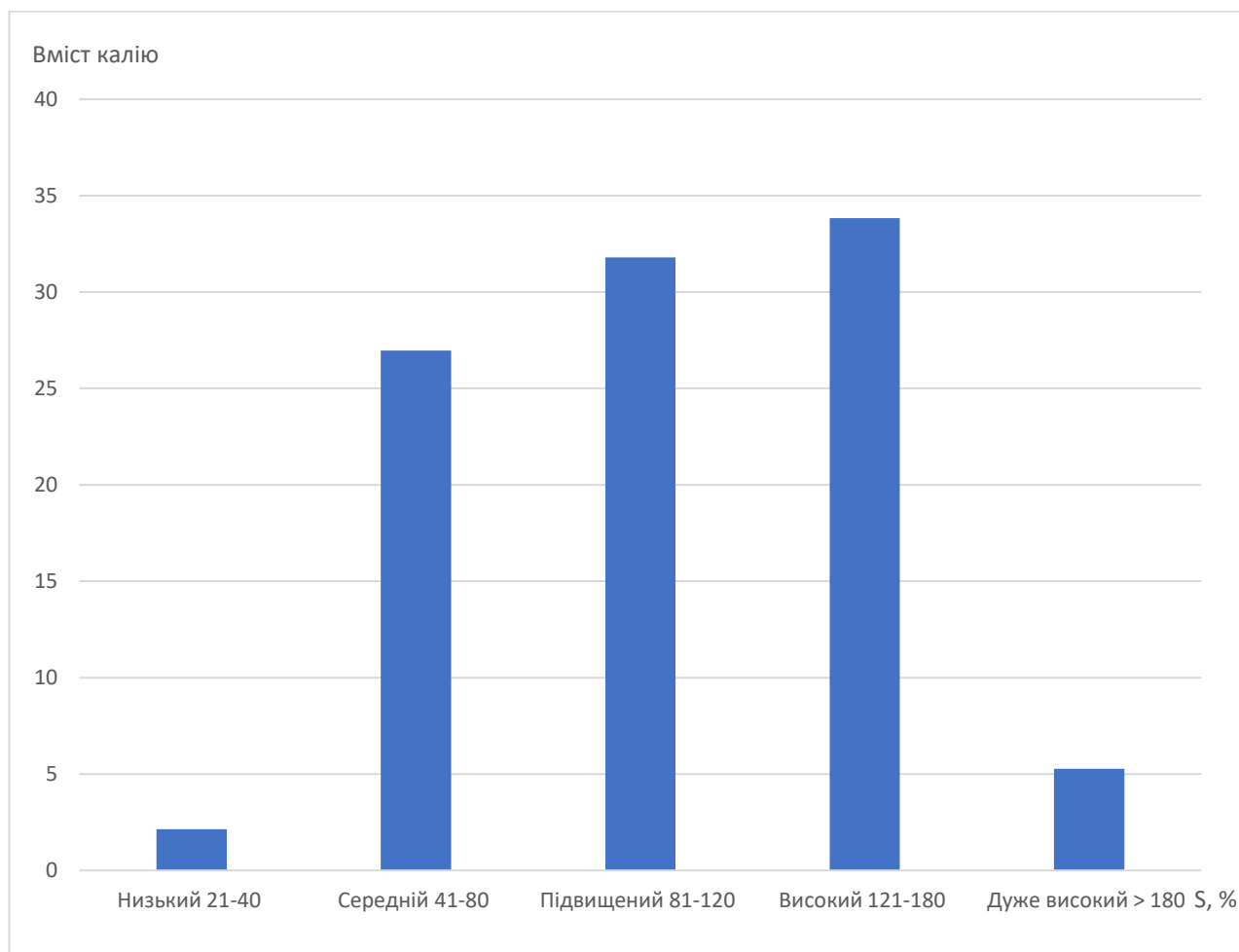


Рисунок 3.4 - Характеристика ґрунтів за вмістом рухомих сполук калію Харківської області

З даного рисунку видно, що по всій площі переважає високий вміст рухомих сполук калію, а саме 33,84 %, слідом розташований підвищений вміст рухомих сполук калію який складає 31,8 %, з середнім вмістом рухомих сполук калію площа в Харківській області становить 26,96 %, дуже високий вміст

рухомих сполук калію складає 5,27 %, а мінімум відсотків складає низький вміст рухомих сполук калію 2,13 %.

На рисунку 3.5 приведена середньорічні концентрації у контрольних створах БСК₅ водних об'єктів в (мг/дм³), Харківської області, яка була отримана шляхом осереднення.

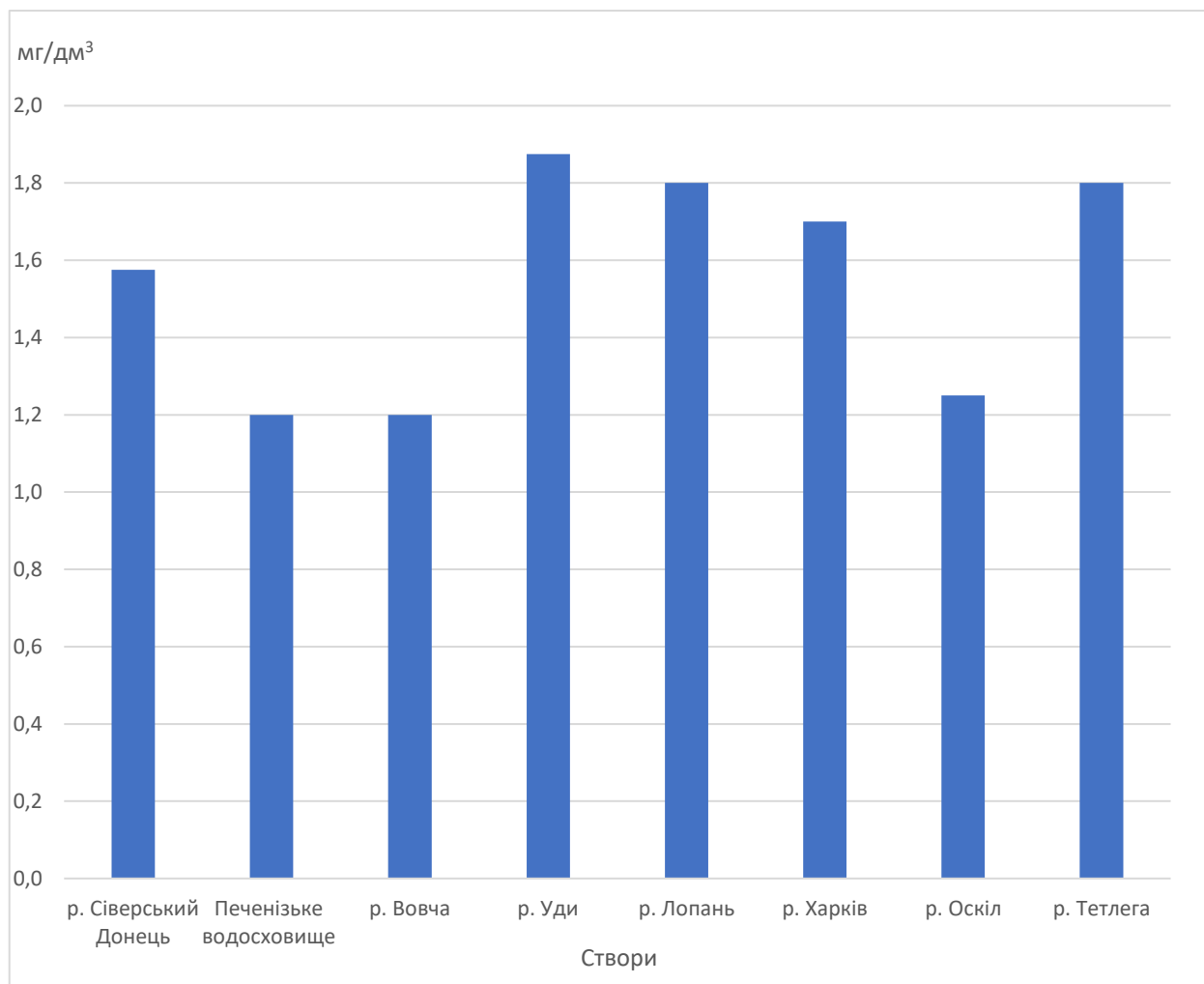


Рисунок 3.5 - Середньорічна концентрація БСК₅ у контрольних створах водних об'єктів в (мг/дм³), Харківської області

З даного рисунку видно, що максимум БСК₅ спостерігався на контрольному створі на р. Уди 1,88 мг/дм³, на контрольному створі на р. Лопань та р. Тетлега спостерігалась 1,8 мг/дм³ концентрації БСК₅, на

контрольному створі на р. Харків становить $1,7 \text{ мг/дм}^3$ концентрації БСК₅, на контрольному створі на р. Сіверський Донець спостерігалась $1,6 \text{ мг/дм}^3$ концентрації БСК₅, на контрольному створі на р. Лопань та р. Оскіл спостерігалась $1,3 \text{ мг/дм}^3$ концентрації БСК₅, а мінімум БСК₅ спостерігався на контрольному створі на р. Вовча та на Печенізькому водосховищі $1,2 \text{ мг/дм}^3$. В середньому за всіма контрольними створах в Харківській області в 2017 році концентрації БСК₅ дорівнює $1,6 \text{ мг/дм}^3$.

На рисунку 3.6 приведена середньорічні концентрації сульфату у контрольних створах водних об'єктів в (мг/дм^3), Харківської області, яка була отримана шляхом осереднення.

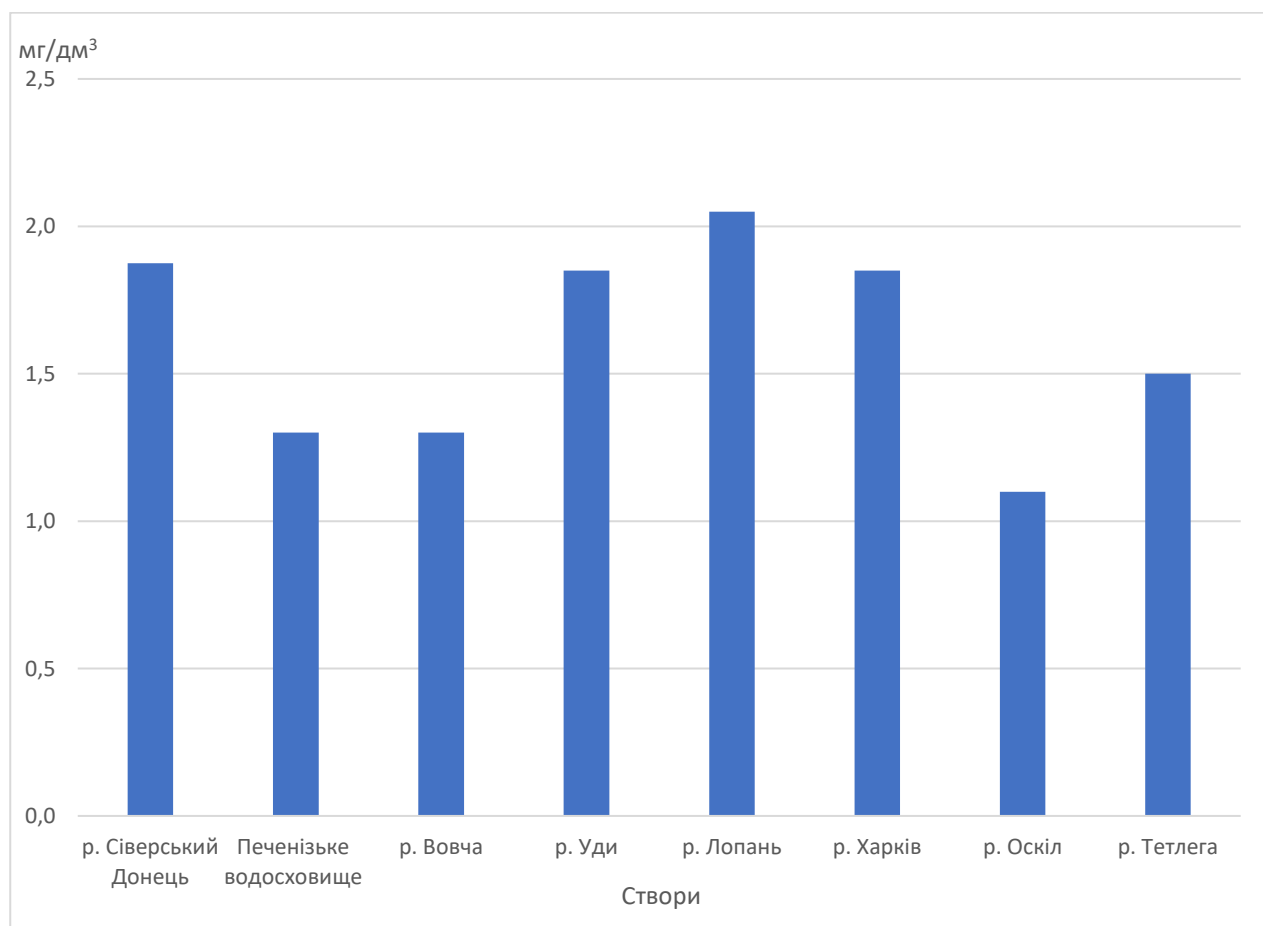


Рисунок 3.6 - Середньорічна концентрація сульфату у контрольних створах водних об'єктів в (мг/дм^3), Харківської області

На даному рисунку видно, що максимум сульфату спостерігався у контрольному створі на р. Лопань $2,05 \text{ мг/дм}^3$, на контрольному створі на р. Харків, р.Уди та р. Сіверський Донець спостерігалась $1,9 \text{ мг/дм}^3$ концентрації сульфату, на контрольному створі р. Тетлега становить $1,5 \text{ мг/дм}^3$ концентрації сульфату, на контрольному створі на р. Вовча та на Печенізькому водосховищі спостерігалась $1,3 \text{ мг/дм}^3$ концентрації сульфату, а мінімум сульфату спостерігався у контрольному створі на р. Оскіл $1,1 \text{ мг/дм}^3$. В середньому за всіма контрольними створах в Харківській області концентрації сульфату дорівнює $1,6 \text{ мг/дм}^3$.

На рисунку 3.7 приведена середньорічні концентрації нітрату у контрольних створах водних об'єктів в (мг/дм^3), Харківської області, яка була отримана шляхом осереднення.

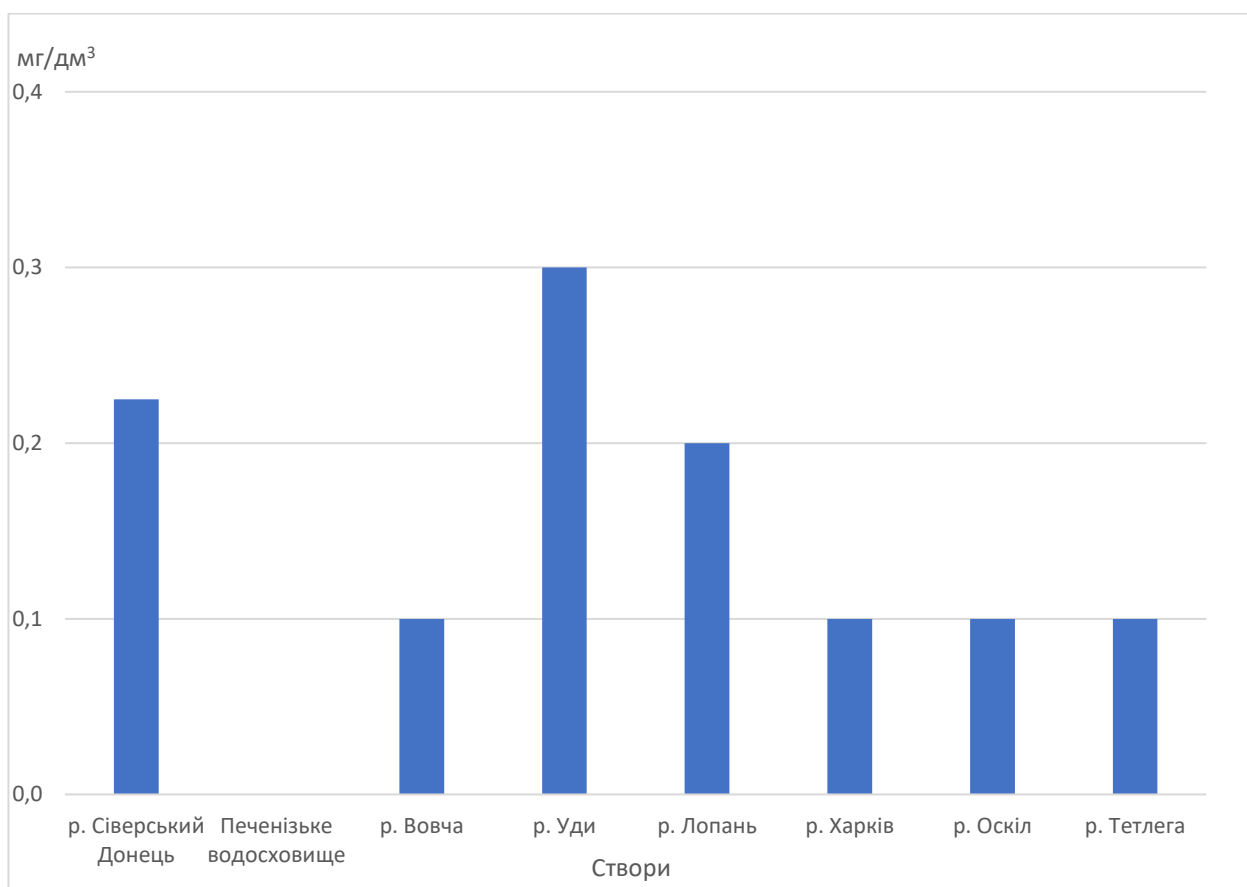


Рисунок 3.7 - Середньорічна концентрація нітрату у контрольних створах водних об'єктів в (мг/дм^3), Харківської області

На даному рисунку видно, що максимум нітрату спостерігався у контрольному створі на р. Уди $0,3 \text{ мг/дм}^3$, на контрольному створі на р. Сіверський Донець спостерігалась $0,25 \text{ мг/дм}^3$ концентрації нітрату, на контрольному створі на р. Лопань спостерігалась $0,25 \text{ мг/дм}^3$ концентрації нітрату, а мінімум нітрату спостерігався у контрольному створі на р. Оскіл, р. Вовча, р. Харків та на р. Тетлега $0,1 \text{ мг/дм}^3$. На контрольному створі Печенізького водосховища не було спостережень за концентрацією нітрату. В середньому за всіма контрольними створах в Харківській області концентрації нітрату дорівнює $0,2 \text{ мг/дм}^3$.

На рисунку 3.8 приведена середньорічні концентрації цинку у контрольних створах водних об'єктів в (мг/дм^3), Харківської області, яка була отримана з вихідних даних і була розташована Додатку Г.

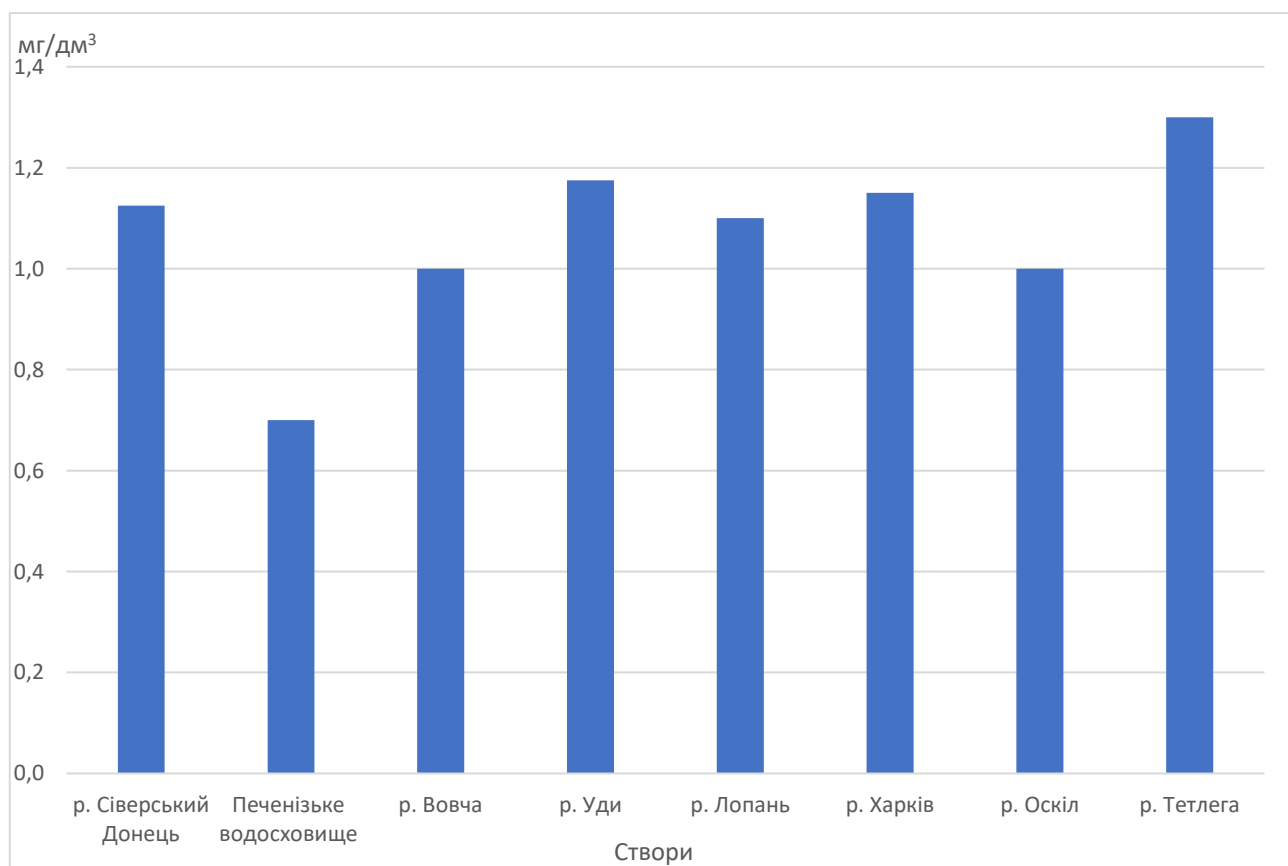


Рисунок 3.8 - Середньорічна концентрація цинку у контрольних створах водних об'єктів в (мг/дм^3), Харківської області

На даному рисунку видно, що максимум цинку спостерігався у контрольному створі на р. Тетлега $1,3 \text{ мг/дм}^3$, на контрольному створі на р. Уди спостерігалась $1,18 \text{ мг/дм}^3$ концентрації цинку, на контрольному створі на р. Харків спостерігалась $1,15 \text{ мг/дм}^3$ концентрації цинку, на контрольному створі на р. Сіверський Донець спостерігалась $1,13 \text{ мг/дм}^3$ концентрації цинку, на контрольному створі на р. Лопань спостерігалась $1,10 \text{ мг/дм}^3$ концентрації цинку, на контрольному створі на р. Вовча та на р. Оскіл спостерігалась $1,0 \text{ мг/дм}^3$ концентрації цинку, а мінімум цинку спостерігався у контрольному створі на Печенізькому водосховищі $0,07 \text{ мг/дм}^3$. В середньому за всіма контрольними створах в Харківській області концентрації цинку дорівнює $1,07 \text{ мг/дм}^3$.

На рисунку 3.9 приведена середньорічні концентрації нітриту у контрольних створах водних об'єктів в (мг/дм^3), Харківської області, яка була отримана шляхом осереднення.

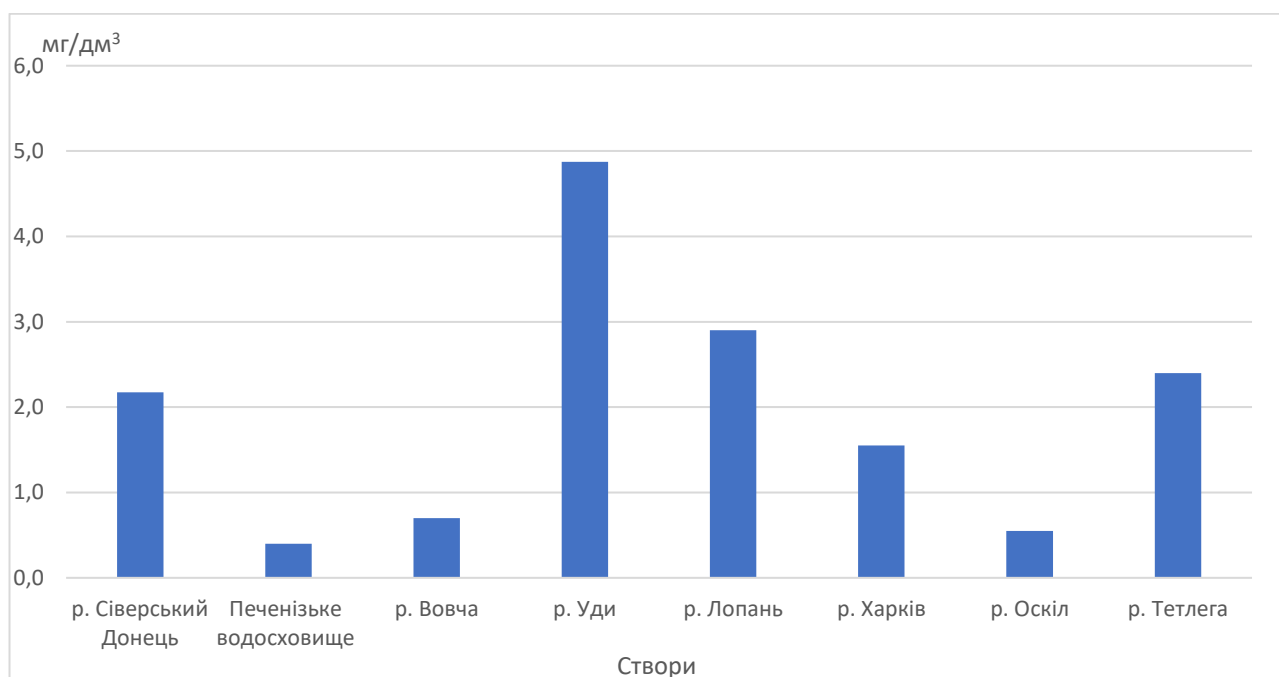


Рисунок 3.9 - Середньорічна концентрація нітриту у контрольних створах водних об'єктів в (мг/дм^3), Харківської області

На даному рисунку видно, що максимум нітриту спостерігався у контрольному створі на р. Уди $4,88 \text{ мг/дм}^3$, на контрольному створі на р. Лопань спостерігалась $2,90 \text{ мг/дм}^3$ концентрації нітриту, на контрольному створі на р. Тетлега спостерігалась $2,40 \text{ мг/дм}^3$ концентрації нітриту, на контрольному створі на р. Сіверський Донець спостерігалась $2,18 \text{ мг/дм}^3$ концентрації нітриту, на контрольному створі на р. Харків спостерігалась $1,55 \text{ мг/дм}^3$ концентрації нітриту, на контрольному створі на р. Вовча спостерігалась $0,70 \text{ мг/дм}^3$ концентрації нітриту, на контрольному створі на р. Оскіл спостерігалась $0,55 \text{ мг/дм}^3$ концентрації нітриту, а мінімум нітриту спостерігався у контрольному створі на Печенізькому водосховищі $0,4 \text{ мг/дм}^3$. В середньому за всіма контрольними створах в Харківській області концентрації нітриту дорівнює $1,94 \text{ мг/дм}^3$.

На рисунку 3.10 приведена середньорічні концентрації міді у контрольних створах водних об'єктів в (мг/дм^3), Харківської області, яка була отримана шляхом осереднення.

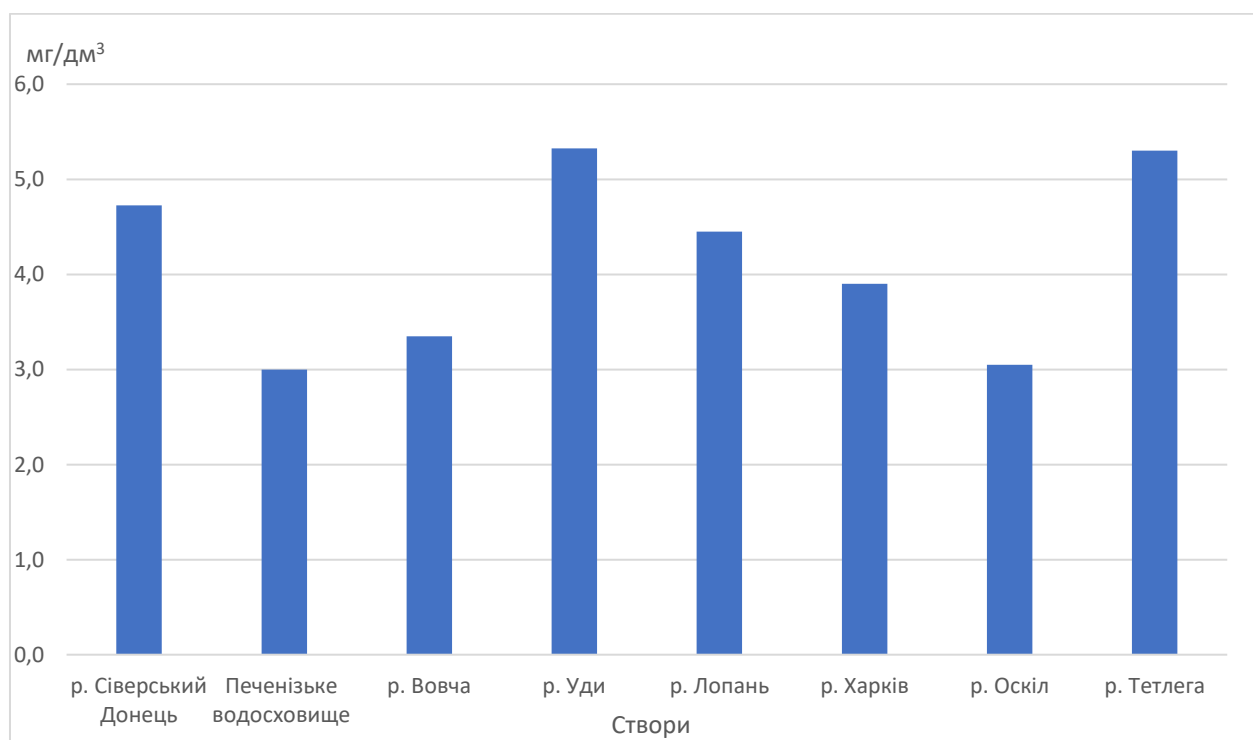


Рисунок 3.10 - Середньорічна концентрація міді у контрольних створах водних об'єктів в (мг/дм^3), Харківської області

З даного рисунку видно, що максимум міді спостерігався у контрольному створі на р. Уди $5,33 \text{ мг/дм}^3$, на контрольному створі на р. Тетлега спостерігалась $5,30 \text{ мг/дм}^3$ концентрації міді, на контрольному створі на р. Сіверський Донець спостерігалась $4,73 \text{ мг/дм}^3$ концентрації міді, на контрольному створі на р. Лопань спостерігалась $4,45 \text{ мг/дм}^3$ концентрації міді, на контрольному створі на р. Харків спостерігалась $3,90 \text{ мг/дм}^3$ концентрації міді, на контрольному створі на р. Вовча спостерігалась $3,35 \text{ мг/дм}^3$ концентрації міді, на контрольному створі на р. Оскіл спостерігалась $3,05 \text{ мг/дм}^3$ концентрації нітритуа мінімум нітриту спостерігався у контрольному створі на Печенізькому водосховищі $3,0 \text{ мг/дм}^3$. В середньому за всіма контрольними створах в Харківської області, концентрації міді дорівнює $4,14 \text{ мг/дм}^3$.

4 ОЦІНКА СТУПЕНЮ СТІЙКОСТІ ҐРУНТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДО БІОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

У таблиці яка знаходиться в Додатку Е наведено результати розрахунку коефіцієнта виносу біогенних речовин з ґрунту разом із врожаєм основних сільськогосподарських культур Харківської області за обома варіантами для 2016 року.

Відомо, що при оптимальних умовах застосування добрив з врожаєм повинно витрачатися від 20 до 50% внесених біогенів, тобто 50-80% їх має залишатися у ґрунті для підтримання його родючості. Більша частина тих, що залишилися, зберігається у вигляді з'єднань, підданих повільному розкладанню. Представлені в цих формах елементи вивільняються дуже повільно, звичайно до 2-4% у рік. Такі з'єднання, внесені у складі добрив, роблять тривалий ефект на ґрунт протягом декількох років після одного застосування.

На рисунку 4.1 приведено початкова кількість внесених біогенів за обома варіантами $W_{исх}$, т/рік, в Харківській області в 2016 році, яка знаходиться в Додатку Е.

На даному рисунку видно, що початкова кількість внесених біогенів для зернові та зернобобових становить, за першим варіантом 77648 т/рік, а для другого варіанта 66276 т/рік. Для соняшника становить, за першим варіантом 10754 т/рік, а для другого варіанта 3769 т/рік. Для картоплі за першим варіантом 2591 т/рік, а для другого варіанта 974 т/рік. Для овочів становить, за першим варіантом 7640 т/рік, а для другого варіанта 2365 т/рік. За сумарним значенням для сільськогосподарських культур становить, за першим варіантом 98632 т/рік, а для другого варіанта 62405 т/рік.

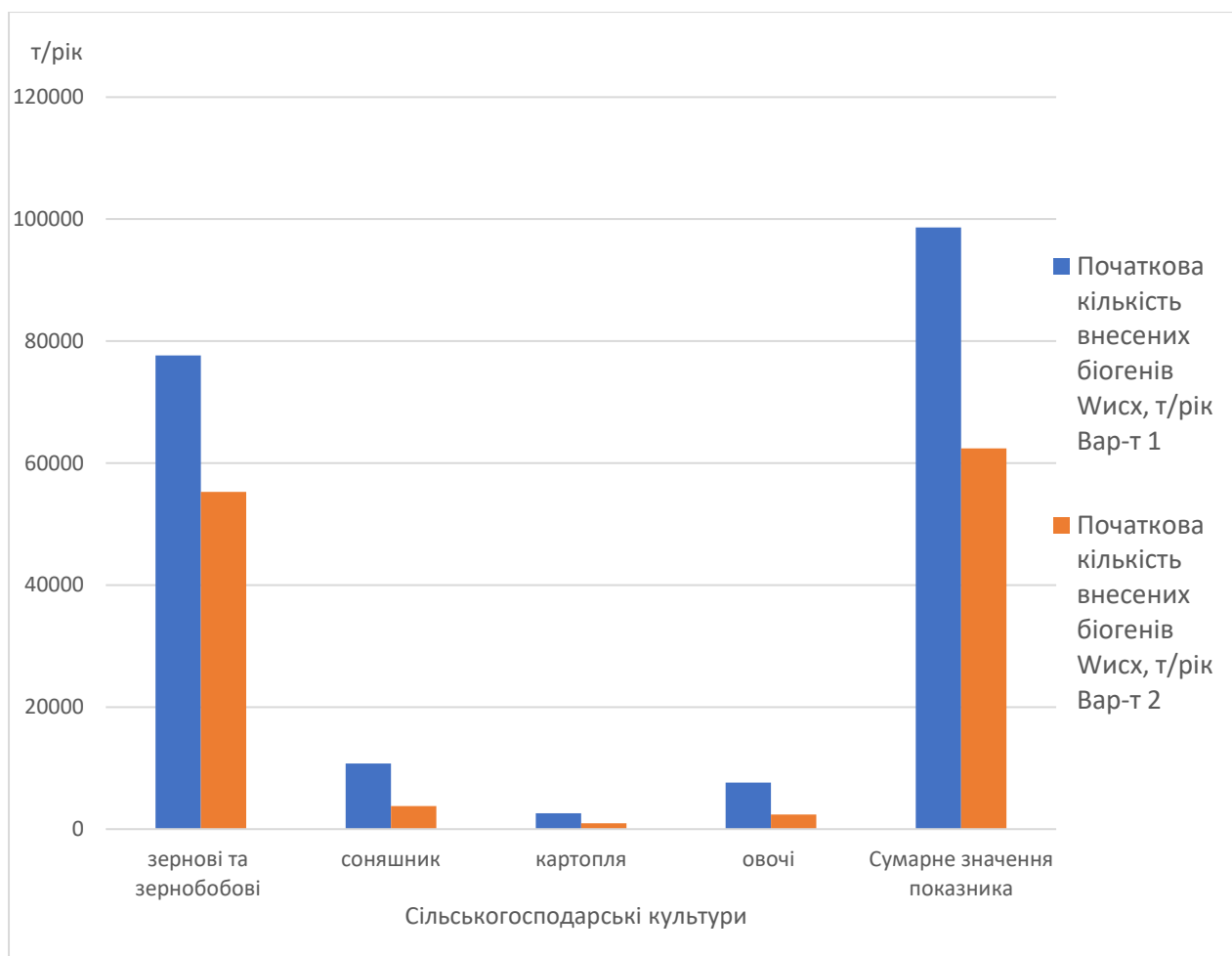


Рисунок 4.1 – Початкова кількість внесених біогенів за обома варіантами $W_{исх}$, т/рік, в Харківській області в 2016 році

На рисунку 4.2 приведено кількість біогенів винесена з врожаєм за обома варіантами $W_{пл}$, т/рік, в Харківській області в 2016 році, яка знаходиться в Додатку Е.

На даному рисунку видно, що кількість біогенів винесена з врожаєм для зернові та зернобобових становить, за першим варіантом 33086 т/рік, а для другого варіанта 33026 т/рік. Для соняшника становить, за першим варіантом 749 т/рік, а для другого варіанта 549 т/рік. Для картоплі за першим варіантом 916 т/рік, а для другого варіанта 716 т/рік. Для овочів становить, за першим варіантом 9517 т/рік, а для другого варіанта 5517 т/рік. За сумарним значенням для сільськогосподарських культур становить, за першим варіантом 59808 т/рік, а для другого варіанта 3988 т/рік.

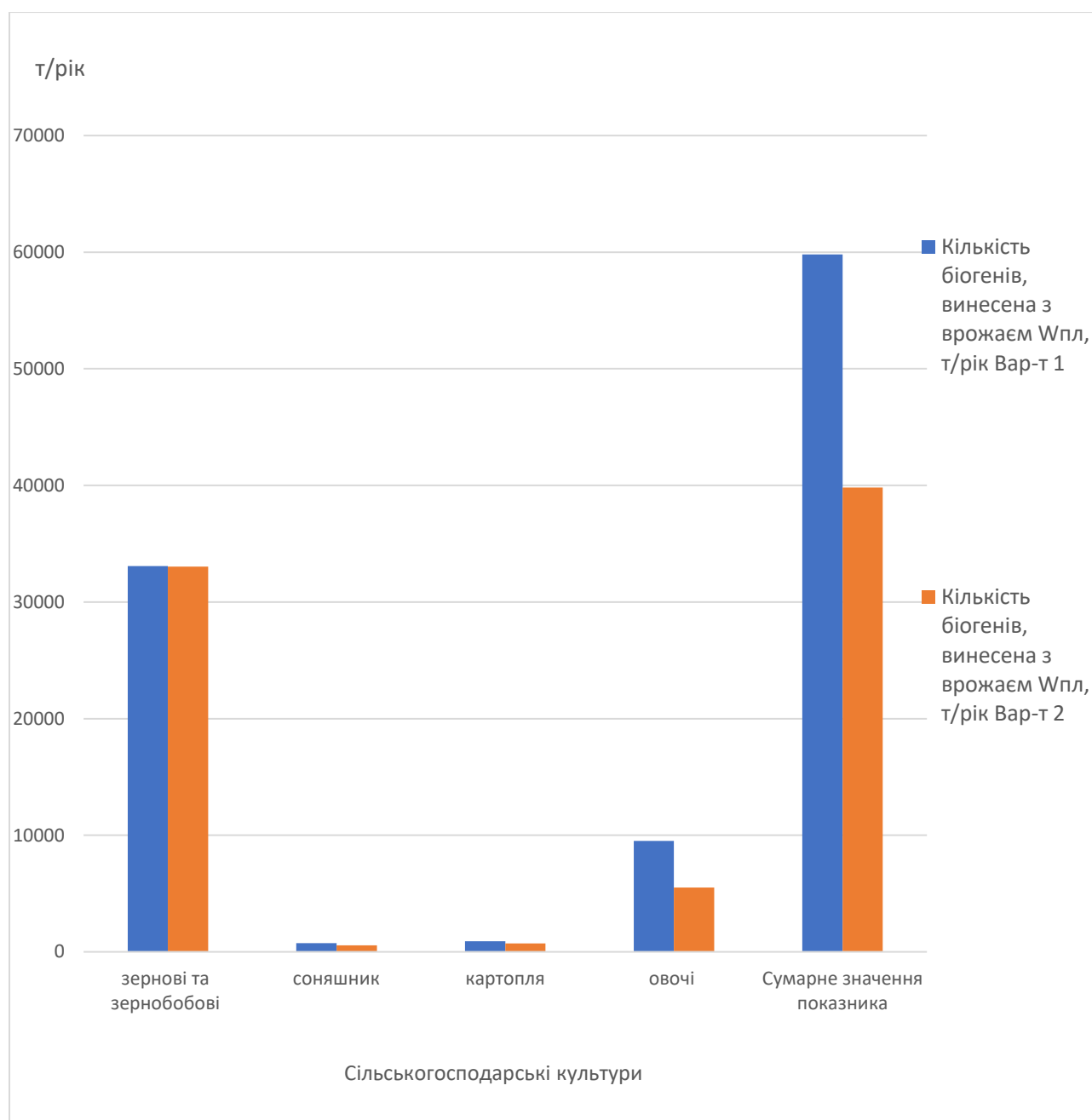


Рисунок 4.2 – Кількість біогенів винесена з врожаєм за обома варіантами $W_{пл}$, т/рік, в Харківській області в 2016 році

На рисунку 4.3 приведено виніс біогенів внаслідок порушень технологій за обома варіантами $W_{пот}$, т/рік, в Харківській області в 2016 році, яка знаходиться в Додатку Е.

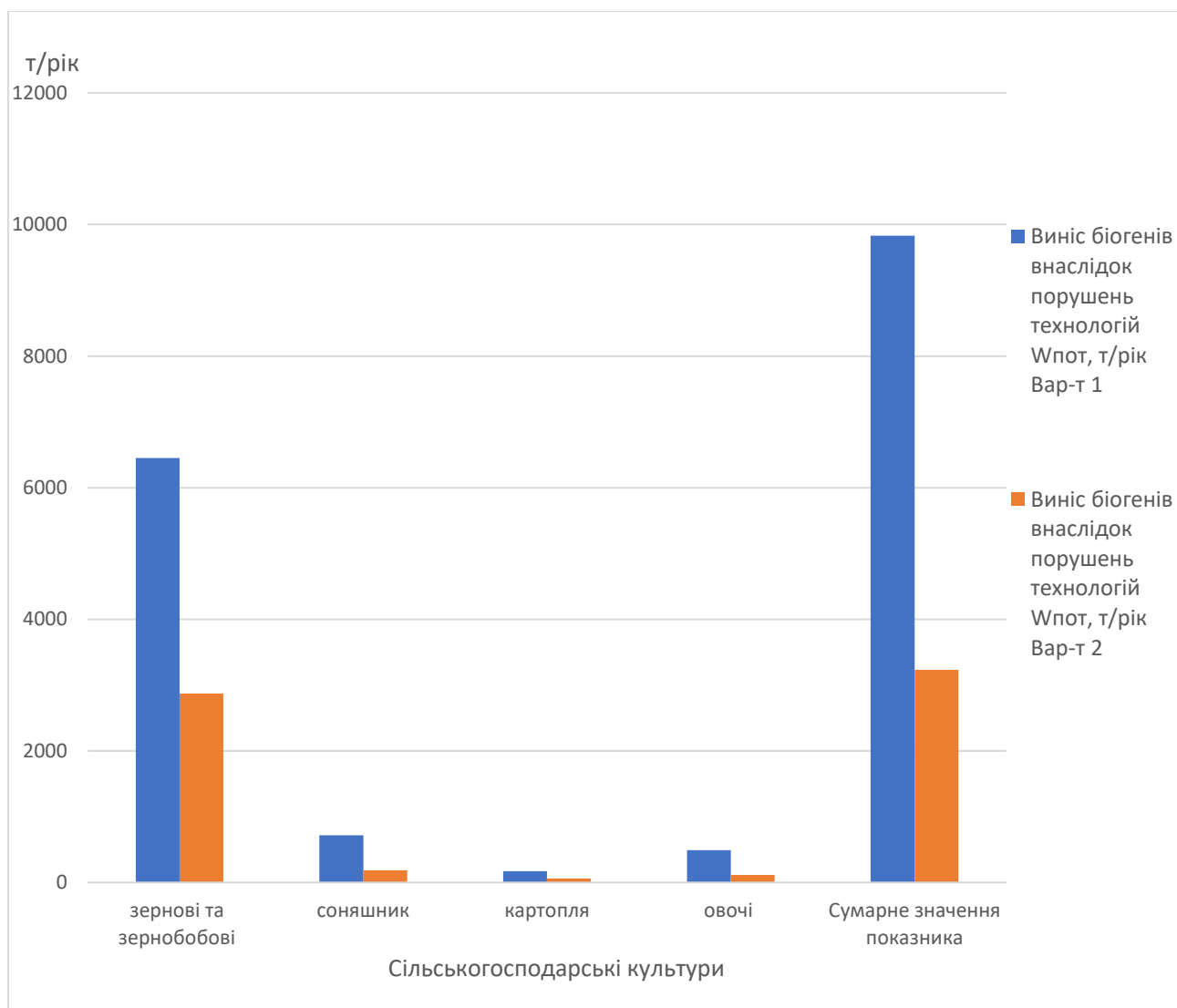


Рисунок 4.3 –Виніс біогенів внаслідок порушень технологій за обома варіантами $W_{\text{пот}}$, т/рік, в Харківській області в 2016 році

На даному рисунку видно, що виніс біогенів внаслідок порушень технологій для зернові та зернобобових становить, за першим варіантом 6451 т/рік, а для другого варіанта 2871 т/рік. Для соняшника становить, за першим варіантом 718 т/рік, а для другого варіанта 186 т/рік. Для картоплі за першим варіантом 172 т/рік, а для другого варіанта 62 т/рік. Для овочів становить, за першим варіантом 490 т/рік, а для другого варіанта 114 т/рік. За сумарним значенням для сільськогосподарських культур становить, за першим варіантом 9830 т/рік, а для другого варіанта 3233 т/рік.

На рисунку 4.4 приведено загальна величина вносу біогенів за обома варіантами $W_{об}$, т/рік, в Харківській області в 2016 році, яка знаходиться в Додатку Е.

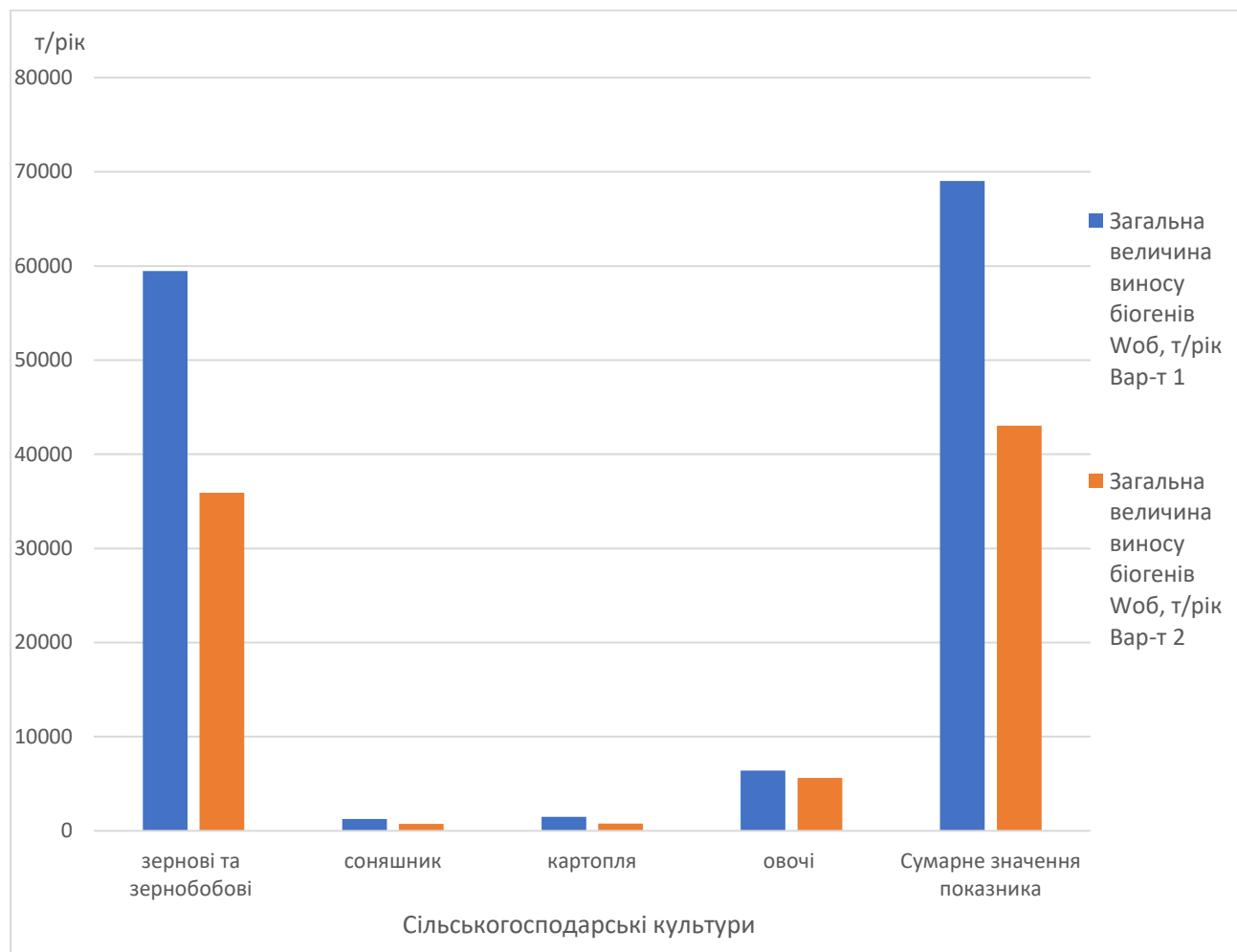


Рисунок 4.4 – Загальна величина вносу біогенів за обома варіантами $W_{об}$, т/рік, в Харківській області в 2016 році

На даному рисунку видно, що загальна величина вносу біогенів для зернові та зернобобових становить, за першим варіантом 59479 т/рік, а для другого варіанта 35896 т/рік. Для соняшника становить, за першим варіантом 1267 т/рік, а для другого варіанта 736 т/рік. Для картоплі за першим варіантом 1488 т/рік, а для другого варіанта 778 т/рік. Для овочів становить, за першим варіантом 6407 т/рік, а для другого варіанта 5631 т/рік. За сумарним значенням для сільськогосподарських культур становить, за першим варіантом 69038 т/рік, а для другого варіанта 43041 т/рік.

На рисунку 4.5 приведено коефіцієнт витрат $\alpha_{\text{пот}}$, %, за обома варіантами в Харківській області в 2016 році, яка знаходиться в Додатку Е.

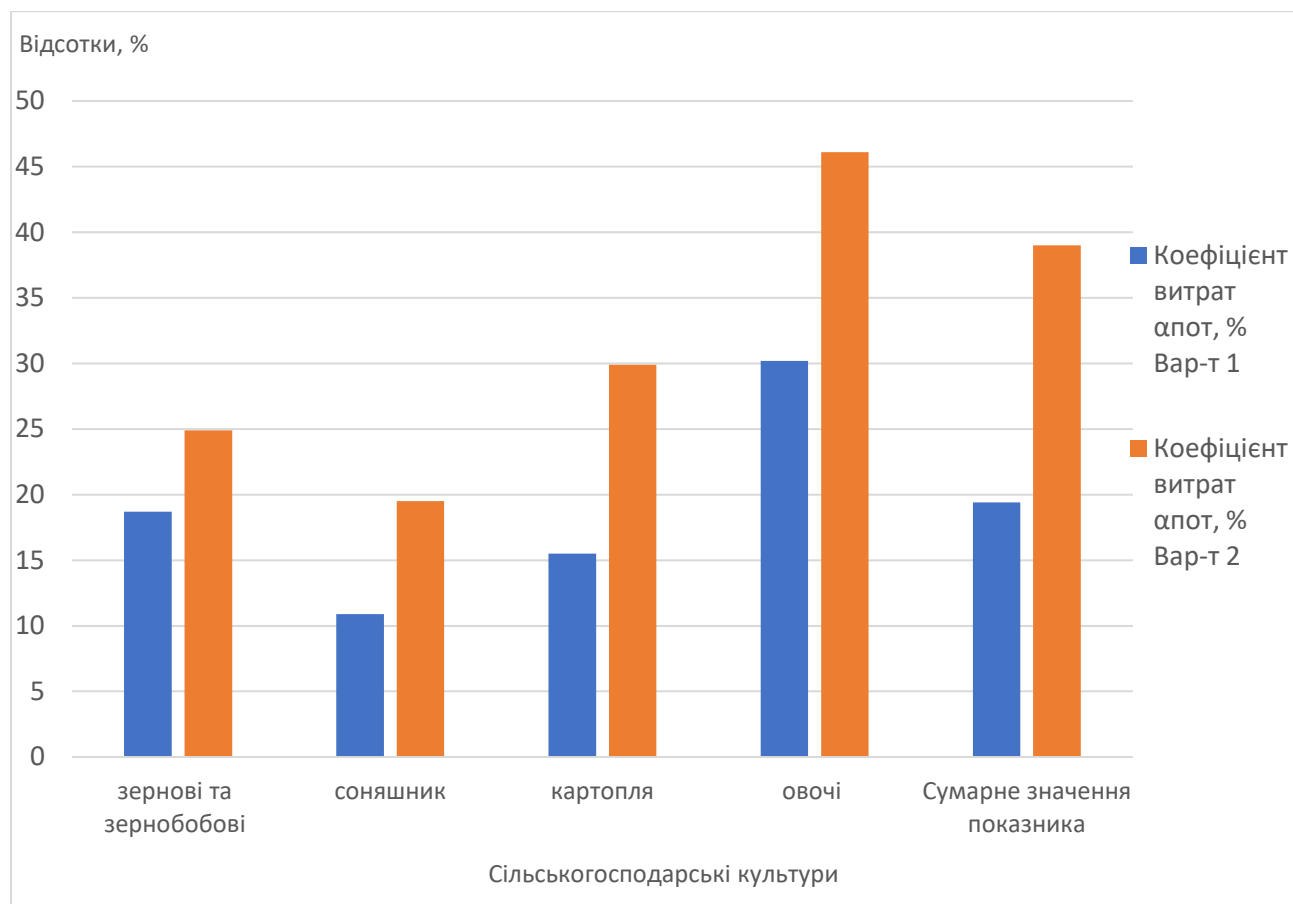


Рисунок 4.5 – Коефіцієнт витрат $\alpha_{\text{пот}}$, %, за обома варіантами в Харківській області в 2016 році

На даному рисунку видно, що коефіцієнт витрат для зернові та зернобобових становить, за першим варіантом 18,7 %, а для другого варіанта 24,9 %. Для соняшника становить, за першим варіантом 10,9 %, а для другого варіанта 19,5 %. Для картоплі за першим варіантом 15,5 %, а для другого варіанта 29,9 % . Для овочів становить, за першим варіантом 30,2 %, а для другого варіанта 46,1 %. За сумарним значенням для сільськогосподарських культур становить, за першим варіантом 19,4 %, а для другого варіанта 39,0 %.

Як видно, ця закономірність спостерігається у першому випадку. Збережено також і співвідношення між культурами: найбільшу кількість

живильних речовин з ґрунту поглинають овочеві культури, найменшу – соняшник. Щодо фактичної ситуації, за розрахунками у ґрунті залишається лише біля 30% від початкової кількості внесених біогенів. Це обумовлено тим, що в останні десятиріччя майже в 10 разів скоротилося внесення органічних добрив (навозу, гною), що сприяє швидкому виснаженню і деградації ґрунтів. Замість належних 10-40 т/га у Криму вноситься 1-1,5 т/га.

5 РЕКОМЕНДАЦІЇ З РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЮ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ У МЕЖАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Добрива є одним з головних факторів формування врожаїв сільськогосподарських культур. Але за останні десятиліття за деякими даними застосування мінеральних добрив у Харківській області зменшилося в декілька разів, а навозу - в 5 разів. У сполученні з несприятливими погодними умовами це привело до того, що середня врожайність ранніх зернових культур в останні 10 років знизилася вдвічі. Відповідно зменшилася врожайність і інших культур, особливо технічних.

Найбільш сприятливо ґрунти виглядають за легкодоступним для рослин обмінним калієм. Близько 6% площ містять менш 20 мг K_2O в 100 г ґрунту й у певній мері мають потребу у внесенні калійних добрив. 23% площ ґрунтів містять від 20 до 30 мг K_2O на 100 г. Ефективність калійних добрив проявляється лише на окремих культурах, причому нестійко, в окремі роки, тому їхнє застосування економічно недоцільно.

Однак вміст калію в ґрунті щорічно знижується, хоча й відносно повільно. За допомогою калійних добрив його можна було б стабілізувати, але в цей час це представляється недоцільним і неможливим. По-перше, сьогодні не достатньо засобів для придбання навіть азотних і фосфорних добрив, які забезпечують високі збільшення врожаю. Застосовувати калійні добрива, не розраховуючи на збільшення врожаю, - неприпустимо. По-друге, варто мати на увазі, що калій внесених добрив не підвищить істотно зміст його легкодоступних форм у ґрунті, тому що, з одного боку, буде мати місце непродуктивний надмірний винос калію рослинами і, з іншого боку - його перехід у необмінні форми ґрунтового поглинаючого комплексу.

Практичний інтерес представляє аналіз забезпеченості сільськогосподарських культур фосфором. Природний рівень змісту легкодоступних форм фосфору в ґрунтах становить близько 1 мг P_2O_5 на 100 г

грунти (за Мачігінім). У результаті багаторічного внесення добрив середньозважений зміст P_2O_5 в 100 г ґрунту на суходолі становив 3,44 і на зрошуваних площах - 4,11 мг. До 1 мг P_2O_5 в 100 г ґрунти (дуже низька забезпеченість) містить більше 4% обстежених ґрунтів, їхня частка становить понад 50 тис. га й продовжує збільшуватися. На таких ґрунтах фосфор відіграє роль головного обмежуючого фактора життя рослин, і тому посилення напруженості інших факторів, без внесення фосфатів, не сприяє збільшенню продуктивності рослин. Виявляється хворобливим використання нових сортів, зрошення, інших видів добрив. Низька ефективність від застосування тільки азотних добрив відзначається також на багатьох культурах, що виростають на ґрунтах, що містять 1,0-1,2 мг P_2O_5 в 100 г, а це ще близько 50 тис. га, якщо врахувати, що площа низько забезпечених фосфором ґрунтів (1,1-1,5 мг) становить близько 9% від обстежених, або близько 110 тис. га.

З огляду на результати досліджень вважається за можливе не вносити фосфорні добрива, якщо в ґрунті втримується більше 2 мг P_2O_5 в 100 г. Для таких полів не слід здобувати суперфосфат, амофос, тому що вирішальний вплив на врожайність багатьох культур будуть робити азотні добрива.

В останні роки стало можливим точно встановлювати зміст рухливих фосфатів і калію на кожному полі. У проміжках між обстеженнями точний зміст легкодоступних форм фосфату й калію можна визначати по фосфат- і калій- моделям, розробленим Н. К. Коляндой. Особливо важливо стежити за змістом у ґрунті фосфору, що, на відміну від калію, без внесення добрив швидко знижується, і потреба у фосфатах щорічно росте.

Падає родючість ґрунтів і по найважливішому його показнику - вмісту гумусу. Відомо, що для стабілізації змісту гумусу в ґрунті середньорічна кількість навозу повинна становити в сівозмінах не менш 7-8 т/га, у зрошуваних - 10-12 т/га. Таке положення склалося не тільки через зменшення поголів'я тварин і виробництва гною, а й через недолік засобів для його внесення.

Азотні добрива в сформованій обстановці мають особливе значення. Азот добрив не накопичується в ґрунті, його післядія дуже невелика й не має практичного значення, особливо при внесенні невеликих доз. Азотні добрива доводиться вносити щорічно, інакше негайно й різко падає врожайність найважливіших польових, кормових і овочевих культур.

Форма застосовуваних видів азотних, фосфорних і калійних добрив не має істотного значення, і при правильному внесенні забезпечується однаковий ефект. Тому вибирати треба те добриво, у якому одиниця діючої речовини N, P₂O₅ або K₂O) виявляється дешевше, з огляду на витрати на придбання, доставку й внесення в ґрунт. У комплексних добривах ураховують сумарний зміст діючих речовин, здатних вплинути на врожайність культури, що удобрюється[17].

При розміщенні добрив у полях сівозміни важливо правильно сполучити застосування органічних і мінеральних добрив. Д. Н. Прянишников писав, що спільне внесення гною й мінеральних добрив "...дозволяє рясно постачити рослини засвоюваною їжею в перших стадіях розвитку й дати в той же час у вигляді гною резерв постійно прихожих у дію живильних речовин", тобто забезпечує найкращі умови харчування рослин протягом усього вегетаційного періоду. Крім того, при внесенні органічних добрив разом з мінеральними послаблюється негативний вплив фізіологічної кислотності й підвищеної концентрації живильних речовин, особливо помітний при внесенні високих норм мінеральних добрив. Досліди показують, що при спільному внесенні половинних норм гною й мінеральних добрив, як правило, одержують більше високі збільшення врожаю, чим при роздільному внесенні повної норми кожного із цих добрив. Особливо ефективно спільне внесення гною й мінеральних добрив на піщаних і супіщаних ґрунтах, слабкоокультурених суглинних дерново-підзолистих сірих лісових ґрунтах і вилужених чорноземах.

Органічних добрив у господарстві звичайно буває недостатньо для всіх полів сівозмін. Тому їх насамперед необхідно вносити разом з мінеральними добривами під овочеві культури, картоплю, кормові коренеплоди, силосні

культури, а із зернових - у першу чергу під озимі культури. Просапні культури дають більше високі збільшення врожаю на кожную тонну внесеного гною. Гній, внесений під озимі, буде забезпечувати і післядію на всі інші культури сівозміни, під якими безпосередньо вносять тільки мінеральні добрива. При наявності в господарстві спеціалізованих прифермерських і овочевих сівозмін їх забезпечують органічними добривами в першу чергу й у більших кількостях.

У той же час значна далекість полів окремих сівозмін від ферм або обмежена кількість органічних добрив у господарстві обумовлює існування безгноювої системи добрива, заснованої на застосуванні тільки мінеральних туків. У цьому випадку для поповнення запасу органічної речовини в ґрунті доцільний посів проміжних культур на зелене добриво й запашку соломи.

Норма мінерального добрива визначається з урахуванням багатьох факторів, найважливіші з яких - планована врожайність, зміст живильних речовин у ґрунті, потреба в них культури для створення 1 ц основної продукції, норма й місце гною в сівозміні й попереднику культури [18].

ВИСНОВКИ

В результаті виконання роботи були зроблені наступні висновки:

1. Харківська область відносять до територій, сприятливих для вирощування сільськогосподарських культур. Але є багато чинників, що створюють для ведення на цій території сільськогосподарського виробництва.

2. Отримання високих і стабільних врожаїв при вище означених умовах потребує внесення у складі мінеральних і органічних добрив значної кількості поживних речовин. Основними біогенними речовинами, які потрапляють у ґрунтово-рослинний покрив, є азот та фосфор, а також калій.

3. Формування балансу біогенних речовин в агроєкосистемах відбувається за рахунок внесення мінеральних і органічних добрив під сільськогосподарські культури, що складає його приходну частину. Розхідна частина складається за рахунок виносу біогенних речовин з врожаєм сільськогосподарських культур, стоку з угідь у водні об'єкти та залишкових кількостей в ґрунті.

4. Проведені за означеною методикою розрахунки виносу біогенів із поверхневим стоком показують, що у зв'язку з досить складними кліматичними, ґрунтовими та рослинними умовами у водні об'єкти території потрапляє менше 5% від початкової кількості внесених біогенних елементів. Значне ж накопичення цих речовин у воді може призводити до процесів евтрофування.

5. Розрахунок величини виносу біогенів із врожаєм сільськогосподарських культур проводився з використанням методики ВАСГНІЛ за двома варіантами.

6. Фактичний винос біогенів із врожаєм сільськогосподарських культур показав величину, що складає біля 60% від вихідної кількості. У той час як розрахунок за оптимальними нормами складає приблизно 20%.

7. За літературними даними у ґрунті має залишатися від 50 до 80% внесених живильних речовин. Ця вимога виношується при розрахунках за

оптимальними нормами. Фактичне ж внесення добрив повільно призводить до деградації ґрунтів та виснаження її плодючості. Таке становище обумовлене значним (у 10-20 разів) скороченням внесення органічних добрив (гній) в останні роки через недостатність коштів та скрутне становище тваринництва на півострові.

8. В цілому розрахований баланс біогенних речовин на території Харківської області:

- внесено НРК у складі мінеральних та органічних добрив – 100%;
- загальний винос біогенних елементів з врожаєм сільськогосподарських рослин - біля 60% від загальної кількості біогенів, що вносяться;
- винос у водні об'єкти - менше 5%, що характеризує його як незначний 30%;
- у ґрунті залишається приблизно 30% живильних речовин.

9. Проведені розрахунки дозволяють надати практичні рекомендації щодо внесення мінеральних речовин під різні сільськогосподарські культури з ціллю зменшення стоку біогенів у водні об'єкти та подальшого їх евтрофування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Харківській області за 2015 рік// Довкілля Харківщини URL: http://vinesco.ucoz.org/load/st_d/r_d/dopovid_za_2015_rik/1-1-0-113

2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Харківській області за період 2016 рік// Довкілля Харківщини URL: http://vinesco.ucoz.org/load/st_d/r_d/regionalna_dopovid_pro_stan_dovkillja_za_2016_rik/1-1-0-196

3. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Харківській області за період 2017 рік// Довкілля Харківщини URL: http://vinesco.ucoz.org/load/st_d/r_d/regionalna_dopovid_pro_stan_dovkillja_oblasti_u_2017_roci/1-1-0-316

4. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Харківській області за період 2018 рік// Довкілля Харківщини URL: http://vinesco.ucoz.org/load/st_d/r_d/regionalna_dopovid_pro_stan_dovkillja_oblasti_u_2018_roci/1-1-0-415

5. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Харківській області за період 2019 рік// Довкілля Харківщини URL: http://vinesco.ucoz.org/load/st_d/r_d/regionalna_dopovid_za_2019_rik/1-1-0-524

6. Городній М. М. та ін. Агрохімія: підручник/ Київ: ТОВ “Алефа”, 2003. 778 с.

7. Агрохімія. - 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. Смирнов П.М., Муравин Э.А. - М.: Колос, 1984. – 304 с.

8. Минеев В.Г. Экологические проблемы агрохимии. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 251 с.

9. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 223 с.

10. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. – М.: Колос, 1996. – 223 с.
11. Корнеева Г.В. Растениеводство. - М. "Колос" 1999. - 368 с.
12. Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. М.: Наука, 1965. 320 с.
13. Методические рекомендации по расчету выноса биогенных веществ поверхностным стоком. ВАСХНИЛ. – М.: 1989. – 23 с.
14. Л.М. Полетаєва, С.М. Юрасов, В.Г. Ільїна. Моделювання та прогнозування стану довкілля: Конспект лекцій. – Одеса: «ВМВ», 2006. – 181с.
15. Куценко А.М. Писаренко В.Н. Охрана окружающей среды в сельском хозяйстве. – Киев: Урожай, 1991. – 387 с.
16. Ефимов В.Н. Система применения удобрений / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, В.П. Царенко - М.: Колос, 2002. – 320 с.
17. Листопадов И.Н., Шапошникова И.М. Плодородие почвы в интенсивном земледелии. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 205 с.
18. Писаренко В.Н., Писаренко П.В., Писаренко В.В. Агроэкология. – Полтава, 2008. – 408 с.

ДОДАТОК А

Розподіл земельної площі та сільськогосподарських угідь у господарствах усіх категорій по містах і районах Харківської області

	Загальна земельна площа тис. га	У тому числі сільсько- господарські угіддя тис. га	Із них		
			Рілля тис.га	Сіножаті тис. га	Пасовища тис. га
Всього по містах обласного підпорядкування	51,7	15,3	9,2	0,3	0,7
Балаклійський район	198,6	144,3	114,3	8,9	19,1
Барвінківський район	136,5	120,1	91,7	5,8	19,0
Близнюківський район	138,0	125,5	103,4	4,4	16,3
Богодухівський район	116,0	88,6	77,2	3,8	6,1
Борівський район	87,5	67,3	55,3	1,6	8,9
Валківський район	101,1	80,8	66,4	1,7	9,9
Великобурлуцький район	122,1	104,8	84,0	3,5	16,5
Вовчанський район	188,9	138,1	110,5	6,8	17,0
Дворічанський район	111,2	87,6	65,8	4,7	16,8
Дергачівський район	89,5	58,9	43,9	4,0	8,4
Зачепилівський район	79,4	69,6	55,8	4,3	8,7
Зміївський район	136,5	73,4	53,3	8,7	9,4
Золочівський район	96,9	79,1	66,0	4,5	7,5
Ізюмський район	155,3	97,8	74,0	5,4	17,7
Кегичівський район	78,3	69,7	61,5	1,3	6,1
Коломацький район	33,0	25,1	22,0	1,1	1,8

Красноградський район	98,5	76,9	66,2	3,4	6,2
Краснокутський район	104,1	74,6	63,1	4,7	5,2
Куп'янський район	128,0	97,5	74,0	5,7	15,4
Лозівський район	140,4	121,4	102,8	3,4	13,0
Нововодолазький район	118,3	92,5	75,3	3,6	12,3
Первомайський район	119,4	103,2	82,3	3,6	15,6
Печенізький район	46,7	30,0	24,3	2,4	3,0
Сахновщинський район	117,0	105,2	86,3	3,7	13,2
Харківський район	136,4	96,7	68,6	6,0	12,5
Чугуївський район	114,9	81,9	67,0	5,0	7,2
Шевченківський район	97,7	85,6	69,0	4,7	11,4
Всього по районах області	3090,1	2396,2	1924,0	116,7	304,2
Всього по області	3141,8	2411,5	1933,2	117,0	304,9

ДОДАТОК Б

Характеристика ґрунтів за вмістом гумусу Харківської області

Площа ґрунтів, %						Середньозважений показник, %
дуже низький < 1,1	низький 1,1-2,0	середній 2,1-3,0	підвищений 3,1-4,0	високий 4,1-5,0	дуже високий > 5,0	
0,1	0,8	6,3	32,4	52,2	8,2	4,05

ДОДАТОК В

Характеристика ґрунтів за вмістом рухомих сполук фосфору
Харківської області

Площа ґрунтів, %						Середньозважений показник, мг/кг ґрунту (Чиріков)
дуже низький < 20	низький 21-50	середній 51-100	підвищений 101-150	високий 151-200	дуже високий > 200	
0,09	4,76	38,44	35,12	18,71	2,88	106,2

ДОДАТОК Г

Характеристика ґрунтів за вмістом рухомих сполук калію
Харківської області

Площа ґрунтів, %						Середньозважений показник, мг/кг ґрунту (Чиріков)
дуже низький ≤ 20	низький 21-40	середній 41-80	підвищений 81-120	високий 121-180	дуже високий > 180	
-	2,13	26,96	31,8	33,84	5,27	108,8

ДОДАТОК Д

Середньорічні концентрації забруднюючих речовин у контрольних створах
водних об'єктів в (мг/дм³), Харківської області

Місце спостереження за якістю води	Показники складу та властивостей					
	БСК5	Сульфати	Нітрати	Цинк	Нітриди	Мідь
р. Сіверський Донець, нижче р. Уди, с. Есхар	1,7	2,1	0,3	1,2	3,6	5,8
р. Сіверський Донець, нижче м. Зміїв, с. Задонецьке	1,6	2	0,3	1,1	2,5	4,8
р. Сіверський Донець, нижче м. Балаклія, с. Ч. Гусарівка	1,6	2,1	0,2	1,2	1,7	5,2
р. Сіверський Донець, кордон з РФ, с. Огурцове	1,4	1,3	0,1	1	0,9	3,1
Печенізьке водосховище	1,2	1,3	-	0,7	0,4	3
р. Вовча, гирло, с. Гатище	1,3	1,4	0,1	1,1	0,6	3,7
р. Вовча, кордон з РФ, с. Землянки	1,1	1,2	0,1	0,9	0,8	3
р. Уди, гирло, смт. Есхар	2	2,3	0,5	1,3	8,8	7
р. Уди, вище м. Харкова, смт Пересічне	1,7	1,7	0,1	1,2	0,7	5
р. Уди, нижче м. Харкова, с. Хорошеве	2,3	2,2	0,5	1,5	9,2	7,3
р. Уди, кордон з РФ, с. Окоп	1,5	1,2	0,1	0,7	0,8	2
р. Лопань, гирло, м. Харків	2,1	2,4	0,3	1,3	5,1	6,1
р. Лопань, кордон з РФ, с. Козача Лопань	1,5	1,7	0,1	0,9	0,7	2,8
р. Харків, гирло, м. Харків	1,9	1,9	0,1	1,4	2,5	4,8
р. Харків, кордон з РФ, с. Стрілече	1,5	1,8	0,1	0,9	0,6	3
р. Оскіл, нижче м. Куп'янськ	1,3	1,2	0,1	1	0,6	3,8
р. Оскіл, кордон з РФ, с. Тополі	1,2	1	0,1	1	0,5	2,3
р. Тетлега, гирло, с. Кочеток	1,8	1,5	0,1	1,3	2,4	5,3

ДОДАТОК Е

Визначення виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь
Харківської області

Показник	Вар-т	Сільськогосподарські культури				Сумарне значення показника
		зернові та зернобобові	соняшник	картопля	овочі	
Початкова кількість внесених біогенів $W_{исх}$, т/рік	1	77648	10754	2591	7640	98632
	2	55276	3769	974	2385	62405
Кількість біогенів, винесена з врожаєм $W_{пл}$, т/рік	1	33086	749	916	9517	59808
	2	33026	549	716	5517	39808
Виніс біогенів внаслідок порушень технологій $W_{пот}$, т/рік	1	6451	718	172	490	9830
	2	2871	186	62	114	3233
Загальна величина виносу біогенів $W_{об}$, т/рік	1	59479	1267	1488	6407	69038
	2	35896	736	778	5631	43041
Коефіцієнт витрат $\alpha_{пот}$, %	1	18,7	10,9	15,5	30,2	19,4
	2	24,9	19,5	29,9	46,1	39,0