

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності 101 «Екологія»

Тема: Оцінка впливу річки Сумки на екосистему річки Псел за
гідробіологічними показниками

Завідувач кафедри Пляцук Л. Д. _____
(підпис)

Керівник проекту Кузьміна Т. М. _____
(підпис)

Консультанти:

з охорони праці Фалько В.В. _____
(підпис)

Виконавець

студент групи ОС.мз-11с Остапенко В. В. _____
(підпис)

Суми 2022

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природоохоронних технологій
Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою _____
_____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА Остапенко Валерії Володимирівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Оцінка впливу річки Сумки на екосистему річки Псел за гідробіологічними показниками

затверджена наказом по університету від "03" листопада 2022 р. № 1006-VI

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 15 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Паспорт річки Сумки, дані первинного обліку фітопланктону (надаються науковим керівником), методика визначення об'єму річкового стоку.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): проаналізувати дані щодо гідрологічної мережі Сумської області; зробити опис основних характеристик річок Сумка та Псел; проаналізувати основні методичні підходи до оцінки стану водних екосистем; розрахувати кількість і біомасу фітопланктону річок Сумка і Псел на основі даних первинного обліку; оцінити кількість нітрогену і фосфору, які надходять у Псел з р. Сумки разом з біомасою фітопланктону. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

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

Тема роботи. Мета, завдання, об'єкт та предмет досліджень. Карта-схема району досліджень. Перелік показників для оцінки екологічного стану річок. Біологічні показники екологічного стану річок. Вигляд річки Сумки в період «Цвітіння» (фото). Вигляд річки Псел нижче впадіння річки Сумки. Домінуючі види фітопланктону у річці Сумці. Розрахунки об'єму стоку за досліджений період. Чисельність і біомаса фітопланктону у річці Сумці. Чисельність і біомаса фітопланктону у Пселі. Вміст нітрогену і фосфору у біомасі водоростей. Токсичні речовини, які продукуються водоростями. Висновки.

Консультанти по проекту (роботі), із значенням розділів проекту, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Фалько В.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Робота над розділом 1. Характеристика водних об'єктів Сумської області. Характеристика річок Сумка і Псел.	Квітень-Вересень 2022 р.	
2	Робота над розділом 2. Відбір і опрацювання проб фітопланктону з річок Сумки і Псла.	Вересень-Жовтень 2022 р.	
3	Робота над розділом 3. Результати оцінки стану річки Сумки за гідробіологічними показниками та її впливу на річку Псел	Жовтень-листопад 2022 р.	
4	Робота над розділом 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Листопад 2022 р.	

5. Дата видачі завдання _____ 24.09.2022 _____

Студент _____

Керівник проекту _____

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел URL, який містить 28 найменувань. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить 58 с., у тому числі 15 таблиць, 15 рисунків, перелік джерел URL 2 сторінки.

Мета роботи – оцінка впливу річки Сумка на екосистему річки Псел за гідробіологічними показниками.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі *завдання*:

- проаналізувати дані щодо особливостей гідрологічної мережі Сумської області та ;
- визначення основних характеристик річки Сумка та Псел;
- огляд основних методичних підходів до оцінки стану водних екосистем;
- здійснення оцінки впливу річки Сумки на річку Псел, до якої вона впадає, на основі аналізу гідробіологічних показників.

Об'єкт дослідження – екосистеми річок Псел та Сумка.

Предмет дослідження – стан екосистеми річки Сумки та її вплив на річку Псел.

Ключові слова: ЕКОСИСТЕМА РІЧКИ, ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН, ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНИХ ОБ’ЄКТІВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ....	6
1.1 Опис гідрологічної мережі Сумської області.....	6
1.2 Загальна характеристика річки Сумка	9
1.3 Загальна характеристика річки Псел.....	13
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПРОЦЕСУ ЗДІЙСНЕННЯ ОЦІНКИ СТАНУ ВОДНИХ ОБ’ЄКТІВ.....	16
2.1 Основні положення і поняття	16
2.2 Сучасні методичні підходи до оцінки стану водних ресурсів.....	19
2.3 Методика оцінки водних об’єктів з врахуванням кількісних та якісних показників	26
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ СТАНУ РІЧКИ СУМКИ ЗА ГІДРОБІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ТА ЇЇ ВПЛИВУ НА РІЧКУ ПСЕЛ .	30
3.1 Фітопланктон як гідробіологічний показник стану річок.....	30
3.2 Фітопланктон річок Сумка і Псел	33
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	46
4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів при роботі в лабораторії	46
4.2 Розрахунок вентиляції лабораторного приміщення.....	49
4.3 Безпека персоналу лабораторії в надзвичайних ситуаціях.....	51
ВИСНОВОК.....	54
ПЕРЕЛІК ДЖРЕЛ ПОСИЛАНЬ	56

Підп. і дата		Інв.№дубл.		Взаєм.інв.№		Підп. і дата		ТС 21510195				
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Оцінка впливу річки Сумки на екосистему річки Псел за гідробіологічними показниками			Літ.	Аркуш	Аркушів		
								4	58			
СумДУ, ЦЗДВН ОС.мз-11с												
Інв.№подл.	Розроб.	Остапенко										
	Перев.	Кузьміна										
	Н.Контр	Батальцев										
	Затв.	Пляцук										

ВСТУП

Актуальність роботи. Водні ресурси мають особливе значення і є життєво важливим стратегічним природним ресурсом. Згідно з класифікацією ООН, Україна є однією з найменш багатих ресурсами країн Європи за запасами власної води, які можна використовувати для задоволення потреб населення. Згідно з цією класифікацією, найнижчий рівень водопостачання становить 1700 м³ на душу населення на рік. В Україні це значення становить близько 1200 м³ на душу населення на рік. Водночас сильний антропогенний вплив на природне середовище призводить до погіршення якості поверхневих і підземних вод. Проблема водопостачання та стан питної води населення в Україні значно погіршилися, і якість води в Сумській області. На даний час необхідно раціонально використовувати водні ресурси, покращувати якість води, зменшувати споживання води

Метою роботи – оцінка впливу річки Сумки на екосистему річки Псел за гідробіологічними показниками.

Завдання, що були поставлені:

- проаналізувати дані щодо особливостей гідрологічної мережі Сумської області;
- зробити опис основних характеристик річок Сумка та Псел;
- проаналізувати основні методичні підходи до оцінки стану водних екосистем;
- здійснити оцінку впливу річки Сумки на річку Псел, до якої вона впадає, на основі аналізу гідробіологічних показників.

Об'єктом роботи є екосистеми річок Псел та Сумка.

Предметом роботи є гідробіологічні процеси, що протікають в обох річках.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510195

Арк

5

РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Опис гідрологічної мережі Сумської області

Річкова мережа Сумщини має ознаки «помірно розвиненої». Її середня щільність 0,2 – 0,3 км/км². Водночас у басейнах Ворскли та Псла густота річкової мережі вище середньої: від 0,3 до 0,5 км/км² [1].

Гідрологічну мережу Сумської області складає велика річка Десна, а точніше русло річки довжиною 37 км, по якому проходить кордон між Сумською та Чернігівською областями, та шість середніх річок – Псел, Сула, Ворскла, Хорол, Сейм і Клевень та їх притоки – малі річки та струмки (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Загальна характеристика річкової мережі Сумщини

Річка		Довжина русла, км	Довжина в межах Сумської області, км	Кількість водосховищ/ставків, що входять до басейну
Суббасейн Десни	Десна	1130	37	20/750
	Сейм	784	167	
	Клевень	133	124	
Суббасейн середнього Дніпра	Псел	717	176	14/577
	Сула	363	152	6/681
	Ворскла	464	122	3/183

Згідно з екологічним паспортом області, всього в регіоні налічується 195 малих річок, що протікають понад 10 кілометрів. Їх загальна протяжність 3946 км. Крім того, територією області протікає 1341 струмок довжиною менше 10 км, загальна довжина потоку становить 3224 км.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Вип.	
Арк	
№ докум.	
Підп.	
Дата	

До штучних водойм області відносяться водосховища і ставки. В області налічується 41 водосховище загальною ємністю 80,44 млн м³ та 2808 ставків загальною ємністю 152,56 млн м³.

Центральна річка має 5 водосховищ: 4 на Пселі, утворених при будівництві малої гідроелектростанції, і 1 на Ворсклі, основне призначення якого – накопичення води для сільськогосподарських та інших потреб. Усі водосховища, побудовані на середніх річках, є руслами.

Інші водойми розташовані на малих річках і струмках. Переважна більшість (28) з них також є річковими руслами, а 8 є заплавами. Переважна більшість водойм наповнюється навесні внаслідок танення снігу. Найбільша кількість ставків розташована в центральній та південній частині Сумської області – лісостеповій зоні [2].

Як зазначалося вище, переважають руслові водосховища та ставки, що негативно впливає на режим річки, якість води та потенціал самоочищення. Лише 8 водосховищ є заплавами, тобто не перекривають основного русла річки.

На річках суббасейну Десни споруджено 20 водосховищ і 750 ставків місткістю 83,1 млн куб.

Річка Псел у Сумській області являє собою ланцюг із 4 водосховищ. Притока Псла має 10 водосховищ і 577 ставків об'ємом 50,8 млн м³.

За даними Регіонального офісу водних ресурсів, в області нараховується 372 малих і середніх річок, на річкових руслах і заплавах споруджено 2849 водосховищ і ставків, на кожну річку припадає 7,7 штучних водойм (ставків і водосховищ) [3].

Вивчаючи карту річок і озер, майже всі малі річки мають кілька ставків, через що ці річки майже втратили свою функцію приток і перестали бути джерелом води для великих і середніх річок. Крім того, руслові ставки та водосховища підривають самоочисну здатність річок. Найбільші водосховища на руслах малих річок і руслові водосховища на річках середньої величини зображені на рисунку 1.1.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№одубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк
						7

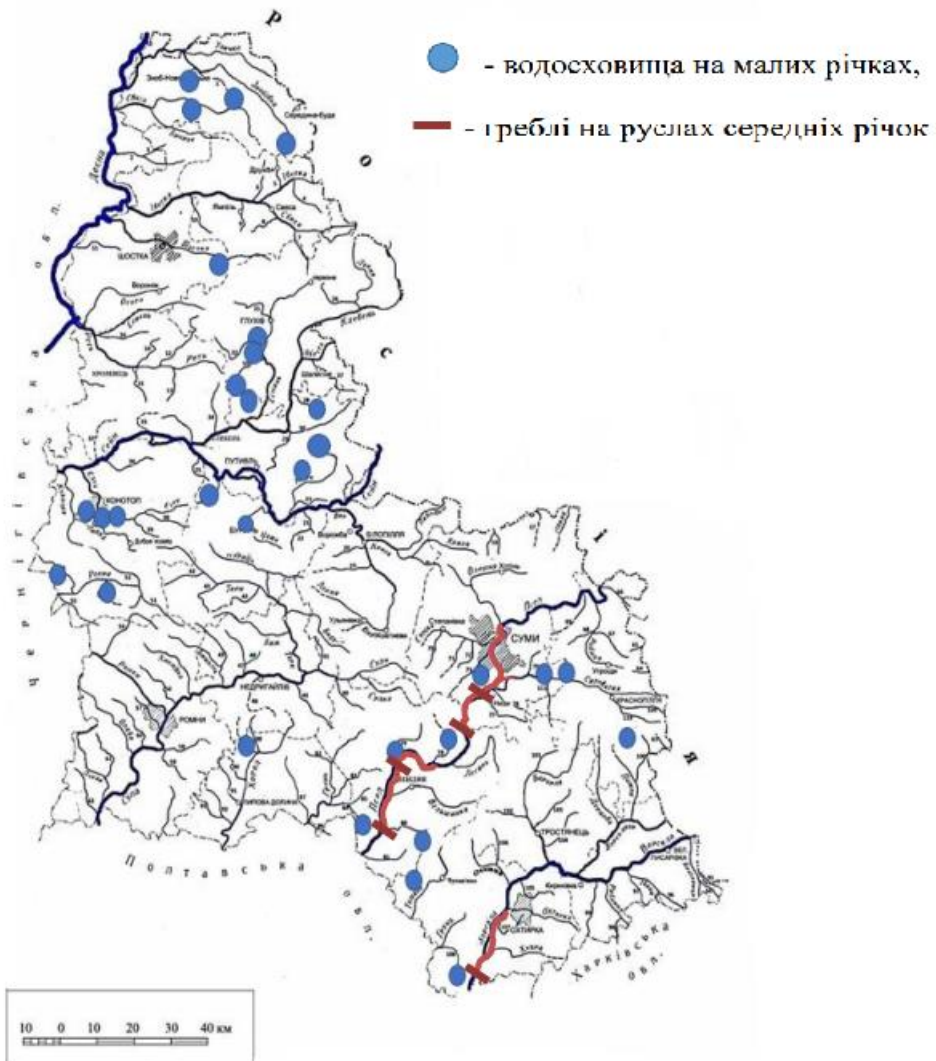


Рисунок 1.1 – Розташування гребель та водосховищ на річках області

Проблема, яка розглядається у нашій роботі, стосується не лише річки Псел та її притоки – річки Сумки, а всіх річок, притоки яких зарегульовані водосховищами і ставками, що призводить до негативних змін їх екосистем – зниження самоочисної здатності, евтрофікація, «цвітіння» води, зміни видового складу і кількісних показників розвитку водних живих ресурсів.

Підп. і дата
Взаєм.інв.№
Інв.№дубл.
Підп. і дата
Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510195

1.2 Загальна характеристика річки Сумка

Річка Сумка належить до водозбору р. Псел і є її першою правою притокою. Вододіл знаходиться в межах лісостепу. Річка протікає по території області Сумської області. Бере початок із джерелі та ставків поблизу сіл Новосуханівка та Миловидівка. Протікає територією міста Суми, а також самого та впадає в річку Псел.



Рисунок 1.2 – Карта басейну річки Сумка

Населені пункти, розташовані на річці Сумка: село Новосуханівка село Степанівка село Закумськ село Кононенкове, село Косівщина, місто Суми.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Загальна довжина річки 37,7 км, площа водозбору 385 км², довжина басейну 21 км, максимальна ширина 36,6 км, середня ширина 18,3 км, асиметрія басейну 0,5, ухил улоговини 0,65 м/км [4].

Витік річки розташований на висоті 180 метрів над рівнем моря, за 4 кілометри на північний захід від села. Терешківка Сумського району Сумської області. Річка Сумка має 4 притоки довжиною понад 10 км із загальною довжиною 68,3 км (р. Гуска, р. Липов'яр, р. Сухоносівка (Ірма), р. Стрілка). Крім того, Сумка має менші притоки довжиною менше 10 км (Головашівка, Степанівка, Дарня Ірма, Попадка (Попа Діа, Велетнівський та ряд інших малих сухих річок). Коефіцієнт густоти річкової мережі становить 0,28 км/км².

Річний стік річки становить 36,6 млн м³, річний стік сухої води з забезпеченістю 75% і 95% відповідно становить 240 тис. м³ і 13,6 млн м³. Стік річки сильно зарегульований. Станом на 1991 рік налічувався 21 ставок і водосховище, що регулюють місцевий стік, загальною ємністю 22,466 млн м³.

Для гідрології Сумки характерні значні весняні паводки, літні та осінні паводки, хвилювання дощових та сніготалих вод. Джерело води річки Сумка в основному дощове та снігове. Підземні води також відіграють важливу роль у живленні річок. Взимку та влітку для живлення річка повертає майже виключно на ґрунт. В міських умовах м. Суми поверхневий стік зливових вод більш виражений в літній період через наявність зливової каналізації та міської забудови, що їх формує.

Перепад річки становить 56 м, а середньозважений похил 0,93 м/км. Русло річки Сумки звивисте, глибина води на порогах 0,4-0,8м, на порогах 0,1-0,3м. Швидкість течії води на краю порогів досягає 0,08-0,1 м/с, у паводковий період близько 0,2-0,25 м/с, на крайових порогах 0,4-0,5 м/с, у вологий період 0,7-0,8. Коефіцієнт звивистості русла річки становить 1,8, частина русла стає прямолінійною.

За даними Паспорту річки Сумка загальна гідрологічна характеристика річки Сумка наведена в таблиці 1.2.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк
						10

Таблиця 1.2. Гідрографічні характеристики басейну р. Сумка

Характеристика	Розмірність	Основна річка	Притоки довжиною більше 10 км			
			Гуска	ур. Липовий Яр	Сухоносівка	Стрілка
Куди впадає	-	Псел	Сумка	Сумка	Сумка	Сумка
Права або ліва притока	-	правий	правий	правий	правий	правий
Довжина	км	37,7	12	15,6	16,8	24
Довжина по місту	км	5	-	-	-	-
Відмітка:	-	-	-	-	-	-
витоку	м. абс.	180	190	210	200	210
гирла	м. абс.	124	134,8	131,8	131,8	125
падіння	м. абс.	56	55,2	78,2	68,2	85
нахил	-	-	-	-	-	-
середній	м/км	1,48	4,6	5,04	4,06	3,54
Площа водозбору	км ²	385	29,6	30,2	35,7	71,2
Середня висота водозбору	м. абс.м/км	168,36	174,12	172,21	174,28	159,5
Середній нахил водозбору	м/км	17,35	13,41	28,74	27,4	17,6
Лісистість	%	4,2	1,6	8	4,7	10,9
Заболоченість	%	0,5	0	2,1	0,4	0,4
Розораність	%	58,5	58,4	58,6	57,7	48
Урбанізованість	%	4,6	6,4	4,6	5,8	3,0
Коефіцієнт густоти річкової мережі	-	-	-	-	-	-
з урахуванням річок, довжиною більше 10 км	км/км ²	0,28	0,4	0,51	0,47	0,34

Щодо ґрунтової характеристики розташування Сумки, то це в основному чорноземн на алювіальних відкладах і лесових породах. Первинними породами є крейдяні та мергельні відкладення верхнього мезозою, перекриті малопотужними відкладеннями піску, пісковика та глини палеоген-неогенового періоду, а четвертинні відклади представлені лесовими та суглинистими первинними породами. Характеристика русла річки представлена у вигляді таблиці (таблиця 1.3) [4, 5].

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк
						11

Таблиця 1.3 – Характеристика річки Сумка

Характеристика	Розмірність	Значення
Замулення	М	0,2-0,8
		0,1-0,7
		0,5-0,9
	%	0,1-30
		65-96
Відносна довжина ділянок русла:	%	7
спрямлених		2,5
обвалованих, що знаходяться в підпорі		20,2
Відносна протяжність різних угідь в межах прибережної зони:	%	-
рілля		2,5
сінокос		12,5
пасовище		23
присадибні ділянки		18
ліси та чагарники		13,5
болото		31,5

З 1970 по 1990 рік в басейні річки Сумка було побудовано 12 ставків загальною площею 213,7 га, загальним об'ємом води 4,438 млн м³. У таблиці 1.4 наведено перелік споруджених ставків у басейні річки Сумка.

Таблиця 1.4 - Перелік ставків побудованих в басейні р. Сумка на протязі 1970-1990 років

№	Назва водних об'єктів	Площа, га	Об'єм води, тис. м ³
1	Став в с. Солідарне Сумського району	390	741
2	Став в с. Грицаківка	12,1	363
3	Став в с. Пчола	9,4	121
4	Став № 1 в с. Степанівка	5,8	138
5	Став № 2 в с. Степанівка	4,3	76
6	Став в с. Глиняне	9,4	156
7	Став в с. Головашівка	7,6	96
8	Став № 1 в с. Підліснівка	21,2	310
9	Став № 2 в с. Підліснівка	76,1	2100
10	Став в с. Степне	12,1	144
11	Став в с. Терешківка	5,6	72
12	Став в с. Ново-Суханівка	11,1	121

Для ґрунтового покритву характерний чорнозем типовий потужний, місцями зустрічаються стручкові та вилужені чорноземи супіщаного складу.

Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк
								12
Підп. і дата	Інв.№модул.							
Інв.№лодл.								

Рослинний покрив в районі річки Сумка представлений переважно сільськогосподарськими угіддями в кленово-липово-дубових і дубових лісах. На території річки також виникають природні лісові острови.

Річка Сумка протікає по долині з вираженою заплавою. Глибина долини близько 5-10 метрів, а ширина долини близько 1-1,5 кілометрів. Долини річок відомі своєю характерною асиметрією. Якщо правий берег крутий, то лівий, навпаки, пологий.

Русло Сумки має середню ширину 2-8 м і глибину близько 1-1,5 м. Дно річки в основному вкрите шаром мулу, подекуди товщиною до 1 м, який продовжує збільшуватися, тому течія сповільнюється та спостерігається надмірне зростання вищих водних рослин у руслі [4].

1.3 Загальна характеристика річки Псел

Річка Псел бере початок у на території Російської Федерації (Белгородська область) і впадає до Дніпра на території України (у Полтавській області). Ліва притока Дніпра (басейн Чорного моря).

Витік річки Псел знаходиться в Прохоровському районі Белгородської області, далі перетинає російсько-український кордон на північний захід від села Засперя. Тече спочатку переважно на захід, в межах Сумської області та міста Гадяч – переважно на південний захід, потім на південь і частково на південний захід. Впадає в Дніпро між містами Кременчук та Горішні Плавні (рисунок 1.3) [6].

Річка Псел має староукраїнську назву «Псль», яка вперше згадується у 1113 року у літописі Нестора-літописця «Повість временних літ». Щодо походження назви існують різні думки. Вчені вважають, що ця назва від давньогрецького слова, що означає «пселлос» — темрява.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк
						13

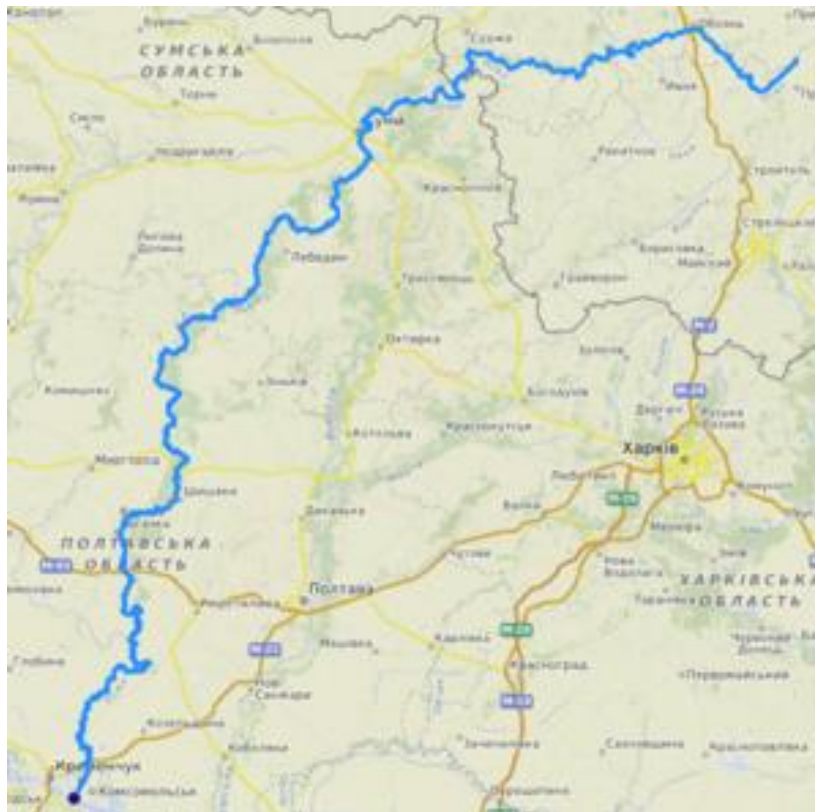


Рисунок 1.3 – Траєкторія русла річки Псел

Загальна довжина річки 717 кілометрів, площа водозбору 22 800 км². В Україні площа водозбору річки Перселл становить 16 270 км². Верхня долина вузька, глибока і крута, ширина внизу 10-15 кілометрів, а внизу 20 кілометрів. Схил долини асиметричний – зліва низький, справа – високий. Проїжджаючи через село Шишак, в річці спостерігається рідкісне явище: лівий берег не високий, але правий – виняток Г. Коріоліса, згідно з яким правий берег річки в північній півкулі вищий [7].

Повенева вода перекинулася в струмки та річки, і річки були затоплені в деяких районах. Русло річки звивисте, роздвоєне, ширина повільної річки може досягати 60-80 метрів, а похил 23 м/км [6]. Живлення річки переважно снігове. Замерзає на початку грудня і зберігається до кінця березня.

Вздовж річки збудовано близько десяти водосховищ, що змінило природний вигляд Псла в цілому. Вони мають типи каналів для відносного водообміну. Слід також зазначити, що водосховища, розташовані вище за течією, мають більше мулу на дні, ніж водосховища, розташовані нижче.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510195

Арк
14

На річці функціонує 12 гідрологічних постів. Кількість водозаборів у різних регіонах у межах вододілу Псла наведено в таблиці 1.5 [1].

Таблиця 1.5 – Водозабори на річці Псел

Річка	Загальна кількість водозаборів	Діапазон площ водозабору, км ²						
		0<F≤10	10<F≤100	100<F≤1000	000<F≤2000	2000<F≤5000	5000	F>10000
Псел	12	-	-	4 (33 %)	2 (17 %)	1 (8 %)	2 (17%)	3 (25 %)

Регіональним офісом водних ресурсів проводять регулярні спостереження річки Псел. Точки відбору проб розташовані у водозбірних районах м. Суми, м. Гадяч та с. Запсілля, а притоки р. Говтва – с. Михнівка та Хорольський райони - м. Миргород. За межами України знаходиться певна кількість пунктів спостереження, інформація про які невідома. За останнє десятиліття в Україні кількість таких постів зменшилася. Серед закритих на сьогодні є пост у на річці Псел у селі Яреськи (Полтавської області).

Басейн річки Псел розташований на сході нафтогазоносного регіону, також відомого як Дніпровсько-Донецький нафтогазоносний регіон. Ця територія пов'язана з верхньопалеозойськими (і меншою мірою мезозойськими) осадовими відкладами Дніпровсько-Донецької западини. Поширений у Сумській та Полтавській областях [8].

Річка Псел є однією з головних водойм, які взаємодіють з підприємствами міста Суми. Це має велике значення для постачання промислової води підприємствам. Стічні води підприємств, які скидаються в річку Псел в місці скиду, повинні відповідати нормам гранично допустимого скиду (ГДС) і гранично допустимої концентрації (ГДК) показника якості води [4, 9].

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№одубл.	Підп. і дата

РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПРОЦЕСУ ЗДІЙСНЕННЯ ОЦІНКИ СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

2.1 Основні положення і поняття

Водні ресурси є важливою частиною національного багатства всіх країн, а їх кількість і якість є найважливішими питаннями сьогодення. З кожним наступним роком посилення антропогенного тиску спричиняло їх поступове висихання. Екологічні проблеми, пов'язані з погіршенням стану країни, і проблеми безпеки ускладнюються інтенсивним відкачуванням поверхневих і підземних вод і забрудненням їх різними забруднювачами.

Під водними ресурсами розуміють наявну на Землі воду: річки, озера, океани, підземні води, ґрунтові води, водойми, лід у горах і полярних льодовиках або всі води гідросфери [10].

Відповідно до ст. 3 Водного кодексу України Усі води (водні об'єкти) на території України становлять її водні ресурси, у тому числі: поверхневі води, підземні води та джерела, внутрішні моря та територіальні моря.

До поверхневих вод входять:

- річки - природні водотоки, що витікають з джерел або озер, боліт (рідше), які утворюють струмки і течуть під дією сили тяжіння; живляться поверхневими і підземними водами, від атмосферних опадів у басейнах;
- струмки - вузькі водотоки, переважно з звивистою річкою, довжиною до 10 км;
- озера - природні водойми з повільним водообміном, розташовані глибоко в суші і не сполучені з морем протоками;
- водосховища – штучні водойми, споруджені за допомогою дамб для регулювання стоку, експлуатації гідроелектростанцій або інших господарських потреб;

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№одубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк 16
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

- ставки - штучні водойми об'ємом 1 млнм³ для водопостачання, зрошення, рибництва і водоплавної птиці, санітарно-гігієнічних і спортивних потреб;
- канали - гідротехнічні споруди у вигляді відкритих штучних каналів, по яких вода тече без напору;
- водно-болотні угіддя - ділянки боліт, боліт, дноуглублених, торфовищ або водойм - природних або штучних, постійних або тимчасових, стоячих або проточних, прісних, солонуватих або солоних, включаючи ділянки морської води, глибина яких не перевищує 6 метрів під час відпливу;
- інші водойми. .

Підземні та джерельні води — це води у верхній частині земної кори. Вони заповнюють щілини, пори, тріщини і порожнечі.

Щодо джерел формування водних ресурсів, то це переважно атмосферні опади (місцевий річковий стік, ґрунтова волога, підземні води), а також зовнішні надходження із суміжних територій. Кліматичні умови визначають кількість і структуру атмосферних опадів, які досягають поверхні водозбірного басейну, а також потенціал їх природних втрат через випаровування - головний елемент витрат водного балансу [10].

Водний ресурс – важливий природний ресурс стратегічного значення, який має особливе значення і активно використовується людиною. Ступінь відповідності потреби (біоти, території, підприємства, поселення) ймовірності її задоволення, вираженої в одиницях об'єму або у відсотках, називається водозабезпеченням [4].

Використання водних ресурсів багато в чому залежить від їх стану, який залежить від природних умов формування стоку, включаючи кліматичні фактори, рельєф поверхні і характер ґрунту, з якого він утворений.

Водокористування означає використання води (водних об'єктів) для задоволення потреб таких галузей економіки, як населення, промисловість,

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.Модубл.	
Підп. і дата	
Інв.Мододл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510195

Арк

17

сільське господарство та транспорт, включаючи право на водозабір, право на скидання стічних вод та інші види води.

Водоспоживання - це вода, яка використовується підприємствами і населенням для технічних і побутових потреб, а водовідведення - скидання стічних вод із територій промислової та житлової забудови за допомогою інженерно-технічного обладнання та каналізаційних мереж .

Раціональне використання водних ресурсів — взаємозалежна діяльність водоспоживачів і категорій водокористувачів, об'єктів і заходів щодо максимального задоволення потреб людей. Це залежить від впливу різних техногенних і природних факторів. По-перше, це пов'язано з гідрологічними умовами, що визначають зберігання водних ресурсів, топографічними та геоморфологічними особливостями, що визначають потенціал стресу, затоплення та затоплення територій, кліматом [12].

У науковій літературі поняття «добросовісне використання» виражається так: економне та розумне використання природно-ресурсного потенціалу території та енергії на основі реалізації досягнень науково-технічного прогресу з метою забезпечення балансу між соціально-економічними потребами населення та балансом еколого-економічних систем.

З розвитком технологій та інтенсифікацією промислового виробництва в сучасному світі збільшується використання водних ресурсів, що в свою чергу вимагає постійної та адекватної оцінки водних ресурсів. Оцінка природних вод полягає у визначенні їх придатності для практичного використання і проводиться відповідно до національних стандартів і правил [13].

Згідно зі ст. 95 Водного кодексу України всі водні об'єкти повинні охоронятися від забруднення, засмічення, виснаження та інших дій, які можуть погіршити водопостачання, створити загрозу здоров'ю людей, призвести до скорочення чисельності диких тварин, скорочення. Розвиток аквакультури, родючість земель та інші несприятливі явища призводять до зміни фізико-

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк
						18

хімічних властивостей водойм, руйнування гідрологічних і гідрогеологічних умов, зниження природних очисних можливостей [10].

На даний момент найбільш гострою проблемою у світі є виснаження водних ресурсів через погіршення якості, що є більшою загрозою, ніж виснаження кількості. При цьому, крім оцінки питомих показників водозабезпеченості на душу населення, також оцінювалася практичність природних вод за національними стандартами.[13].

2.2 Сучасні методичні підходи до оцінки стану водних ресурсів

Існують різні підходи до оцінки водних ресурсів. Попередній розгляд цих підходів дозволяє зазначити, що всі вони зводяться до двох напрямів: економічного та екологічного (рисунок 2.1).

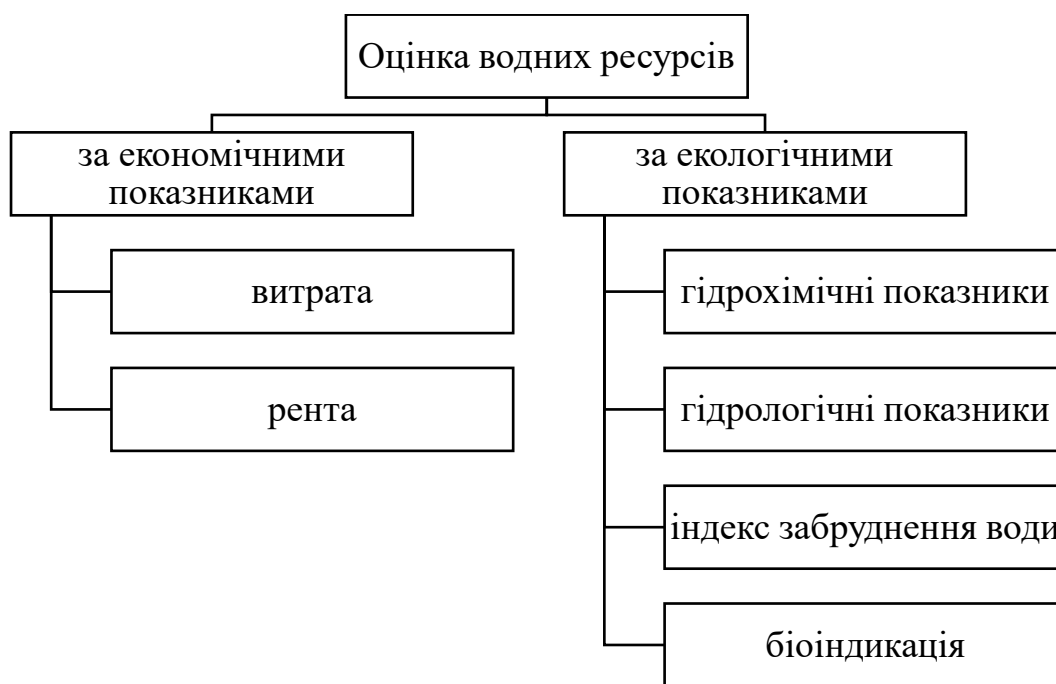


Рисунок 2.1 – Блок-схема методів здійснення оцінки водних ресурсів

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

Економічна оцінка водних ресурсів, крім оцінки «фактично наявних» водних ресурсів (поверхневі води, підземні води), включає також конкретні показники забезпеченості населення водою на душу населення.

Економічна оцінка природних ресурсів створюється на основі розрахунків, що передбачають вартість природних компонентів, у даному випадку водних ресурсів. Економічна оцінка водних ресурсів сильно впливає на структуру економіки, формування соціально-економічних, науково-технічних планів розвитку різних підприємств і фабрик, вибір заходів, спрямованих на збереження і раціональне використання ресурсів місцевості чи країни. Економічна оцінка відіграє важливу роль у формуванні всіх економічних зв'язків суспільного виробництва, природно-ресурсних ринкових відносин і виконує багато функцій, базові з яких: ефективне управління природними ресурсами та зміна умов використання ресурсів.

В економічній оцінці природних ресурсів виділяють два основних поняття: собівартість і рента. Перший визначається шляхом розрахунку вартості освоєння та залучення нових ресурсів, а другий базується на критерії національного економічного впливу (ренти), в основі якого лежить зміна якості природних ресурсів. В економічному сенсі ми можемо знати з теорії відносин земельної ренти, що цей ефект формується монополією держави на експлуатацію найякісніших ресурсів. Отже, видобуток природних об'єктів стає економічно вигіднішим зі зміною умов праці та методів виробництва, що знижує гранично допустимі витрати на використання та відтворення природних ресурсів. Тому основною відмінністю економічних концепцій є критерії оцінки, сформовані на основі різних теорій вартості [14].

Екологічна оцінка якості поверхневих вод несе інформацію про стан водного об'єкта і відображає зміни екологічного стану водного об'єкта під впливом природних і антропогенних факторів. Одним із найпростіших способів оцінки якості водних ресурсів є оцінка індексу забруднення води (ІЗВ). Також часто використовується оцінка якості поверхневих вод за гідрохімічними чи

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк
						20

гідробіологічними показниками та екологічна оцінка якості поверхневих вод за суміжними категоріями [15].

Оцінка якості води за індексом забруднення води є найпростішим для реалізації методом, і найменше потребує вимірювання показників, а саме: вміст розчиненого кисню, БСХ₅, вміст фенольних речовин, вміст нафти, азоту амонійного та нітритного. Результатом такої оцінки є порівняння середнього арифметичного кожного показника з гранично допустимою концентрацією. За результатами досліджень залежно від кількості забруднюючих речовин водні ресурси поділяється на сім категорій (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Оцінка якості водойми за індексом забруднення води

Клас якості води	I	II	III	IV	V	VI	VII
Індекс забруднення	0-0,3	0,3-1	1-2,5	2,5-4	4-6	6-10	≤10
Назва класів і категорій якості вод за їх станом	дуже чиста	чиста	помірно-забруднена	забруднена	брудна	дуже брудна	надзвичайно брудна

Перший тип якості води характеризується низькими концентраціями забруднюючих речовин і відносно незначним впливом на навколишнє середовище. Друга категорія характеризується світловим забрудненням, яке викликає дисбаланс в екосистемі, але не завдає значної шкоди. До третьої категорії належать води, що характеризуються значним антропогенним навантаженням. Значним антропогенним навантаженням і порушенням екологічної рівноваги характеризується вода наступних класів якості.

Хімічні показники води для оцінки якості поверхневих вод. Існують різні методи оцінки якості води та ступеня забруднення шкідливими речовинами за хімічними показниками води. Одним із широко поширених в Україні методів є розроблений Інститутом хімії води комплексний метод оцінки якості води за загальною кількістю забруднюючих речовин та їх виявлення. Відповідно до цієї методики природні водні об'єкти класифікуються за вимогами до конкретного

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№одубл.	Підп. і дата

виду водокористування. На початку дослідження необхідно визначити методику оцінки якості води за типом забруднення водного об'єкта. Для цього необхідно визначити коефіцієнт складності, який розраховується шляхом порівняння компонентів водного середовища, що перевищують ГДК, із загальною кількістю компонентів, встановлених шляхом встановлення антропогенного навантаження на водний об'єкт. Основою для визначення індексу забруднення є три основні складові: частота перевищення ГДК, частота випадків забруднення води та їх характер. Для визначення рівня якості води прийнята трирівнева класифікація за повторюваністю, характером і частотою випадків забруднення.

Перший рівень класифікації полягає у встановленні ступеня стійкості до забруднення, вираженого в балах (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Класифікація водних об'єктів за ознаками повторюваності випадків забруднення

Повторюваність, %	Тип забруднення	Часткові оціночні бали	
		Виражені умовно	Абсолютні значення
0-10	Одиничний	a	1
10-30	Нестійкий	b	2
30-50	Стійкий	c	3
50-100	Характерний	d	4

Вторинна класифікація водних ресурсів проведена за частотою перевищення одиничних забруднюючих речовин наведена у таблиці 2.3:

Таблиця 2.3 – Класифікація водних об'єктів за рівнем забруднення

Кратність перевищення нормативного значення	Тип забруднення	Часткові оціночні бали	
		Виражені умовно	Абсолютні значення
0-2	Низький	a1	1
2-10	Середній	b1	2
10-50	Високий	c1	3
50-100	Дуже високий	d1	4

Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	TC 21510195	Арк
								22
Підп. і дата	Інв.№дубл.	Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		
Інв.№поодл.								

Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Відповідно до цього методу характеристика якості поверхневих вод здійснюється на основі екологічної класифікації, яка включає широкий набір показників, які об'єднані в три блоки:

- 1) сольовий склад, хімічний склад води;
- 2) торфо-сапробіологічні показники якості води;
- 3) токсична дія специфічних речовини (мідь, цинк, залізо, марганець, фториди, нафтопродукти, SPAR) [15].

Екологічна оцінка якості води включає кілька етапів: по-перше, розраховують середньоарифметичне значення кожного показника та порівнюють з відповідними нормативами якості води, по-друге, визначають показники якості води для кожного з трьох блоків (I_1, I_2, I_3), по-третє. Використовуйте комплексний екологічний індекс ІЕ (розраховується як середнє значення суми $I_1+I_2+I_3$) для проведення комплексної оцінки якості води; по-четверте, за допомогою цих показників визначте, чи належить вода до певної категорії. та якість відповідно до стану та категорії чистоти води.

Дана методика використовується для оцінки стану водних об'єктів з метою забезпечення населення водними ресурсами шляхом визначення загального стану водного об'єкта, який базується на показниках екологічного потенціалу та хімічного стану (фізика води, хімія води, гідробіологія, бактеріологія, токсикологія тощо, передають характеристики біотичних і абіотичних компонентів водних екосистем) і оцінюють відповідно до національних і міжнародних стандартів якості води.

Це один із найбільш часто використовуваних методів оцінки стану водних ресурсів, але часто змінюється залежно від країни використання. [двадцять один].

Оцінка екологічного стану водних екосистем методами біологічних індикаторів Біологічні методи оцінки якості води дозволяють характеризувати екологічний стан водних об'єктів шляхом вивчення абіотичних факторів водою. В якості біологічних індикаторів якості води можна використовувати велику

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

кількість різноманітної біоти, зосередженої у водоймах: планктонних і донних безхребетних, найпростіших, водоростей, макрофітів, бактерій [14].

Екологічний стан можна оцінити за допомогою різних показників. Індекс Гуднайта-Уітлі розраховується за показниками чисельності макробентосу і дорівнює відношенню чисельності дрібних гривастих червів до загальної чисельності цих організмів. Вважається, що від їх частки залежить інтенсивність забруднення води. Цей індекс використовується лише у водоймах, де можуть мешкати олігохети.

Індекс Вудівіса базується на порядку, в якому різні представники фауни зникають із водойм із збільшенням забруднення. Він розраховується за якісними показниками і не враховує велику кількість тварин.

Миколаївський індекс забезпечує засіб збору якісних даних із субстратів дна річок та ідентифікації безхребетних на роди чи родини. Миколаєва річкова вода поділяється на 6 класів якості:

- 1 – дуже чиста (ксеносапробна),
- 2 – чиста (олігосапробна),
- 3 – помірно забруднена (b-мезосапробна),
- 4 – забруднена (амезосапробна),
- 5 – брудна (б - полісапроб);
- 6 - дуже брудна (а-полісапроб) [15].

Індексна відповідність цих показників якості води наведена в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Порівняння деяких індексів якості води

Клас вод по Ніколаєву	Індекс Гуднайті-Уітля	Індекс Вудівісса
1 – дуже чиста	0-20	8-10
2 – чиста	21-35	5-7
3 – помірно забруднена	36-50	3-4
4 – забруднена	51-65	1-2
5 – брудна	66-85	0-1
6 – дуже брудна	86-100	0

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Сучасний підхід до оцінки екологічного стану водойм, прийнятий в Україні з 2019 р., викладений у «Методиці віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод» [16], URL на яку наведено в статті 21¹ Водного кодексу України [10]. Ця методика узгоджується з вимогами до оцінки екологічного стану водойм, які застосовуються в країнах Євросоюзу і сформульовані у Водній рамковій директиві Євросоюзу (2000) [17].

Запропоновані у Водній рамковій директиві Євросоюзу і затверджені у «Методиці...» [16] показники, які застосовуються для оцінки екологічного стану річок, наведені у таблиці 2.5 і на рисунок 2.2.

Інв.№лодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата					
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195				Арк
									25

Таблиця 2.5 – Показники, які застосовуються для оцінки екологічного стану річок [16].

Біологічні показники:	<ul style="list-style-type: none"> – склад та середні кількісні показники: фітобентосу; макрофітів; фітопланктону. – склад та середні кількісні показники донних безхребетних. – склад, середні кількісні показники та вікова структура риб.
Гідроморфологічні показники	<ul style="list-style-type: none"> – гідрологічний режим: кількісні показники водного стоку та динаміки стоку води; гідравлічний зв'язок з ґрунтовими водами. – цілісність русла річки. – морфологічні умови: варіабельність глибини та ширини річки; структура та субстрат річкового ложа; структура прибережної зони
Хімічні та фізико-хімічні показники	<ul style="list-style-type: none"> – загальні фізико-хімічні показники: температура; водневий показник рН; розчинений кисень; вміст розчинених солей (мінералізація, електропровідність); біологічне споживання кисню; хімічне споживання кисню; біогенні елементи ($N_{\text{заг}}$, $N\text{-NH}_4^+$, $N\text{-NO}_3^-$, $N\text{-NO}_2^-$, $P_{\text{заг}}$, $P\text{-PO}_4^{-3}$). – специфічні забруднюючі речовини: синтетичні та несинтетичні забруднюючі речовини, що надходять у водний об'єкт

2.3 Методика оцінки водних об'єктів з врахуванням кількісних та якісних показників

Методологічний аналіз дозволяє стверджувати, що всі методи оцінки зводяться до двох напрямів: економічного (за кількісними показниками) та екологічного (за якісними показниками).

Оцінка кількісних показників водних ресурсів. На першому етапі проводився аналіз водної безпеки шляхом встановлення конкретних показників водних ресурсів на душу населення (поверхневих вод (загальний стік, місцевий стік) та підземних прогнозних ресурсів) на основних ділянках річок басейну в

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510195

регіоні. Оскільки статистична інформація (населення, запаси підземних вод) надається в адміністративно-географічних одиницях, межі яких не збігаються з межами вододілів, ці показники апроксимуються вододілами головних річок області з урахуванням частки адміністративного поділу в межах вододілу. . Також на цьому етапі було проаналізовано водокористування, тобто об'єм води, що скидається у поверхневі водойми, та обсяг забрудненого зворотного стоку в частинах басейнів основних річок області.



Рисунок 2.2 – Біологічні показники, які використовуються для оцінки екологічного стану річок [16]

Оцінка показників якості водних ресурсів. При оцінці якості водних ресурсів враховується стійкість води до антропогенних навантажень (природний

Інв.№подл.	Підп. і дата
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

потенціал самоочищення), оскільки водне середовище може легко змінювати свою конфігурацію та показники з показниками низького опору і навпаки.

Водне середовище має здатність до самоочищення, але швидкість самоочищення кожного гідрологічного об'єкта різна, залежить від багатьох факторів: біологічної діяльності, забруднення людиною тощо. Щодо оцінки стійкості поверхневих вод М. А. Глазовська виділила процеси, необхідні для нейтралізації забруднюючих речовин різними способами (тобто механічними, хімічними та біологічними). До них відносяться: прозорість і хімічний склад води, витрата, температурний режим, Стійкість водних середовищ, таких як біорізноманіття (природний потенціал самоочищення) – це складний процес біохімічної та біологічної стійкості самоочищення води, на який впливає багато факторів, таких як температура, колір і гідрологічні характеристики. Показник біологічного потенціалу самоочищення води залежить від температури і показника кольору води, помножених на коефіцієнт водоспоживання (показник витрати певного стовпчика водоміра, поділений на його середнє значення).

Температурний режим визначає процес біологічного самоочищення мінералізації природних і антропогенних домішок у воді. Практика показала, що при зниженні температури води з 20 °С до 16 °С процес самоочищення сповільнюється приблизно на 20%, що цілком допустимо. Колір води залежить від концентрації гумінових і фульвокислот, які потрапляють у водойму через пошкоджену дезактивацією прибережну захисну смугу, і їх концентрація пропорційна збільшенню кольоровості води.

Біологічний склад потенціалу самоочищення водойми визначається за формулою 2.1:

$$B = \frac{a}{365} \cdot j \quad (2.1)$$

де B – біотичний потенціал самоочищення водойми;

a – кількість днів протягом року з температурою води понад 16 °С,

Інв. № по одл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № одубл.	Підп. і дата					Арк
									28
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195				

j – індекс кольоровості води.

Середньорічні показники кольору води в Україні в основному зосереджені в межах $0-30^\circ$, причому показники $30-60^\circ$ явно менше, і лише деякі річки перевищують 60° . Високе антропогенне забруднення річок, особливо малих, становить загрозу для біоти водойм. Цей ризик значною мірою залежить від основної кількісної характеристики річкового стоку – середньої багаторічної витрати. Потенціал стійкості, або здатність до самоочищення поверхневих вод, розраховується шляхом множення показника біологічного потенціалу на коефіцієнт витрат (формула 2.2):

$$V = B \cdot h \quad (2.2)$$

де V – стійкість поверхневих вод,

B – біотичний потенціал самоочищення води,

h – коефіцієнт витрат води.

Також на цьому етапі проводиться оцінка показників якості водних ресурсів шляхом встановлення середнього значення індексу забруднюючих речовин основних річкових басейнів області та середнього значення інтегрального коефіцієнта [15].

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата					Арк
									29
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195				

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ СТАНУ РІЧКИ СУМКИ ЗА ГІДРОБІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ТА ЇЇ ВПЛИВУ НА РІЧКУ ПСЕЛ

3.1 Фітопланктон як гідробіологічний показник стану річок

Для оцінки стану річки Сумки і її впливу на річку Псел за гідробіологічними показниками було обрано одну з п'яти груп водних організмів, які використовуються для оцінки екологічного стану річок згідно з вимогами, сформульованими у «Методиці віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод» – фітопланктон [16].

Фітопланктон – це різноманітна за складом група організмів, представлена у водоймах водоростями і автотрофними джгутиконосцями – представниками еукаріот, а також ціанобактеріями (синьозелені водорості), які є прокаріютами.

Ці різноманітні організми об'єднують такі спільні ознаки: 1) здатність до фотоавтотрофного живлення, тобто використання сонячної енергії, за рахунок якої вони здійснюють синтез органічних сполук з мінеральних сполук, поглинутих з середовища; 2) невеликі розміри – переважно від кількох мікрометрів (мкм) до кількох міліметрів (мм); 3) існування у товщі води.

Серед представників фітопланктону є одноклітинні і багатоклітинні організми; серед одноклітинних є колоніальні форми, у яких окремі клітини тісно пов'язані між собою (з'єднані через плазмодесми або занурені в слиз).

Організми фітопланктону населяють товщу води водойм, де вони існують у завислому стані і мають морфологічні пристосування для такого способу життя. У різних видів це – газові вакуолі, крапельки олії у цитоплазмі, вирости клітинної

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№одубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк 30
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

стілки, які утворюють розгалужену форму клітини, яка забезпечує «парашутний ефект».

Фітопланктон розповсюджений у різноманітних типах водойм – від калюж до морів і океанів. Основними факторами, які обмежують їх поширення, є передусім достатність сонячного світла – джерела енергії, наявність біогенних елементів, дуже висока температура води (через це фітопланктон відсутній у геотермальних джерелах). Неприятливим фактором для фітопланктону є течія. Тому у гірських річках фітопланктон відсутній. У чистих рівнинних річках фітопланктон також відсутній у їх верхній течії. А у середній і найбільше в нижній течії рівнинних річок він з'являється у руслах, оскільки надходить туди із додаткових слабо протічних водойм (заток, стариць, озер), наявних на заплавах рівнинних річок.

У чистих водоймах обмежуючим для фітопланктону фактором є кількість біогенних речовин – передусім сполук азоту і фосфору.

У сучасних умовах обмежуюча дія біогенних речовин для фітопланктону практично повсюди і в різних типах водойм відсутня. Це пов'язано з надходженням до водойм величезної кількості цих сполук із стічними водами очисних споруд, із дощовими і талими сніговими водами з сільськогосподарських угідь і населених пунктів.

Фітопланктон є основним продуцентом у водних екосистемах. Саме ці організми забезпечують первинну продуктивність, а врешті і загальну продуктивність водних екосистем.

Ступінь біологічної продуктивності водної екосистеми визначається її трофністю, тобто вмістом у воді біогенних елементів (насамперед, фосфору й азоту) [18].

Збагачення водойми біогенними елементами, тобто евтрофікація, супроводжується підвищенням продуктивності водойми. Причиною цього найчастіше є забруднення водойм неочищеними або недостатньо очищеними стічними водами, що містять високі концентрації сполук азоту і фосфору, а

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510195

Арк
31

також поверхневим стоком з територій сільськогосподарських угідь та населених пунктів [18].

Евтрофікація спричиняє цілий комплекс змін у водних екосистемах. Підвищення вмісту біогенних елементів викликає бурхливий розвиток планктонних водоростей, а також водоростей, що обростають поверхню занурених у воду предметів – так зване «цвітіння» водойм. Це має наслідком збільшення чисельності організмів зоопланктону, що живляться водоростями. Як наслідок, прозорість води різко знижується, глибина проникнення сонячних променів зменшується, що призводить до загибелі донних рослин від нестачі світла [18].

При цьому в нічні години виділення кисню в процесі фотосинтезу припиняється, а процес дихання продовжується, що потребує затрат кисню. В результаті у передранкові години, особливо в теплі дні, кисень у верхніх шарах води майже вичерпується, і спостерігається загибель аеробних організмів від нестачі кисню.

Велика кількість відмерлих організмів з верхніх шарів водойми опускаються на дно, де відбувається їхнє розкладення. Продуктування кисню у верхніх шарах водойми є меншим, ніж поглинання кисню на дихання і розкладання мертвої органічної речовини. Внаслідок цього на дні, у придонних шарах води і періодично у верхніх шарах води формуються безкисневі умови. Це призводить до загибелі більшої частини донних організмів і до значного уповільнення процесів мінералізації органічних сполук, іншими словами – до уповільнення процесів самоочищення водойми.

У донних відкладах в умовах нестачі кисню проходить анаеробне розкладення відмерлих організмів з утворенням таких сильних отрут як сірководень та феноли, які призводять до отруєння організмів на всіх ділянках водойми, що спричинює ще більш масоване відмирання, як наслідок – додаткове збільшення споживання кисню при розкладенні органіки, і т. д. Як наслідок

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510195

Арк
32

евтрофікації, катастрофічно знижується якість води, а більша частина видів водних рослин і тварин водойми гине [18].

Явище «цвітіння» води не відбувається у річках навіть у випадку забруднення їх біогенними сполуками, якщо не порушена основна характерна ознака річки – течія.

Масове розмноження фітопланктону – «цвітіння» відбувається у непроточних водоймах або водоймах з уповільненою течією. Такими є водосховища і ставки.

На руслі річки Сумки створено Косівщинське водосховище, яке значно впливає на стан річки Сумки нижче за течією. Саме у Косівщинському водосховищі відбувається розмноження фітопланктону, який визначає характерне забарвлення води у самому водосховищі і у руслі Сумки нижче за течією.

3.2 Фітопланктон річок Сумка і Псел

Нашим завданням було кількісно оцінити вміст фітопланктону у воді річки Сумки і визначити, масу фітопланктону, який надходить у Псел в період «цвітіння» води, а також масу біогенних елементів азоту і фосфору, які виносяться в Псел у складі фітопланктону. Пункти відбору проб показано на рисунок 3.1.

Процес «цвітіння» щорічно відбувається у Косівщинському водосховищі, з якого фітопланктон, бактеріопланктон і розчинені та зважені забруднюючі речовини виносяться в русло Сумки і транспортуються нею до Псла.

Раніше здійснювані оцінки стану річки Сумки і Косівщинського водосховища базувалися на хімічних і бактеріологічних показниках, які визначалися у лабораторії екоінспекції. Такі оцінки не пояснювали причин забарвлення і низької прозорості води, оскільки не включали до переліку оцінюваних показників фітопланктон, який саме і визначає яскраве зелене забарвлення води.

Підп. і дага	
Взаєм.інв.№	Інв.№одубл.
Підп. і дага	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510195

Арк

33

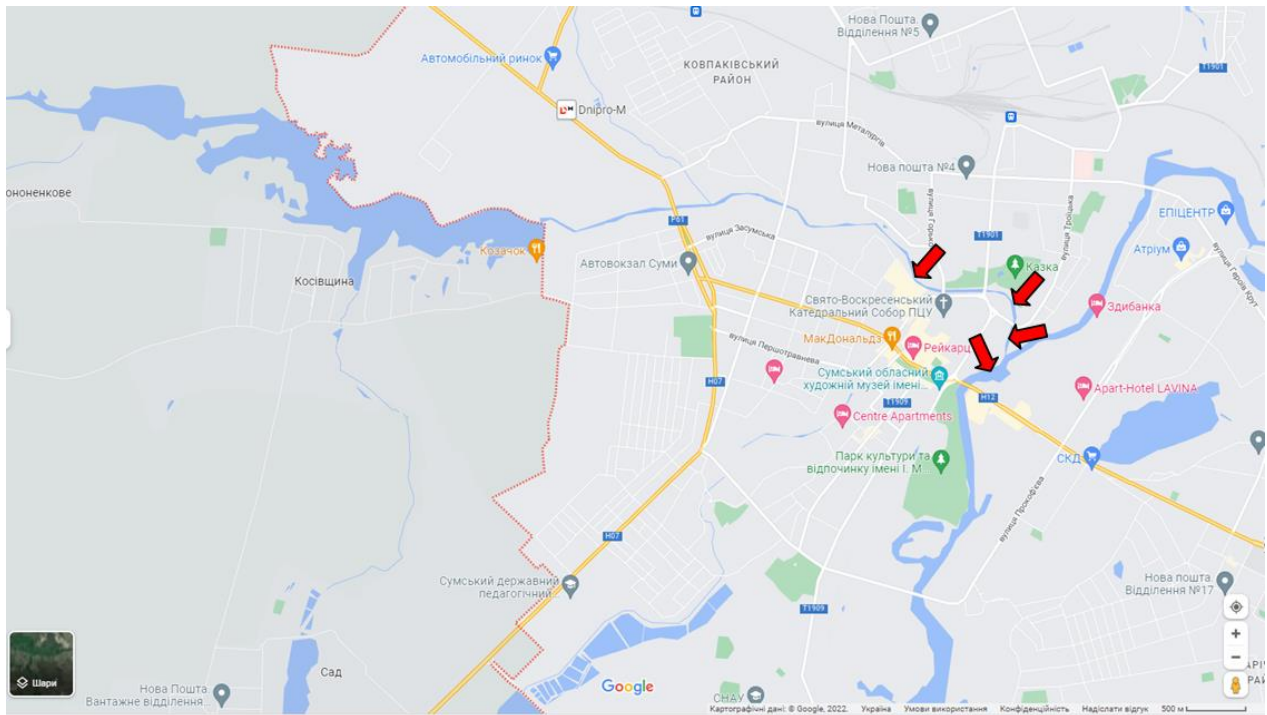


Рисунок 3.1 – Пункти відбору проб з річки Сумка і річки Псел

Наведемо цитату з газети «Данкор», яка опублікувала результати такого обстеження 24.10.2017 р.: «Государственная экологическая инспекция в Сумской области в последнее время неоднократно получала жалобы обеспокоенных жителей г. Сумы на окраску воды в реке Сумка в неестественно зеленый цвет.

С целью установления возможных причин изменения цвета воды специалистами Госэкоинспекции проведены инструментально-лабораторные исследования проб воды из р. Сумка, отобранных в контрольных точках...

По результатам анализа отобранных проб поверхностной воды было установлено превышение показателей по БПК₅ (3,8-24,9 мг/л при предельно допустимой норме 3,0 мг/л), ХПК (20,4-132,0 мг/л норме 50 мг/л), взвешенным веществам (25-29 мг/л при норме 25,0 мг/л), азота аммонийного (0,78-1,56 мг/л при норме 0,5-1,0 мг/л) по сравнению с допустимыми нормативами для рыбохозяйственных водоемов.

Концентрация растворенного кислорода в воде колеблется в пределах 8,0-9,5 мгО₂/л при норме для водоемов рыбохозяйственного назначения не менее 4,0 мгО₂/л.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195
-----	-----	----------	-------	------	-------------

Эти специфические показатели могут свидетельствовать о наличии органического, не исключено, что и фекального, загрязнения водного объекта.

О выявленных фактах превышения концентраций загрязняющих веществ в поверхностных водных объектах, выявленных Госэкоинспекцией, было сообщено территориальное подразделение Госводагенства Украины, а также направлено ходатайство в адрес Сумского городского головы о необходимости создания межведомственной комиссии для изучения данной проблемы и поиска путей ее решения.» (<http://www.dancor.sumy.ua/news/newslines/215092>) [23].



Рисунок 3.2 – Річка Сумка в період «цвітіння» 24.10.2017 р.

Інв.№лодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510195

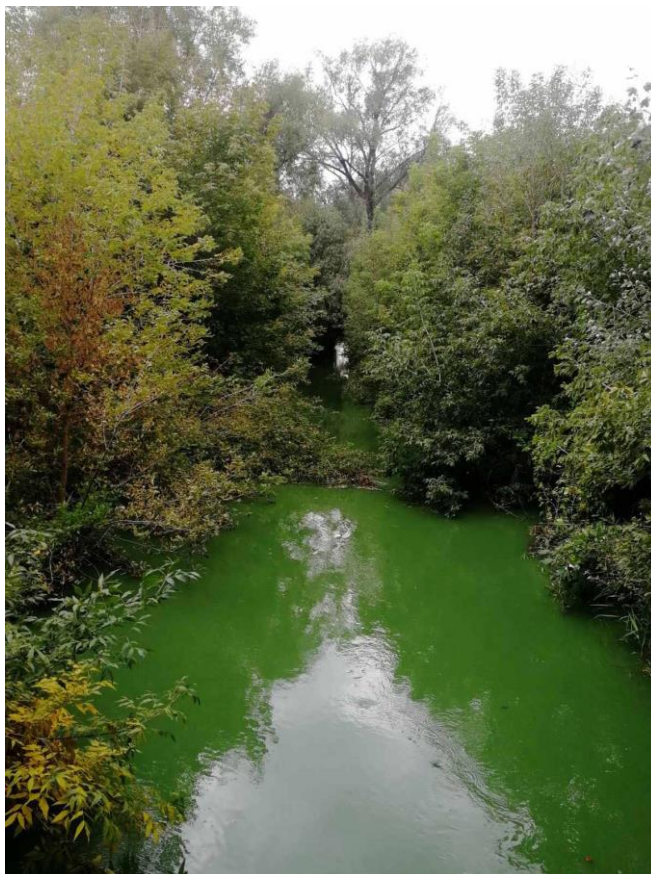


Рисунок 3.3 – Річка Сумка в період «цвітіння» 24.09.2022 р.



Рисунок 3.4 – Річка Псел нижче впадіння р. Сумки 1.10.2022 р.

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№одубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510195

Арк

36

Дослідження проб води, відібраних з річки Сумки в період «цвітіння» води, показало, що домінуючими представниками фітопланктону були два види: ціанобактерія (синьо-зелена водорість) *Oscillatoria* sp. (рисунок 3.5) і криптофітова водорість *Cryptomonas* sp. (рисунок 3.6). При цьому значну перевагу за чисельністю мала ціанобактерія *Oscillatoria* sp., яка і спричиняла смарагдово-зелене забарвлення води.

Проби води досліджували з використанням мікроскопа PZO warshzawa. Облік клітин водоростей здійснювали в краплі об'ємом 25 мкл при збільшенні x150. Зазвичай біомасу фітопланктону визначають об'ємним методом. Відібрану та зафіксовану пробу фітопланктону перемішують, наливають у градуйовану центрифужну пробірку, дають відстоятися. Біомасу розраховують за утвореним осадом з клітин водоростей. При цьому питому масу клітин водоростей приймають рівною щільності води. Наприклад, коли осад у пробірці займає 1 см – це означає, що проба об'ємом 0,5 л містить 1 г фітопланктону, або 2 г в 1 л [19]. Інший широко застосовуваний метод – приблизна оцінка біомаси фітопланктону з прозорістю води [19].

Ми застосували більш трудомісткий метод – підрахунок середньої кількості клітин водоростей під мікроскопом і визначення середніх лінійних розмірів клітин водоростей. На основі цих вимірювань визначали масу за методом об'ємних моделей [20]:

$$V_m = 10^{10} (l_c/l_m)^3 \quad (3.1)$$

де l_c – лінійна довжина клітини, l_m – довжина моделі.

Обробку кількісних показників здійснювали за власною програмою комп'ютерної обробки проб у середовищі Windows – Excel.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата						Арк
										37
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195					



Рисунок 3.5 – Вигляд *Oscillatoria* sp. під мікроскопом
(фото: <http://protist.i.hosei.ac.jp/>)



Рисунок 3.6 – Вигляд *Cryptomonas* sp. під мікроскопом
(фото: <http://protist.i.hosei.ac.jp/>)

Результати кількісного обліку фітопланктону з річки Сумки і річки Псел представлені в таблицях 3.1 – 3.4 та на рисунок 3.7 – 3.10.

У річці Сумка чисельність фітопланктону в період досліджень досягала максимального значення $57,96 \pm 9,09$ млн кл/л, біомаса водоростей досягала $287,5 \pm 44,89$ мг/л. Це дуже значні, але не граничні значення, яких може досягати кількість фітопланктону. Їх біомаса під час «цвітіння» у прісноводних водосховищах може досягати від 1,5-2 г/л, а у скупченнях – до 7 г/л [21].

Підп. і дага	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дага	
Інв.№лодл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

Згідно з Комплексною екологічною класифікацією якості поверхневих вод суші [22], значення біомаси фітопланктону понад 50 мг/л характеризують якість води як дуже брудну (5 клас), а за трофністю – як гіпертрофну.

У річці Псел безпосередньо нижче впадіння річки Сумки ті ж види водоростей виявлялися у значно менших кількостях (табл. 3.3 і 3.4). Максимальна біомаса 14,4±2,7 мг/л характеризує воду Псла на цій ділянці у досліджуваній період як забруднену (4-й клас), а за трофністю – політрофну.

Таблиця 3.1 – Чисельність фітопланктону (млн кл/л, середнє та станд. відхил.) у воді р. Сумка у вересні-листопаді 2022 р.

Види	15.09.2022	1.10.2022	30.10.2022	20.11.2022
<i>Oscillatoria</i> sp.	57,31 ±8,93	36,4±3,92	42,56±2,02	7,75±1,71
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,65±0,16	0,33±0,21	1,40±0,28	0,19±0,08
Загальна чисельність	57,96±9,09	36,73±4,10	43,96±1,75	7,93±1,63

Таблиця 3.2 – Біомаса фітопланктону (мг/л, середнє та станд. відхил.) у воді р. Сумка у вересні-листопаді 2022 р.

Види	15.09.2022	1.10.2022	30.10.2022	20.11.2022
<i>Oscillatoria</i> sp.	286,53±44,65	182,0±19,6	212,8±10,10	38,73±8,55
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,98±0,24	0,49±0,32	2,10±0,42	0,28±0,12
Загальна біомаса	287,5±44,89	182,5±19,87	214,9±9,69	39,0±8,44

Таблиця 3.3 – Чисельність фітопланктону (млн кл/л, середнє та станд. відхил.) у воді р. Псел у вересні-листопаді 2022 р.

Види	15.09.2022	1.10.2022	30.10.2022	20.11.2022
<i>Oscillatoria</i> sp.	2,8 ±0,56	2,43±0,58	1,54±0,22	0,37±0,16
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,23±0,08	0,19±0,08	0,04±0,02	0
Загальна чисельність	3,03±0,49	2,61±0,53	1,58±0,24	0,37±0,16

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	TC 21510195					Арк
										39
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

Таблиця 3.4 – Біомаса фітопланктону (мг/л, середнє та станд. відхил.) у воді р. Псел у вересні-листопаді 2022 р.

Види	15.09.2022	1.10.2022	30.10.2022	20.11.2022
<i>Oscillatoria</i> sp.	14,00±2,80	12,13±2,91	7,70±1,12	1,87±0,81
<i>Cryptomonas</i> sp.	0,35±0,12	0,28±0,12	0,06±0,02	0
Загальна біомаса	14,4±2,7	12,4±2,8	7,8±1,1	1,87±0,81

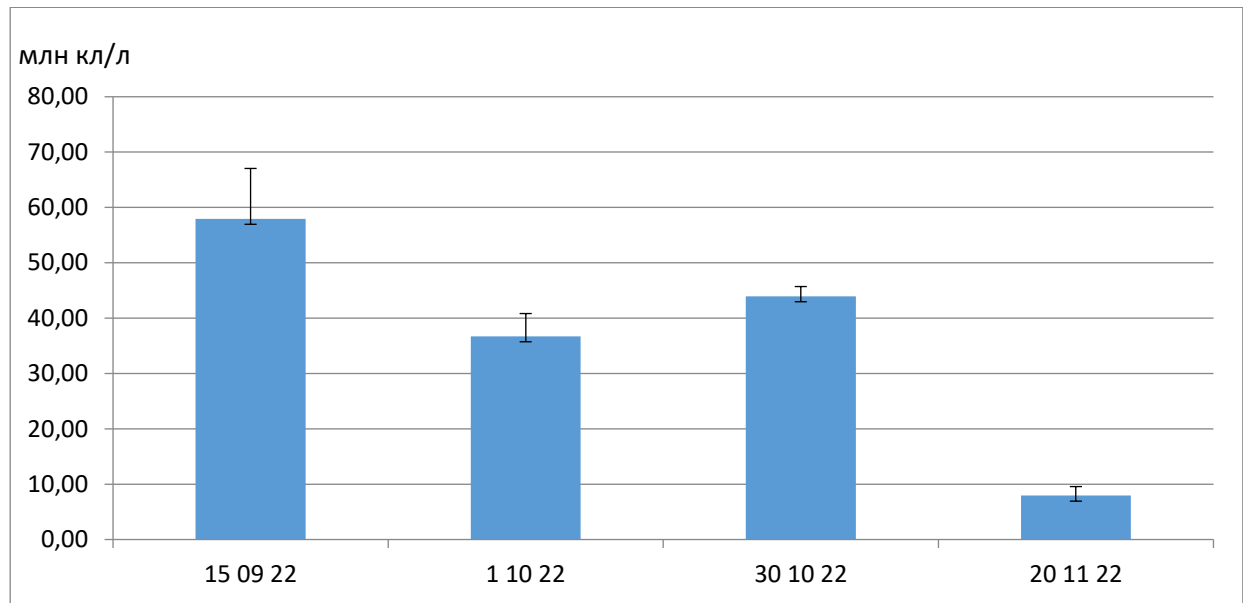


Рисунок 3.7 – Чисельність і біомаса фітопланктону в р. Сумка (вересень-листопад 2022 р.)

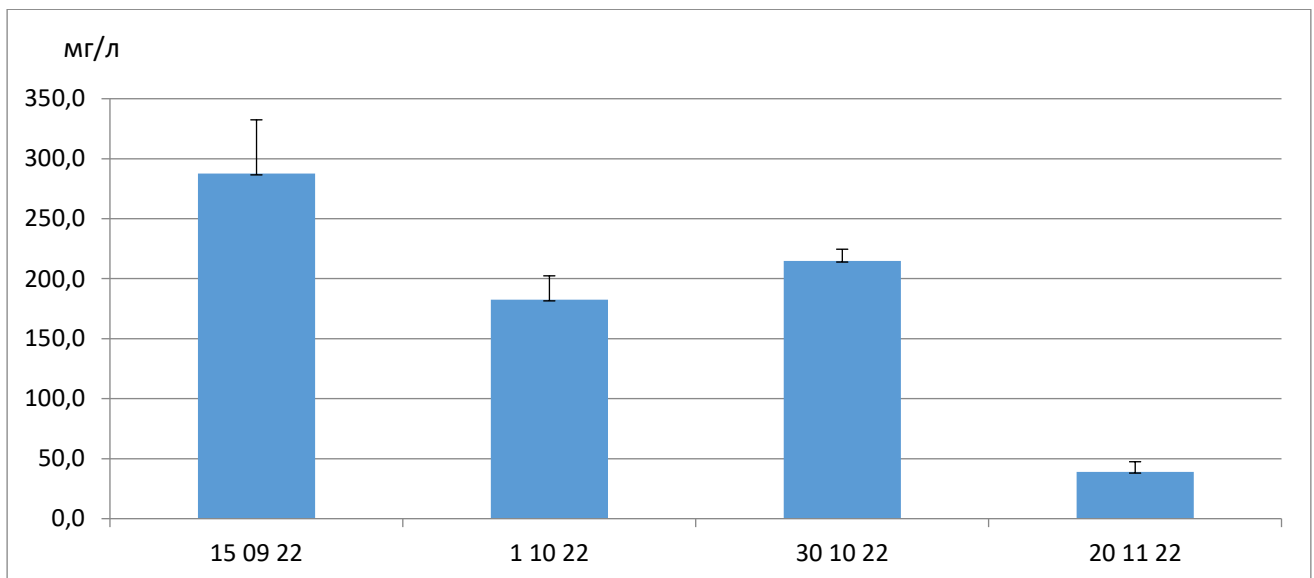


Рисунок 3.8 – Біомаса фітопланктону в р. Сумка (вересень-листопад 2022 р.)

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510195

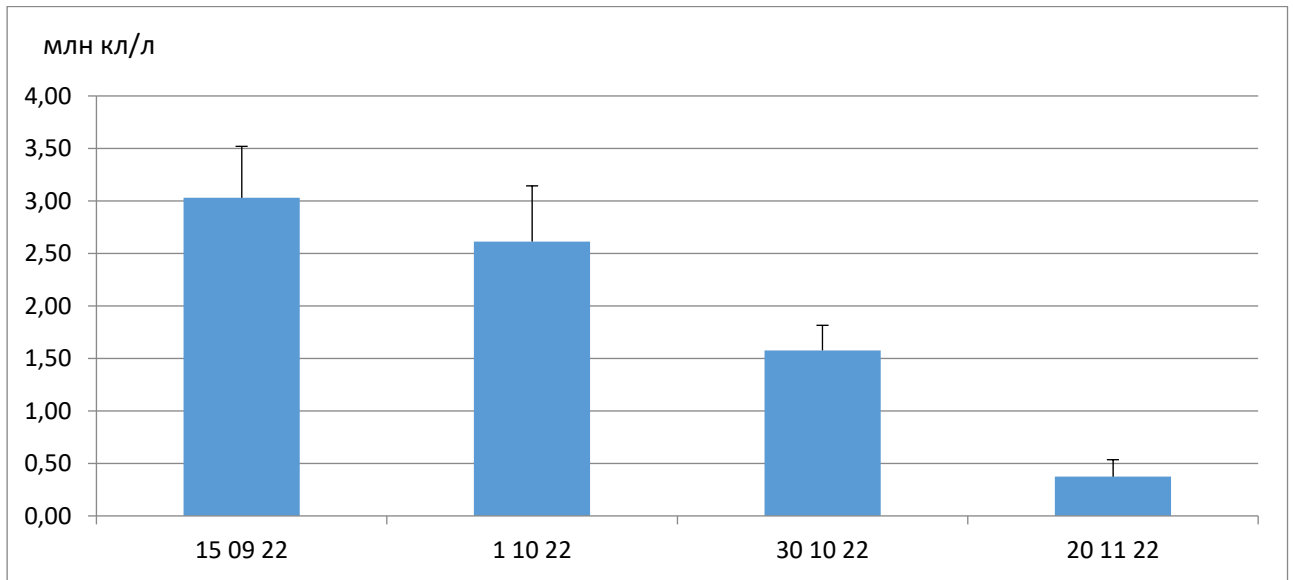


Рисунок 3.9 – Чисельність фітопланктону в р. Псел (вересень-листопад 2022 р.)

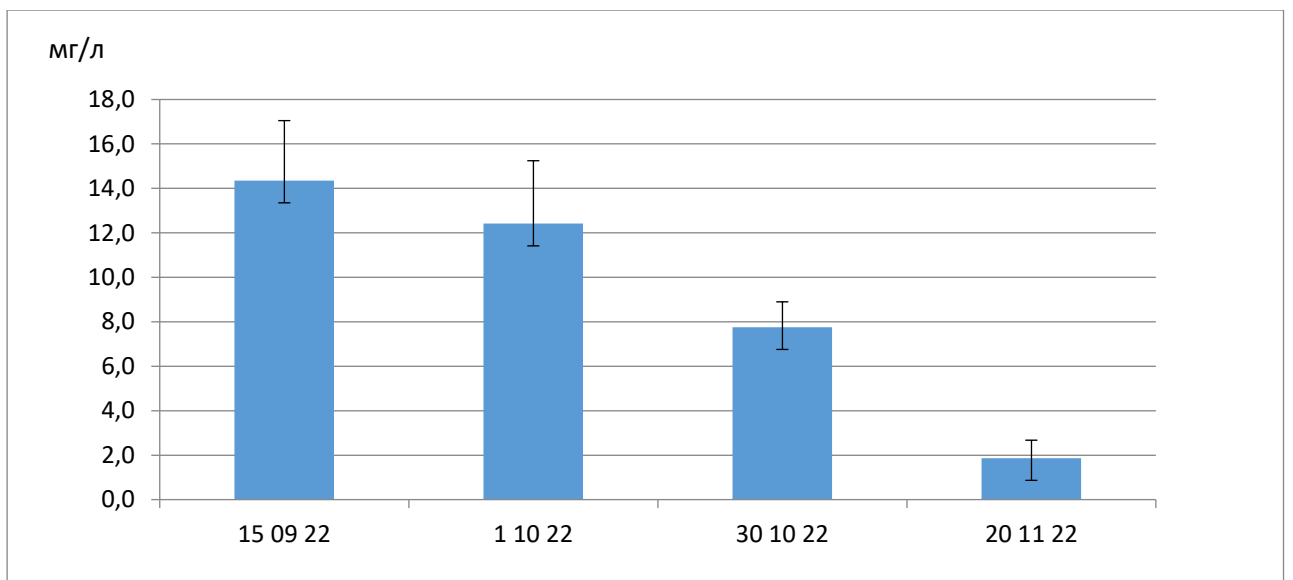


Рисунок 3.10 – Біомаса фітопланктону в р. Псел (вересень-листопад 2022 р.).

На період 20.11.2022 р. кількість водоростей знизилась. Для того, щоб оцінити вплив Сумки на річку Псел саме в період «цвітіння», ми усереднили значення біомаси водоростей за період відборів проб з середини вересня по кінець жовтня і порахували, яка маса водоростей була винесена річкою Сумка до Псла за 2 місяці – вересень і жовтень 2022 року. Середня біомаса фітопланктону в цей період становила 228,3 мг/л тобто 228,3 г/м³.

Підп. і дага	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дага	
Інв.№подл.	

Для розрахунків нами було взято величину витрати води річки Сумки в період літньої межени – 0,215 м³/с. [4]. Ця величина є дещо заниженою порівняно з фактичною осінньою величиною стоку. Це гарантує, що отримані нами величини біомаси, винесеної річкою за 2 осінні місяці, не є перебільшеними.

Об'єм стоку за 2-місячний період (W) визначали за формулою:

$$W = Q \cdot 2 \cdot T \quad (3.2)$$

де Q – середня витрата води в період літньої межени, м³/с;

T – кількість секунд за місяць 2592000 с.

Вирахувана величина стоку за 2-місячний період (60 діб) склала 1,11456 млн м³ води.

Біомасу фітопланктону (B_ф), який був винесений річкою Сумкою за 2-місячний період, вираховували за формулою:

$$B_{\phi} = W \cdot C_{\phi} \quad (3.3)$$

де W – об'єм стоку за 2-місячний період;

C_ф – середня біомаса фітопланктону за означений період в м³.

$$B_{\phi} = 1,11456 \text{ млн м}^3 \cdot 228,3 \text{ г/м}^3 = 254\,454\,048 \text{ г} = 254,5 \text{ т}$$

Отже, за 2 місяці «цвітіння» з річки Сумки до річки Псел надійшло 254,5 тонн біомаси водоростей, які фактично являють собою токсичне органічне забруднення, враховуючи, що ціанобактерії з роду *Oscillatoria* містять небезпечні токсини (таблиця 3.5).

Інв.№лодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата					Арк
									42
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195				

Таблиця 3.5 – Токсини, які продукуються прісноводними ціанобактеріями

Класифікація	Токсини	Найпоширеніші роди ціанобактерій, які продукують токсини	Основні місця впливу в організмі	Вплив	Основні мішені
Гепатотоксин	Мікроцистин	Microcystis, Anabaena, Anabaenopsis, Aphanizomeno, Planktothrix, Oscillatoria, Phormidium	Печінка	Діарея, блювота, слабкість, запалення печінки, крововиливи в печінці, пневмонія, дерматит	Серін, треонін, протеїнфосфатаза
	Нодулярин	Nodularia, Nostoc	Печінка	Діарея, блювота, слабкість, запалення печінки, крововиливи в печінці, пневмонія, дерматит	Серін, треонін, протеїнфосфатаза
Цитотоксин	Циліндропермопсин	Cylindrospermopsis, Anabaena, Aphanizomeno, Raphidiopsis, Oscillatoria, Lyngbya, Umezakia	Печінка	Гастроентерит, запалення печінки, крововиливи в печінці, пневмонія, дерматит	Синтез протеїнів
Нейротоксини	Анагоксини	Anabaena, Aphanizomeno, Planktothrix, Oscillatoria, Cylindrospermopsis	Нервова система	Посмикування м'язів, печіння, оніміння, сонливість, слиновиділення, параліч дихання, що призводить до смерті	Нікотинові рецептори або руйнування ацетилхоліну
	Сакситоксин	Anabaena	Нервова система	М'язи	Натрієві каналці
	ВМАА	Noctos, Microcystis, Anacystis, Oscillatoria, Schizothrix, Anabaena	Нервова система	Немає конкретних клінічних симптомів, ALS/PDC з тривалим послідовним впливом	NMDA, ексатоксичність, утворення ROS
Дерматоксини	Ліпополісахариди	Synechococcus, Microcystis, Anacystis, Oscillatoria, Schizothrix, Anabaena	Шкіра	Подразнення шкіри, подразнення очей, головний біль, алергія, астма, лихоманка	Toll-подібні рецептори
	Лінгбатоксини	Lyngbay	Шкіра	Подразнення шкіри та очей, проблеми з диханням	Протеїнкіназа С
	Аплісіатоксини	Lyngbay, Schizothrix, Oscillatoria	Шкіра	Подразнення шкіри, астма	Протеїнкіназа С

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510195

Арк

43

Врахувавши вміст у клітинах нітрогену і фосфору, ми визначили, скільки цих біогенних елементів було винесено у річку Псел у складі біомаси водоростей. Якщо врахувати найменші величини з діапазону можливого вмісту нітрогену і фосфору у клітинах: вміст нітрогену становить 1,5% маси клітини, а вміст фосфору – 0,2 % маси клітини, то з біомасою водоростей у річку Псел за 2-місячний період надійшло 3,8 тонн нітрогену і 0,5 тонни фосфору.

Для порівняння наведемо приблизні цифри надходження цих біогенів із стічними водами очисних споруд КМ «Міськводокнал», який вважається одним з основних забруднювачів поверхневих вод у Сумській області. За такий же період – 60 діб зі стічними водами у річку Псел може надходити до 9 тонн нітрогену і до 7 тонн фосфору. Розрахунки базуються на даних щодо вмісту сполук азоту і фосфору у очищених стічних водах очисних споруд КП «Міськводоканал». Таким чином, розрахунки показали, що річка Сумка в період «цвітіння» Косівщинського водосховища лише незначно поступається стокам з очисних споруд за рівнем скиду до річки Псел органічних забруднень і у їх складі – біогенних елементів нітрогену і фосфору.

Таким чином, для річки Сумки було визначено кількість фітопланктону в період «цвітіння», яка складала до $57,96 \pm 9,09$ млн кл/л, а біомаса водоростей досягала $287,5 \pm 44,89$ мг/л.

Домінуючим видом була ціанобактерія *Oscillatoria* sp., яка у Сумці становила близько 99% чисельності і понад 99 % біомаси фітопланктону.

Згідно з Комплексною екологічною класифікацією якості поверхневих вод суші, такі значення біомаси фітопланктону характеризують якість води у р. Сумка як дуже брудну (5 клас), а за трофністю – як гіпертрофну.

Кількість фітопланктону в р. Псел нижче впадіння до нього річки Сумки досягала $3,03 \pm 0,49$ млн кл/л, а біомаса водоростей досягала $14,4 \pm 2,7$ мг/л, що характеризує воду Псла на цій ділянці у досліджуваній період як забруднену (4-й клас), а за трофністю – політрофну.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк
						44

За 2 місяці «цвітіння» з річки Сумки до річки Псел надійшло 254,5 тонн біомаси водоростей, які фактично являють собою токсичне органічне забруднення, враховуючи, що ціанобактерії з роду *Oscillatoria* містять небезпечні токсини.

З біомасою водоростей у річку Псел надійшли такі токсини: мікроцистин (гепатотоксин), циліндроспермопсин (цитотоксин), анатоксини (нейротоксини), ліпополісахариди (дерматоксини), аплісіатоксини (дерматоксини).

З біомасою водоростей у річку Псел надійшли за період 2 місяці 3,8 тонн нітрогену і 0,5 тонни фосфору.

Річка Сумка в період «цвітіння» є значним джерелом забруднення річки Псел, яке за кількістю нітрогену і фосфору є порівнюваним з аналогічним впливом на річку Псел очисних споруд м. Суми.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата						Арк
					ТС 21510195					45
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів при роботі в лабораторії

Усі фактори виробництва за характером їх функції поділяються на дві категорії: небезпечні та шкідливі.

Шкідливі фактори – фактори, які мають короточасний вплив і можуть спричинити травму чи раптове погіршення здоров'я. Шкідливі фактори можуть стати небезпечними за певних умов.

Небезпечні фактори відносяться до факторів виробництва, які впливають протягом певного періоду часу і можуть спричинити захворювання або зниження працездатності.

За характером дії на організм людини всі фактори виробництва умовно поділяються на чотири групи:

- фізичні;
- хімічні речовини;
- організми;
- психофізичні.

До фізичних факторів належать характеристики конкретного виробничого процесу (механізми, рухомі частини обладнання, гострі кромки тощо) та фактори зовнішнього середовища (освітленість, мікроклімат, виробничий шум і вібрація тощо).

Небезпека хімічних факторів пов'язана з небезпекою певних хімічних речовин, які можна класифікувати за характером дії та шляхом проникнення в організм людини. За характером дії хімічні речовини бувають: токсичними, подразливими, канцерогенними та мутагенними. Хімічні фактори можуть

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510195

Арк

46

потрапляти в організм людини через шкіру, слизові оболонки, органи дихання та травлення.

До біологічних факторів належать організми (бактерії, віруси) і продукти їх життєдіяльності.

До психофізіологічних факторів відноситься психічне здоров'я працівників. Особливу небезпеку на робочому місці становлять стрес, втома, перевантаження тощо.

Серед небезпечних і шкідливих фізичних факторів роботи в лабораторії слід виділити наступні моменти:

– несприятливий мікроклімат на робочому місці (підвищення або зниження температури та вологості повітря тощо) негативно впливає на здоров'я працівників, а в окремих випадках може бути сприятливим фактором до захворювань. Вимоги до умов мікроклімату лабораторних приміщень встановлюються ДСН 3.3.6 042-99 Санітарні норми мікроклімату. Відповідно до цього нормативного акту, сприятливими умовами для мікроклімату працівників лабораторії: вологість – 60 %, температура повітря – 23 °С, швидкість руху повітря – не більше 0,2 м/с. Необхідні параметри мікроклімату підтримуються за допомогою вентиляції. Вентиляція – важливий засіб, який використовується для створення належних санітарно – гігієнічних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях і повинна відповідати ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування;

– недостатнє освітлення на робочому місці викликає постійне напруження очей і може призвести до виробничих травм. Нормативні значення освітленості встановлюються ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення норми освітлення і для приміщення лабораторії, нормативний показник освітленості становить 150 лк. При недостатньому освітленні необхідно замінити лампи на лампи більшої потужності або влаштувати додаткові джерела освітлення;

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

– неправильна експлуатація електроприладів або електромереж може призвести до ураження електричним струмом. Для запобігання ураження електричним струмом обладнання, що використовується в лабораторії, підлягає захисту неструмопровідних частин обладнання, які можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції згідно Правил улаштування електроустановок. Захисне заземлення реалізується у вигляді спеціального електричного сполучення із землею або її еквівалентом струмовідних елементів обладнання, які не повинні перебувати під напругою, але в процесі експлуатації можуть опинитися під напругою, наприклад, у разі пошкодження ізоляції в аварійних випадках. Захисне заземлення є простим, ефективним і поширеним способом захисту людини від ураження електричним струмом при дотику до металевих поверхонь, які виявились під напругою. Це забезпечується зниженням різниці потенціалів між обладнанням, що виявилось під напругою, і землею до безпечної величини. Використовується в трифазній трипровідній мережі з напругою до 1000 В з ізольованою та глухозаземленою нейтраллю і вище від 1000 В — з довільним режимом нейтралі відповідно до ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила улаштування електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок;

– певне лабораторне обладнання (центрифуги тощо) може бути джерелом надмірного шуму чи вібрації, що може негативно вплинути на організм людини та призвести до неврологічних розладів. Нормативні значення виробничого шуму регламентовані ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Відповідно до них, допустимий виробничий шум для приміщення лабораторії становить 60 дБА. При перевищенні допустимого значення, необхідно провести наладку обладнання та устаткування, що є джерелом шуму та користуватися засобами індивідуального захисту, наприклад – беруші;

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк
						48

– якщо в лабораторії є джерела іонізації або електромагнітного випромінювання, певні фізичні фактори можуть завдати шкоди організму людини.

Серед небезпечних і шкідливих хімічних факторів для роботи в лабораторії слід виділити наступні моменти:

– у разі порушення правил безпеки хімічними реактивами можна отримати травми, які залежно від джерела можуть спричинити хімічні опіки, ураження внутрішніх органів чи систем, отруєння, втрату свідомості тощо;

– перевищення значення ГДК речовини призводять до погіршення здоров'я працівників. Наказом МОЗ № 52 від 14.02.2020 «Про «затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» встановлюються гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин у атмосферному повітрі.

Шкідливі та небезпечні фактори біологічного походження пов'язані з можливістю зараження вірусами та бактеріями, які завдають шкоди здоров'ю та життю людини. Окрім прямого контакту з небезпечними мікроорганізмами і вірусами, існує ймовірність занесення інфекції з інших місць, наприклад, працівник, інфікований COVID-19, може бути фактором ризику для інших працівників.

До психофізіологічних факторів впливу відносяться: перевантаження, напруга, монотонна робота, стрес, втома. Пригнічений стан психіки працівника може стати перешкодою для виконання посадових обов'язків і призвести до надзвичайних ситуацій [23, 24].

4.2 Розрахунок вентиляції лабораторного приміщення

Вентиляція - це організований і контрольований процес повітрообміну в приміщенні для дотримання санітарно-гігієнічних норм, а також пожежонебезпечних умов праці. Вентиляція забезпечує видалення забрудненого

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк 49
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

домішками повітря з приміщення та заміну чистим повітрям із зовнішнього середовища.

Існує різниця між природною вентиляцією та механічною вентиляцією. У першому випадку переміщення повітря відбувається під дією фізичних факторів, а в другому це досягається встановленням допоміжного обладнання (вентиляторів тощо). За охопленням вентиляцію поділяють на загальнообмінну та місцеву.

Вибір певної системи вентиляції базується на розрахунку повітрообміну приміщення L , $\text{м}^3/\text{год}$. Розрахунок необхідного об'єму повітря проводиться виходячи з таких визначальних факторів: вміст шкідливих речовин, підвищена вологість або температура повітря, велика кількість працівників у приміщенні.

Для цього розрахунку в лабораторному приміщенні аналізують проби атмосферного повітря, де визначальним фактором є вміст шкідливих домішок (у цьому розрахунку приймається аміак).

Розрахунок проводиться за формулою 4.1:

$$L = \frac{G \cdot 3600}{q_{\text{ГДК}} - q_{\text{пр}}} \quad (4.1)$$

де G – обсяг забруднюючих речовин, що викидаються у виробниче приміщення, приймається рівним $G = 0,18 \text{ мг/с}$;

$q_{\text{ГДК}}$ – гранично допустима концентрації забруднюючих речовин у повітрі робочої зони. Згідно Наказу МОЗ № 52 від 14.01.2020 р. «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» $\text{ГДК}_{\text{м.р.}}$ для аміаку становить $0,2 \text{ мг/м}^3$.

$q_{\text{пр}}$ - концентрація забруднюючих речовин у повітря, що подається. У розрахунку приймаємо рівний $0,3\text{ГДК}_{\text{рз}}$, $q_{\text{пр}} = 0,06 \text{ мг/м}^3$.

$$L = \frac{0,18 \cdot 3600}{0,2 - 0,06} = 4\,628,57 \text{ м}^3/\text{год}$$

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк
						50

Отже, з метою дотримання санітарно-гігієнічних умов праці виробничого приміщення, а саме лабораторії, необхідно забезпечити загальнообмінну вентиляцію з витратою повітря не менше 4628,57 м³/год [23, 24].

4.3 Безпека персоналу лабораторії в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайні ситуації можуть бути спричинені як природними чинниками (стихійні лиха, стихійні лиха, землетруси, епідемії тощо), так і людськими факторами (травми, пожежі тощо).

У разі виникнення небезпечної ситуації природного характеру процедури відрізнятимуться залежно від причини такої небезпеки. Отже, отримавши повідомлення про загрозу шторму, урагану чи снігопаду, керівник підприємства повинен:

- скликати весь персонал і повідомити про порядок дій;
- переходити необхідно від легших, незахищених частин будівлі до більш міцних і захищених частин;
- організувати закриття всіх приміщень;
- організувати посилення окремих архітектурних елементів;
- підготувати джерела аварійного освітлення;
- приготуйте питну воду та їжу.

Коли надходить повідомлення про загрозу повені або затоплення, процедура виглядає наступним чином:

- створити ущільнення дверних і віконних тамбурів цокольного, підвального та першого поверхів;
- чищення водостоків біля будинку чи споруди;
- закрити вентиляційні отвори в підвалі для запобігання проникненню поверхневих вод;
- звільнення підвалу від майна та інших речей;

Підп. і дата	
Інв.№одл.	
Взаєм.інв.№	
Інв.№одубл.	
Підп. і дата	
Інв.№одл.	

- підготувати пішохідні містки, дошки та опори для них для під'їзду до будинків та господарських будівель у зоні затоплення;
- завчасно перерахувати документи, особисті речі та майно, які знадобляться вам у разі евакуації.

Під час шторму чи інших стихійних лих залишати територію та виходити заборонено.

Розглянемо порядок дій персоналу при пожежі в лабораторії на прикладі надзвичайної ситуації техногенного характеру:

- при виявленні перших ознак задимлення необхідно викликати рятувальників за номером «101» та повідомити керівництво;
- керівник повинен повідомити своїх підлеглих про виникнення надзвичайної ситуації та організувати евакуацію, включаючи евакуацію запасів і, за можливості, призначення осіб, відповідальних за первинне гасіння пожежі, до прибуття пожежного підрозділу;
- у разі виникнення пожежі необхідно припинити всі технічні роботи закладу (лабораторії), вимкнути електропостачання, припинити роботу вентиляційної системи;
- при евакуації з будівлі необхідно зберігати спокій, не панікувати, надавати допомогу всім, хто її потребує, і рухатися в напрямку евакуаційного виходу;
- якщо в приміщенні задимлено, необхідно змочити тканину і прикласти її до обличчя, рухаючись якомога нижче, щоб запобігти отруєнню чадним газом;
- керівник повинен зустріти автомобілі аварійної служби, скерувати їх найбільш зручним маршрутом до місця ДТП і при необхідності надати допомогу.

Небезпечні ситуації антропогенного характеру в лабораторіях можуть бути пов'язані з використанням шкідливих хімічних речовин (аміаку, сірчаного ангідриду, азотної кислоти, гексану та ін.). Після отримання інформації про небезпеку хімічного ураження необхідно використовувати засоби

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк
						52

індивідуального захисту (респіратор, рукавички, плащ тощо). У ситуаціях, коли засоби індивідуального захисту відсутні або неможливі, органи дихання та шкірні отвори слід захистити підручними засобами. Отримавши звістку, потрібно терміново покинути зону лиха [23, 24].

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 21510195	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		53

З біомасою водоростей у річку Псел надійшли такі токсини: мікроцистин (гепатотоксин), циліндроспермопсин (цитотоксин), анатоксини (нейротоксини), ліпополісахариди (дерматоксини), аплісіатоксини (дерматоксини).

З біомасою водоростей у річку Псел надійшли за період 2 місяці 3,8 тон нітрогену і 0,5 тони фосфору.

Річка Сумка в період «цвітіння» є значним джерелом забруднення річки Псел, яке за кількістю нітрогену і фосфору є порівнюваним з аналогічним впливом на річку Псел очисних споруд м. Суми.

Інв.№поذل.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата						
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195					Арк
										55

ПЕРЕЛІК ДЖРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Екологічний паспорт Сумської області станом на 01.01.2020. URL: https://mepr.gov.ua/files/docs/eco_passport/2019/Сумська_область.pdf (дата звернення: 01.12.2022)

2. Державне агентство водних ресурсів України регіональний офіс водних ресурсів у Сумській області. URL <https://sumyvodres.davr.gov.ua/vodni-resursi/> (дата звернення: 01.12.2022)

3. Бугрим А.О. Екологічний стан та техногенне навантаження на водні об'єкти на території Сумської області робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавр : спец: 101 – екологія / наук. кер. Кузьміна Т. М. Суми: СумДУ, 2021р. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/89788/1/Bugrim_bak_rob.pdf (дата звернення: 01.12.2022)

4. Паспорт річки Сумка. Звіт про стан малих річок. Обласне управління водними ресурсами м. Суми, 1991.

5. Данильченко О.С., Рибальченко А.С. Оцінка геоєкологічного стану річки Сумки в межах міста Суми. Географічні науки, 2017, вип. 8.

6. Гідрохімія річок Лівобережного степу за ред. В. К. Хільчевського, В. А. Стамха; Ніка- Центр, 2014 – 230 с. – ISBN978-966-521-107 5

7. Федченко В.І. Водний і меліоративний фонди Сумської області / В.І. Федченко. Суми, 2006.

8. Пилип'юк В. В. Гідролого – гідрохімічні характеристики та якість води річок Псел та Ворскла: дисертація на здобуття наукового ступеня канд. геогр. наук / В. В. Пилип'юк.; наук. керівн. Н. С. Лобода. Одеса :ОДЕУ, 2016.

9. Череватенко О.Д. Зниження техногенного навантаження підприємств м. Суми на р. Псел. робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістр : спец: 101 – екологія / наук. кер. Пляцук Л. Л. Суми: СумДУ, 2021р. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream->

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк
						56

download/123456789/86487/1/Cherevatenko_mag_rob.pdf (дата звернення: 01.12.2022)

10. Водний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show> (дата звернення: 01.12.2022)

11. Гребінь В. В. Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки: довідник Київ: Інтерпрес ЛТД, 2014.

12. Василенко, О. А., Литвиненко, Л. Л., Квартенко, О. М. Раціональне використання та охорона водних ресурсів. Рівне: НУВГП, 2007.

13. Юрасов С. М. Оцінка якості природних вод: навчальний посібник. Одеса, 2011.

14. Левандівський О.Т. Економічна оцінка природних ресурсів. Економіка аграрного сектора, Прикарпатський національний університет ім. В.Стефаника, 2010.

15. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К.: Символ-Т, 1998.

16. Методика віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0127-19#n14> (дата звернення: 01.12.2022)

17. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. EU Water Framework Directive. Definitions of Main Terms – К., 2006. – 240 с.

18. Романенко В.Д. Основи гідроекології. – К.: «Обереги», 2001.

19. Методичні рекомендації для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «Аквакультура та ресурсозбереження» для студентів

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк
						57

освітнього рівня «бакалавр» Державного університету «Житомирська політехніка», 2020. 49 с.

20. Nesterenko G.V., Kovalchuk A.A. Determination of the Ciliates individual mass by the improved «Volumes Ratio» method // Acta hydrochim. Hydrobiol.- 1991.- 19(1).- P. 23-28.

21. Новосельська Л.П. Вплив біологічно активних сполук синьозелених водоростей на гідробіонти та теплокровні організми. Екологічні науки: науково-практичний журнал. 2013.– №3

22. Окснюк О.П., Жукинський В.Н., Брагинський Л.П. та ін. Комплексная екологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн., 1993. – Т. 29, вып. 4.

23. Екологи перевірили, чому у Сумки такої неестественний цвет. URL: <http://www.dancor.sumy.ua/news/newslines/215092>

24. Практикум із охорони праці / В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, В. М. Сторожук. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

25. Охорона праці : Навч. посіб. / Я. І. Бедрій, Є. О. Геврик, І. Я. Кіт, О. С. Мурін, В. М. Єнкало; ред.: Є. О. Геврик; Укр. держ. ун-т. - Л., 2000.-ф 280 с. - Бібліогр.: с. 277-279.

26. ДСН 3.3.6 042-99 Санітарні норми мікроклімату

27. Наказом МОЗ № 52 від 14.02.2020 Про «затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць

28. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення

29. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510195	Арк
						58