

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

**АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ТА  
ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО  
МОНІТОРИНГУ НА ТЕРИТОРІЇ МИКОЛАЇВСЬКОЇ  
ОБЛАСТІ**

**Виконав: ст. гр. ЕКО-17м**

**Ремарчук В.В.**

**Науковий керівник: к.т.н., доц.**

**Кватернюк С.М.**

Вінниця 2019

**Актуальність роботи** у результаті діяльності промислових та сільськогосподарських підприємств у водні об'єкти Миколаївської області потрапляє значна кількість небезпечних відходів, що викликає необхідність комплексного оцінювання їх впливу на водні екосистеми.

**Метою роботи** є аналіз параметрів якості поверхневих вод та вдосконалення системи екологічного моніторингу на території Миколаївської області з використанням біоіндикації.

## Для досягнення вказаної мети необхідно розв'язати такі задачі:

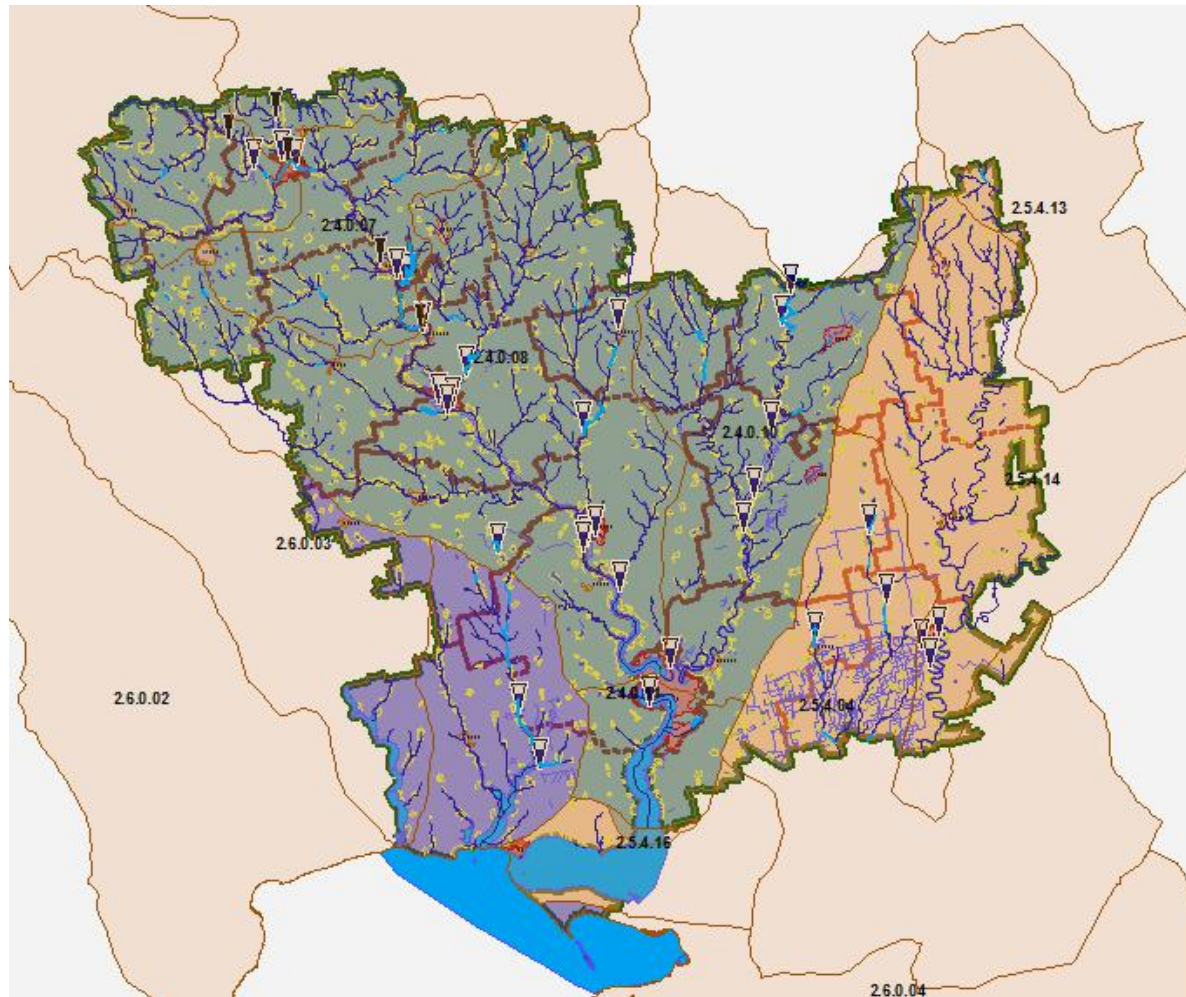
- провести аналіз екологічних проблем водних ресурсів на території Миколаївської області;
- навести обґрунтування тенденцій зміни якості вод на території Миколаївської області;
- провести аналіз зміни якості водних ресурсів на території Миколаївської області;
- розробити природоохоронні рекомендації щодо покращення стану поверхневих вод на території Миколаївської області.

**Об'єкт досліджень** – процес екологічного моніторингу параметрів якості поверхневих вод Миколаївської області.

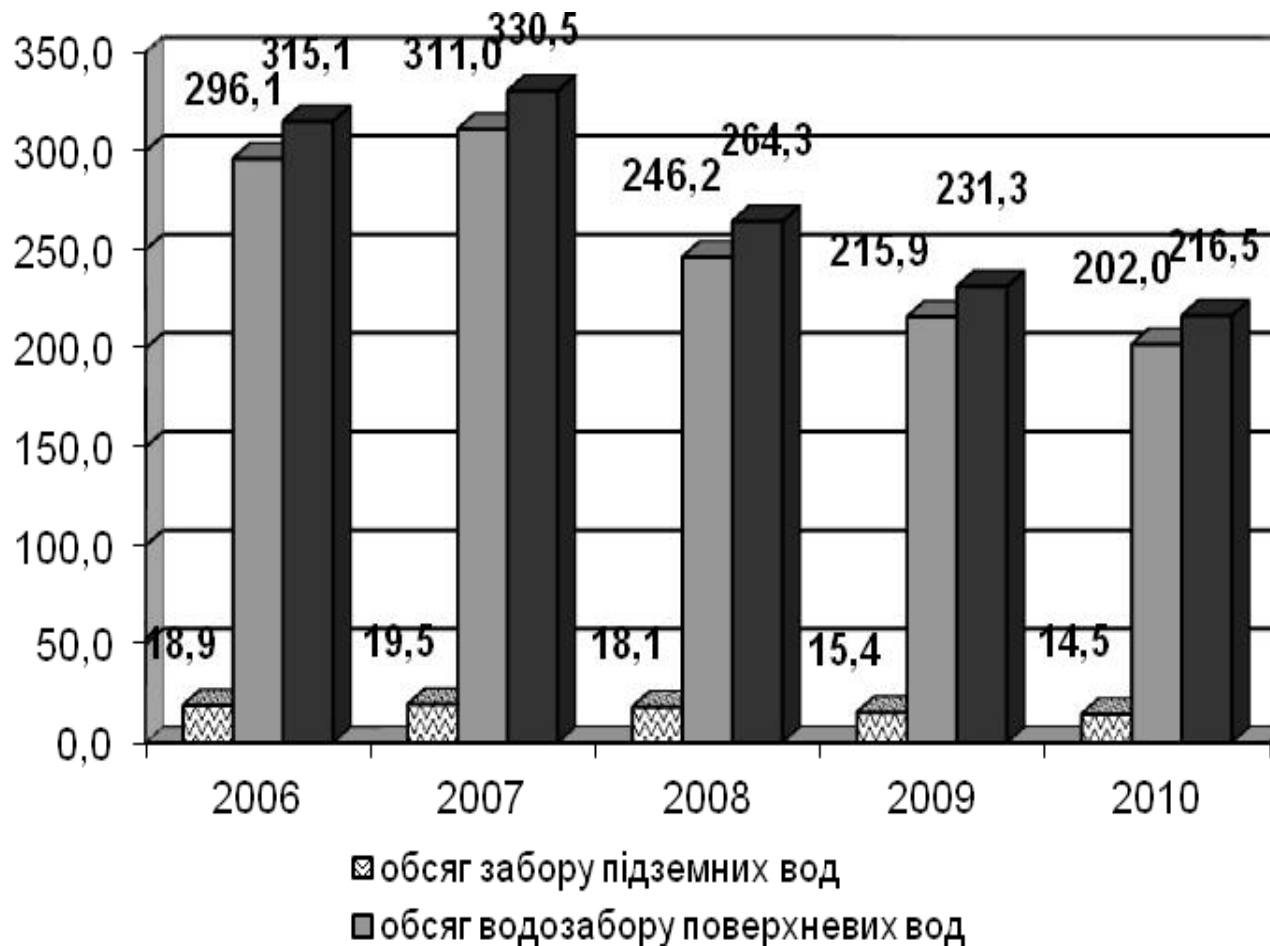
**Предмет дослідження** – методи та засоби екологічного моніторингу параметрів якості поверхневих вод.

**Методи дослідження** – використані методи математичної статистики для обробки параметрів якості поверхневих вод та методи мультиспектрального екологічного контролю забруднення водних середовищ з використанням біоіндикації.

# МАПА МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗІ СТВОРАМИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ЯКІСТЮ ВОД



# ДИНАМІКА ЗАБОРУ ВОДИ ПО МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ (млн.м3)





# СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ДАНИХ, НЕОБХІДНИХ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТЕНДЕНЦІЙ ЗМІНИ ЯКОСТІ ВОД НА ТЕРИТОРІЇ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ


### Приклад даних по якості вод

1	A	B	C	D	E
	Показник	Водний об'єкт	Створ	Дата/час	Значення
2	Температура	р. Синюха	Питний водозабір м. Первомайськ, р.Синюха (л.притока р. П.Буг)	02.01.2013	1
3	Водневий показник	р. Синюха	Питний водозабір м. Первомайськ, р.Синюха (л.притока р. П.Буг)	02.01.2013	8,15
4	Прозорість	р. Синюха	Питний водозабір м. Первомайськ, р.Синюха (л.притока р. П.Буг)	02.01.2013	40
5	Каламутність	р. Синюха	Питний водозабір м. Первомайськ, р.Синюха (л.притока р. П.Буг)	02.01.2013	3,008
6	Запах	р. Синюха	Питний водозабір м. Первомайськ, р.Синюха (л.притока р. П.Буг)	02.01.2013	1
7	Кольоровість	р. Синюха	Питний водозабір м. Первомайськ, р.Синюха (л.притока р. П.Буг)	02.01.2013	20,15
8	Амоній сольовий	р. Синюха	Питний водозабір м. Первомайськ, р.Синюха (л.притока р. П.Буг)	02.01.2013	0,151
9	Нітрит-іони	р. Синюха	Питний водозабір м. Первомайськ, р.Синюха (л.притока р. П.Буг)	02.01.2013	0,04
10	Нітрат-іони	р. Синюха	Питний водозабір м. Первомайськ, р.Синюха (л.притока р. П.Буг)	02.01.2013	10,525
11	Кисень розчинений	р. Синюха	Питний водозабір м. Первомайськ, р.Синюха (л.притока р. П.Буг)	02.01.2013	13,17

### Перелік основних показників якості води

- Cs-137
- K+Na
- Амоній сольовий
- АПАР
- БСК повне
- БСК-5
- Водневий показник
- Гідрокарбонати
- Жорсткість
- Завислі речовини
- Залізо
- Запах
- Кадмій
- Каламутність
- Кальцій
- Кисень розчинений
- Кольоровість
- Лужність загальна
- Магній

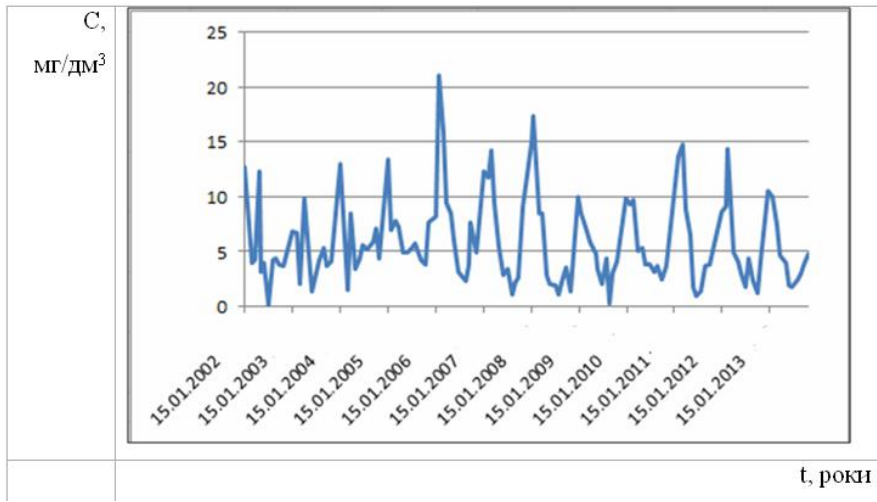
### Перелік водних об'єктів

- Поиск 
- (Выделить все)
  - б. Барановська (с.Жовтень)
  - б. Білозерка
  - б. Ташлик
  - р. Березань
  - р. Верьовчина
  - р. Гнилий Еланець
  - р. Інгул
  - р. Інгулець
  - р. Мертвовод
  - р. Південний Буг
  - р. Синюха
  - (Пустые)

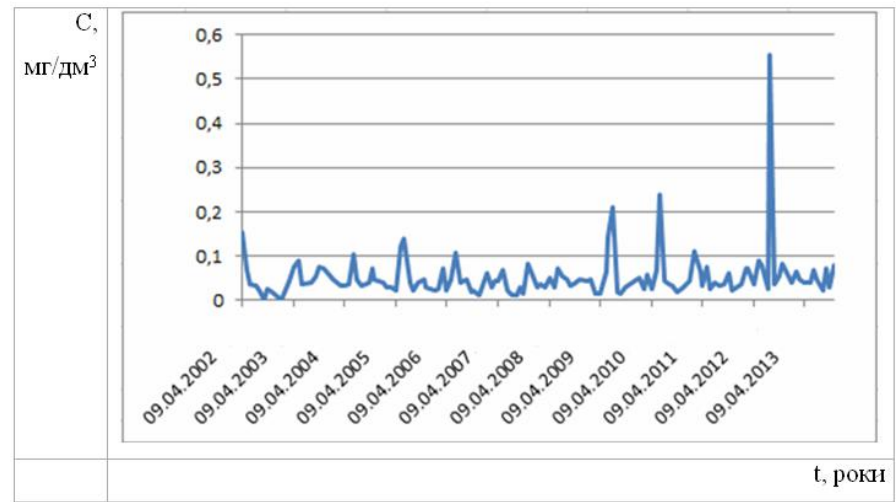
### Перелік основних створів спостереження за якістю води

- Південно-Бузька ЗС- р.П.Буг, с. Ковалівка
- р. Інгул біля с. Костянтинівка (Інгульська ЗС, ділянки "малого" зрошення)
- р. Півд. Буг біля с. Кам`яна Балка, ГНС Вольнівської ЗС, (Вольнівська ЗС, с-ми «малого» зрошення)
- р. Південний Буг біля м. Вознесенськ (Вознесенська, Олександрівська ЗС)
- р. Південний Буг біля с. Ковалівка, ГНС Південнобузької ЗС, (Південнобузька ЗС).
- р. Південний Буг біля с. Себіно (Кандибинська ЗС)
- Р. Південний Буг, м. Нова Одеса, ГНС «Новоодеська» (Новоодеська ЗС)
- р.Інгул (л.притока р.П.Буг), с. Розанівка
- р.Інгул біля с. Костичі, ГНС Костичівської ЗС (Костичівська ЗС)
- р.Мертвовод (ліва притока р.П.Буг), 1 км вище залізничного мосту
- р.П.Буг 97 км, м. Вознесенськ, 2 км до в'їзду в місто
- Софіївське водосховище (питний водозабір м.Новий Буг), с. Софіївка
- Старий пішохідний міст, м.Миколаїв
- Таборівське в-ще на р. Мертвовод біля с. Таборівка (Білоусівська ЗС, ділянки "малого" зрошення).
- Ташлицьке водосховище, місце скиду в р.П.Буг, балка Ташлик, м. Південно-Українськ
- Технічний водозабір Миколаївської ТЕЦ , Бузький лиман, м. Миколаїв
- Щербанівське в-ще біля с-ща Щербані, ГНС Щербанівської ЗС (Щербанівська та Ново-Сафронівська)
- Явкінське в-ще біля с. Явкіно (Явкінська ЗС)

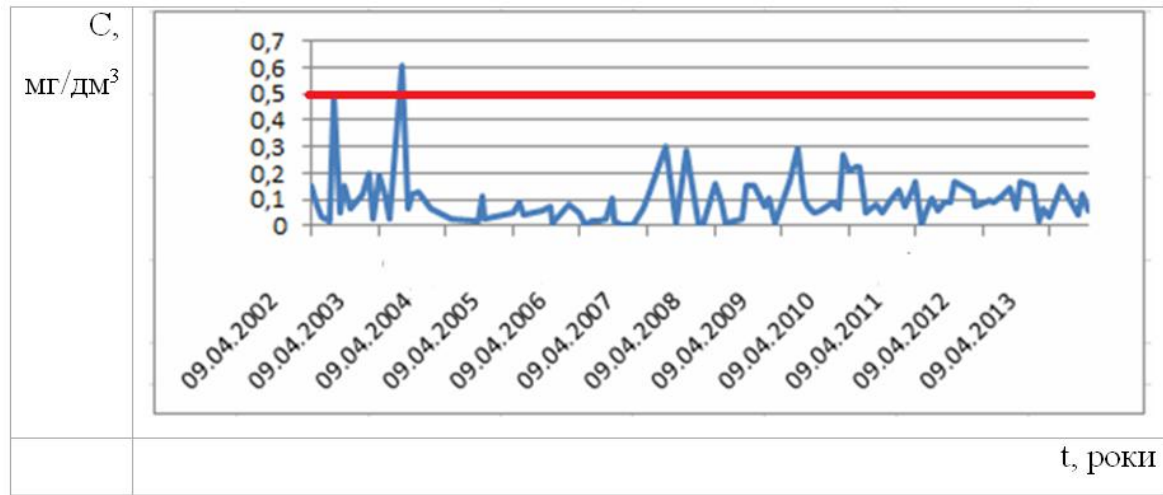
# Аналіз зміни якості вод по створу «Питний водозабір м. Первомайськ, р.Синюха (ліва притока р. П. Буг)»



Аналіз зміни якості вод по нітратам (ГДК = 45 мг/дм<sup>3</sup>)



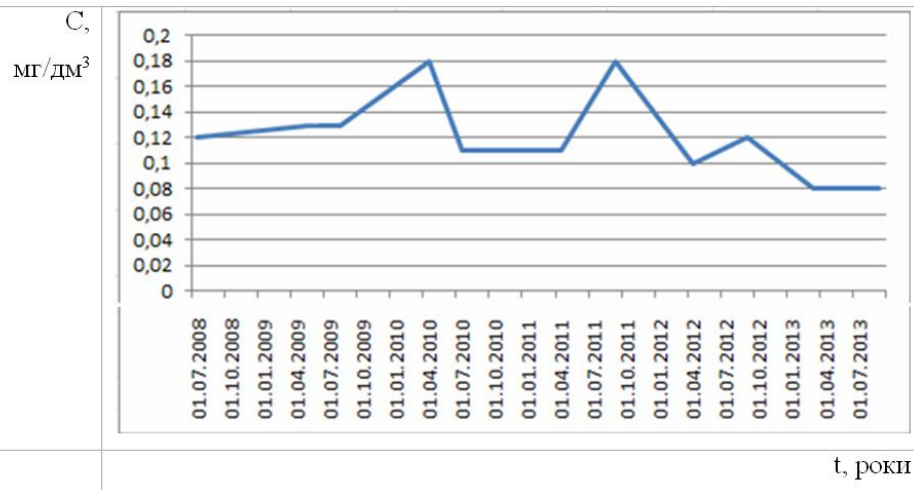
Аналіз зміни якості вод по нітратам (ГДК = 3,3 мг/дм<sup>3</sup>)



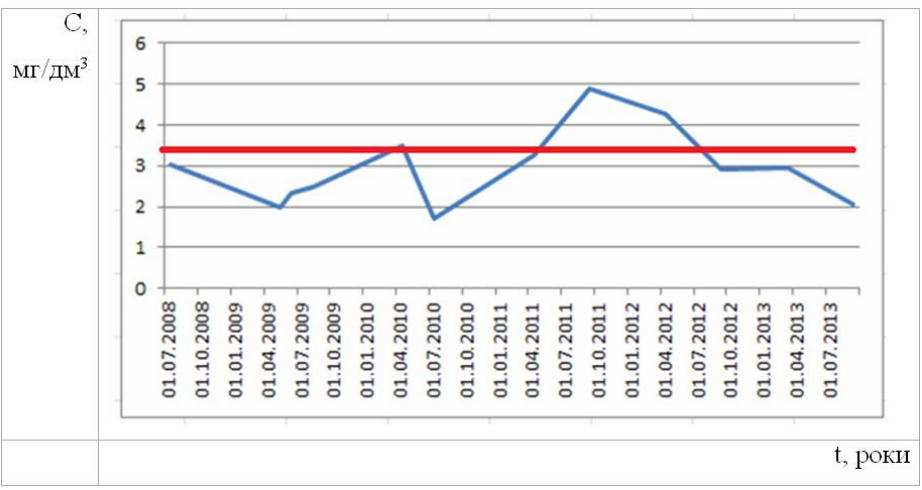
Аналіз зміни якості вод по амоній сольовому (ГДК = 0,5 мг/дм<sup>3</sup>)



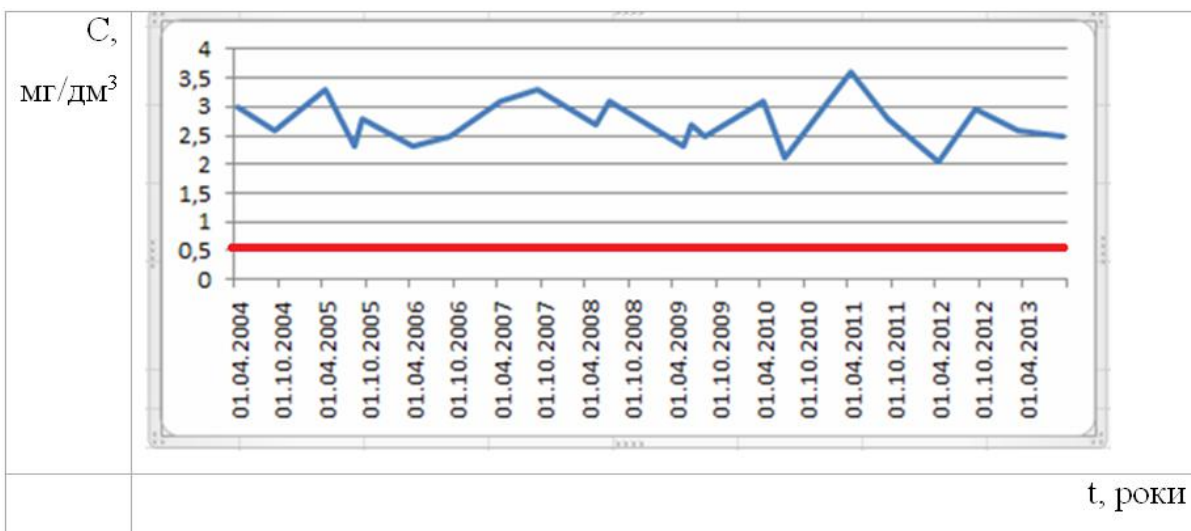
# Аналіз зміни якості вод по створе «р. Південний Буг біля м. Вознесенськ (Вознесенська, Олександрівська ЗС)»



Аналіз зміни якості вод по нітратам (ГДК = 45 мг/дм<sup>3</sup>)



Аналіз зміни якості вод по нітритах (ГДК = 3,3 мг/дм<sup>3</sup>)



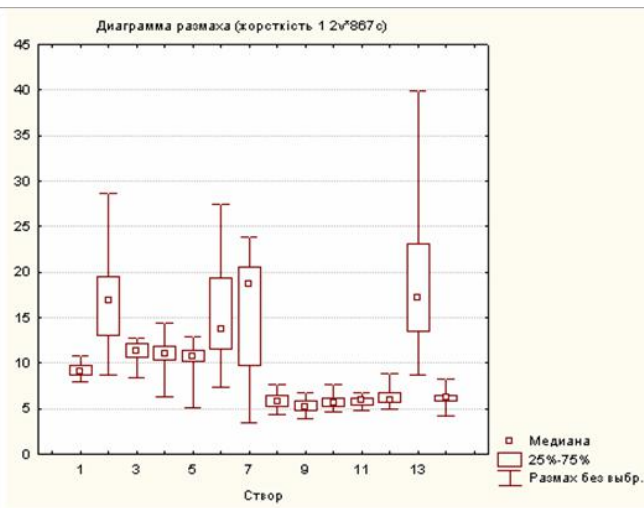
Аналіз зміни якості вод по амоній сольовому (ГДК = 0,5 мг/дм<sup>3</sup>)

Номера створів, на яких проводились дослідження:

Ташлицьке водосховище, місце скиду в р.П.Буг, балка Ташлик, м. Південно-Українськ	1
Єланецький водозабір	2
Інгульська ЗС, с. Привільне	3
р.Інгул (л.притока р.П.Буг), с. Розанівка	4
Софіївське водосховище (питний водозабір м.Новий Буг), с. Софіївка	5
Старий пішохідний міст, м.Миколаїв	6
р.Мертвовод (ліва притока р.П.Буг), 1 км вище залізничного мосту	7
Олександрівське водосховище, с. Олександрівка	8
Первомайське водосховище, м. Первомайськ	9
Питний водозабір м. Южноукраїнськ, с. Олексіївка	10
Південно-Бузька ЗС- р.П.Буг, с. Ковалівка	11
р.П.Буг 97 км, м. Вознесенськ, 2 км до в'їзду в місто	12
Технічний водозабір Миколаївської ТЕЦ , Бузький лиман, м. Миколаїв	13
Питний водозабір м. Первомайськ, р.Синюха (л.притока р. П.Буг)	14

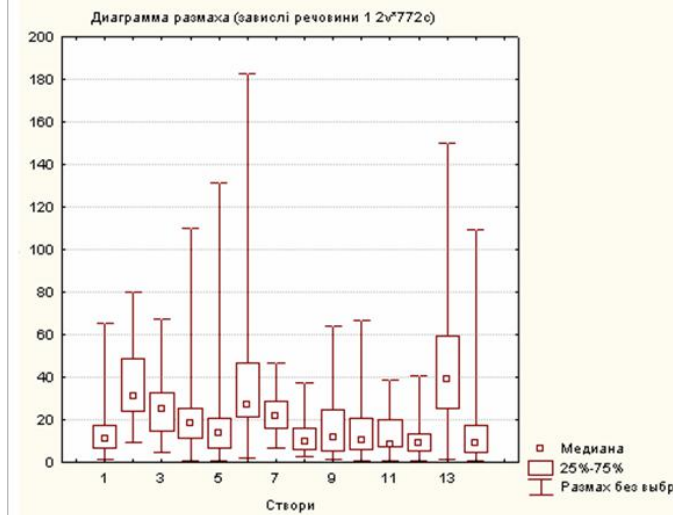
# Статистичний аналіз зміни якості вод Миколаївської області

T,  
ММОЛЬ/ДМ<sup>3</sup>



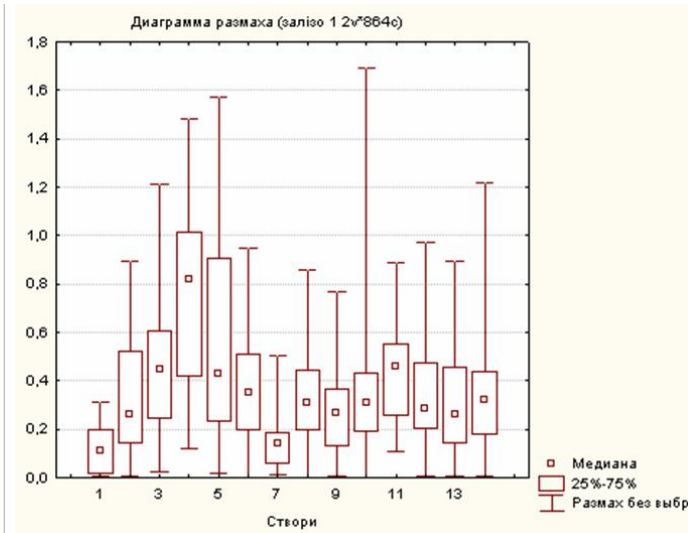
## Жорсткість

C,  
МГ/ДМ<sup>3</sup>



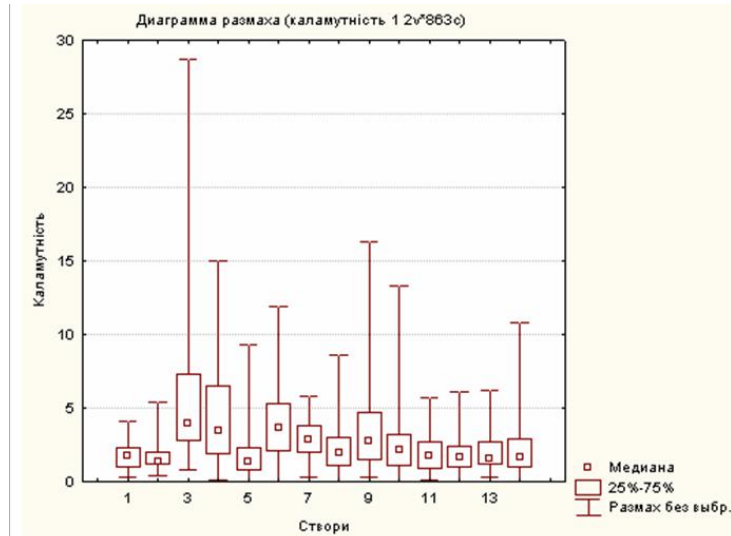
## Завислі речовини

C,  
МГ/ДМ<sup>3</sup>



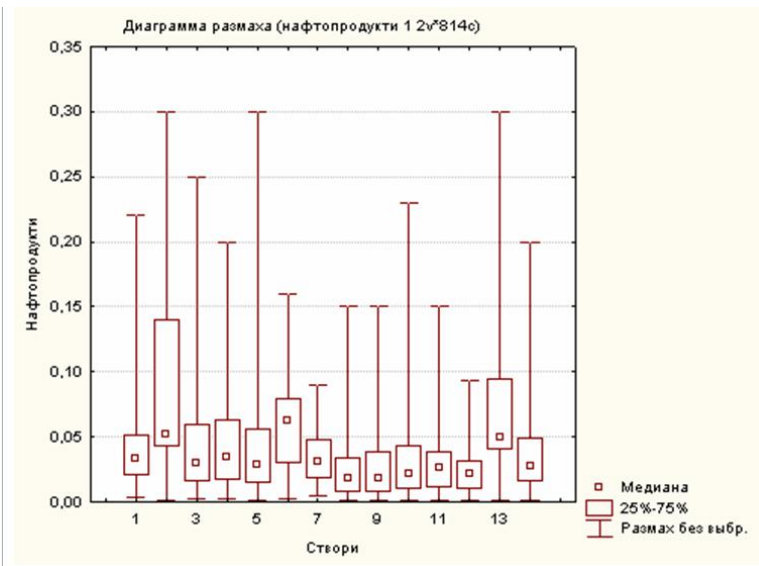
## Залізо

K,  
NTU



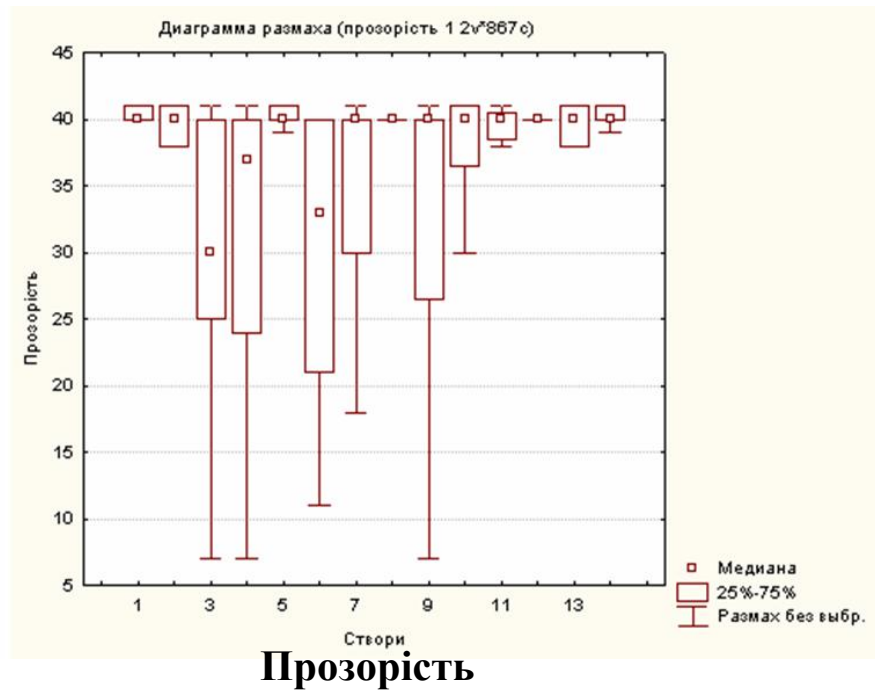
## Каламутність

C,  
мг/дм<sup>3</sup>



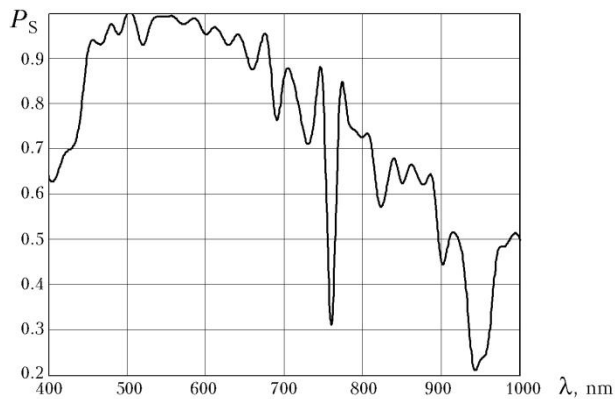
## Нафтопродукти

P,  
см

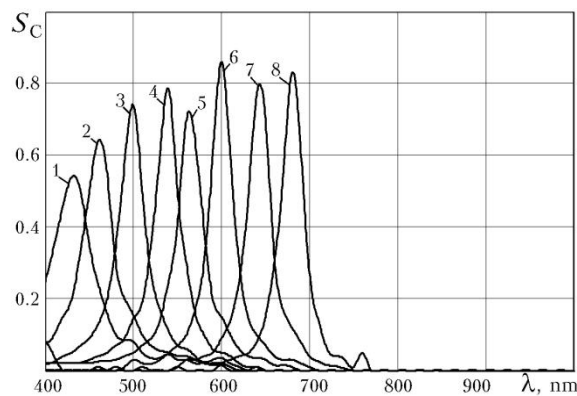


## Прозорість

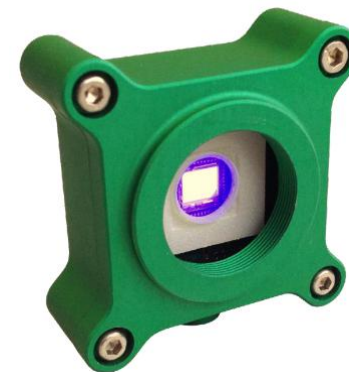
# НОРМОВАНІ СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ КОНТРОЛІ ПАРАМЕТРІВ ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩ З ВИКОРИСТАННЯМ КВАДРОКОПТЕРА



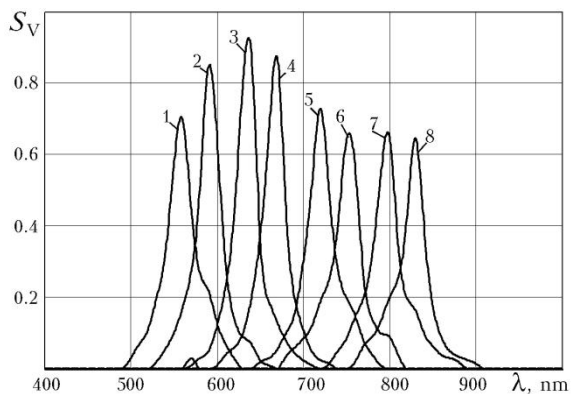
а)



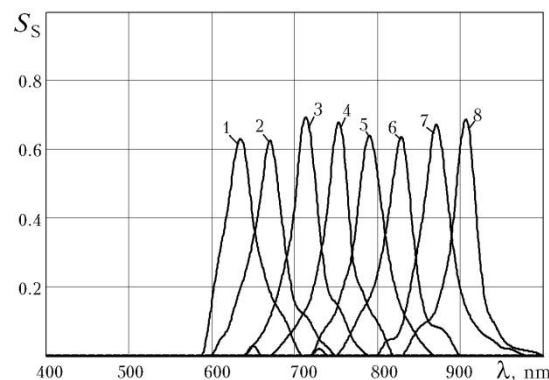
б)



в)



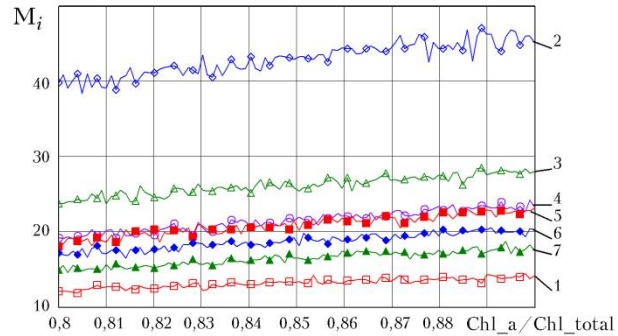
г)



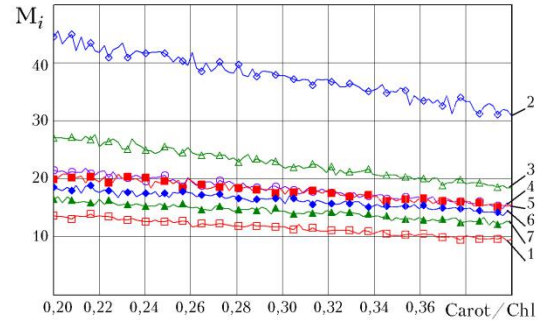
г)

Нормовані спектральні характеристики: а) природного сонячного випромінювання; б) чутливості спектральних каналів камери CMS-C (400 – 700 нм); в) зовнішній вид камери CMS-C г) чутливості спектральних каналів камери CMS-V (550 – 850 нм); д) чутливості спектральних каналів камери CMS-S (650 – 950 нм)

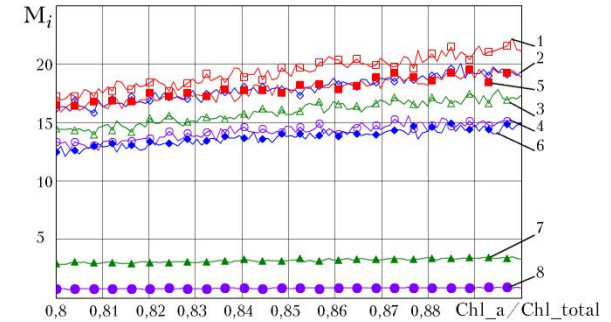
# РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИ ЗМІНІ ПІГМЕНТНИХ ПАРАМЕТРІВ ФІТОПЛАНКТОНУ IN SITU ТА ВИКОРИСТАННІ КВАДРОКОПТЕРА



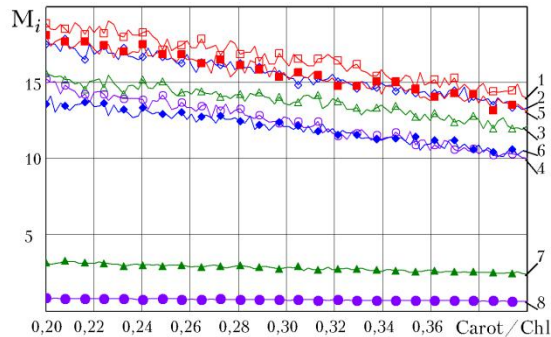
1) співвідношення між хлорофілом а та загальним хлорофілом, камера CMS-C



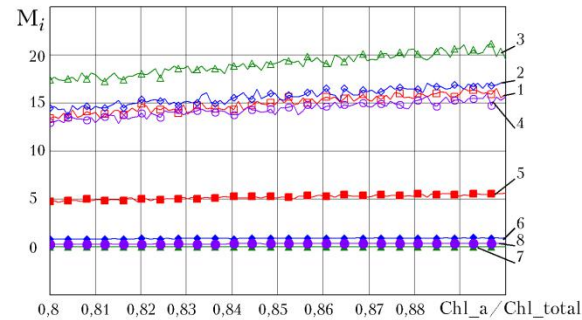
2) співвідношення між каротиноїдами та загальним хлорофілом, камера CMS-C



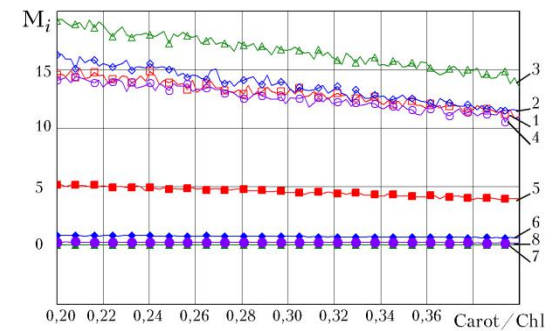
3) співвідношення між хлорофілом а та загальним хлорофілом, камера CMS-V



4) співвідношення між каротиноїдами та загальним хлорофілом, камера CMS-V



5) співвідношення між хлорофілом а та загальним хлорофілом, камера CMS-S



6) співвідношення між каротиноїдами та загальним хлорофілом, камера CMS-S

Результати розрахунку мультиспектральних параметрів при зміні пігментних параметрів та використанні мультиспектральних камер серії CMS



# ПРИКЛАД РОЗВ'ЯЗКУ ОБЕРНЕНОЇ ЗАДАЧІ ОПОСЕРЕДКОВАНОГО ВИМІРЮВАННЯ ПІГМЕНТНИХ ПАРАМЕТРІВ ФІТОПЛАНКТОНУ У ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Результати розрахунку множинної регресії при використанні камери типу CMS-C

N	$\lambda$ , нм	F	$\delta_m$ , %	R
1	713	661,6065	1,0579329	0,93326622
2	713, 669	655,1362	0,7772548	0,96492090
3	713, 669, 790	673,2844	0,6338839	0,97705078
4	713, 669, 790, 752	681,3346	0,5490373	0,98301378
5	713, 669, 790, 752, 827	644,5145	0,5062998	0,98572688
6	713, 669, 790, 752, 827, 906	604,4872	0,4780634	0,98742062
7	713, 669, 790, 752, 827, 906, 635	522,2490	0,4762857	0,98764968

# РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩ З КВАДРОКОПТЕРА



а)



б)



в)

Результати експериментальних досліджень контролю параметрів водних середовищ з квадрокоптера  
а) угруповання макрофітів *Nuphar lutea* (р. Південний Буг),  
б) угруповання макрофітів *Nuphar lutea*, в) зовнішній вигляд квадрокоптера DJI Mavic Pro з встановленою мультиспектральною камерою

# АНАЛІЗ ПОХИБОК МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНИХ ВИМІРЮВАНЬ ПІГМЕНТНИХ ПАРАМЕТРІВ ФІТОПЛАНКТОНУ У ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

N	$\delta_{instr.}$ , %	CMS-C		CMS-V		CMS-S	
		$\delta_m$ , %	$\delta_{gen}$ , %	$\delta_m$ , %	$\delta_{gen}$ , %	$\delta_m$ , %	$\delta_{gen}$ , %
Співвідношення між хлорофілом а та загальним хлорофілом фітопланктону							
1	0,175	0,897	1,072	0,849	1,024	1,058	1,233
2	0,247	0,658	0,905	0,64	0,887	0,777	1,024
3	0,303	0,562	0,865	0,539	0,842	0,634	0,937
4	0,35	0,529	0,879	0,51	0,86	0,549	0,899
5	0,391	0,503	0,894	0,482	0,873	0,506	0,897
6	0,428	0,476	0,904	0,459	0,887	0,478	0,906
7	0,463	0,459	0,922	0,449	0,912	0,476	0,939
Співвідношення між каротиноїдами та загальним хлорофілом фітопланктону							
1	0,175	0,981	1,156	1,062	1,237	1,161	1,336
2	0,247	0,695	0,942	0,791	1,038	0,805	1,052
3	0,303	0,575	0,878	0,673	0,976	0,668	0,971
4	0,35	0,528	0,878	0,616	0,966	0,592	0,942
5	0,391	0,5	0,891	0,568	0,959	0,533	0,924
6	0,428	0,471	0,899	0,533	0,961	0,5	0,928

1. Дістав подальшого розвитку метод оцінювання комплексного впливу забруднюючих речовин на стан водних екосистем на прикладі поверхневих вод Миколаївської області, який відрізняється використанням статистичної обробки параметрів якості вод та пошуком кореляційних зв'язків між ними на різних ділянках течії річки, що дозволило виявити джерела забруднення.
2. Вдосконалено методику екологічного контролю забруднення водних середовищ з використанням біоіндикації, яка відрізняється від відомих використанням квадрокоптера для дистанційного мультиспектрального контролю концентрації фітопланктону у приповерхневому шарі водних об'єктів, що дозволило підвищити швидкодію оперативного моніторингу забруднення водних середовищ.

Практичне значення одержаних результатів полягає у вдосконаленні засобів контролю параметрів якості поверхневих вод Миколаївської області. До результатів, одержаних у магістерській роботі, що мають практичну цінність, належить удосконалення методики контролю параметрів якості поверхневих вод та проведення відповідних експериментальних досліджень.

1. Виконано аналіз проблеми забруднень водойм на території Миколаївської області, розглянуто актуальні екологічні проблеми природних вод на території області, а також зменшення забруднення і охорона водних ресурсів передбачають актуальність роботи та доцільність створення засобу для аналізу даних. Далі проведено аналіз змін якості водних ресурсів Миколаївської області. Розроблено природоохоронні рекомендації щодо зменшення впливу забруднюючих речовин на водойми Миколаївської області.
2. При вимірюванні співвідношення між хлорофілом а та загальним хлорофілом фітопланктону за допомогою мультиспектральної камери мінімальну загальну похибку отримано для триканального засобу вимірювального контролю з використанням камери типу CMS-C та робочих довжин хвиль 536, 563 та 642 нм. При вимірюванні співвідношення між каротиноїдами та загальним хлорофілом фітопланктону мінімальну загальну похибку отримано для триканального засобу з використанням камери типу CMS-C та робочих довжин хвиль 499, 461 та 430 нм.
3. Вдосконалено метод екологічного контролю пігментних параметрів фітопланктону у приповерхневому шарі природних водних середовищах при вимірюваннях в умовах *in situ* з використанням квадрокоптера з мультиспектральною камерою. Здійснено розв'язок оберненої оптичної задачі для визначення пігментних параметрів фітопланктону у природних водних середовищах за результатами мультиспектральних вимірювань при використанні восьмиканальних мультиспектральних камер серії CMS (Silios Technologies) та отримано відповідні регресійні рівняння. Порівнюючи значення методичної похибки вимірювання пігментних параметрів фітопланктону для камер цієї серії, що працюють у різних діапазонах довжин хвиль найменше значення отримано для камери, що працює у діапазоні 400 – 700 нм (CMS-C). Обрано оптимальні довжини хвиль спектральних каналів та їх кількість при опосередкованому вимірюванні пігментних параметрів фітопланктону з умови забезпечення мінімального значення загальної похибки.
4. Дістав подальшого розвитку метод оцінювання комплексного впливу забруднюючих речовин на стан водних екосистем на прикладі поверхневих вод Миколаївської області, який відрізняється використанням статистичної обробки параметрів якості вод та пошуком кореляційних зв'язків між ними на різних ділянках течії річки, що дозволило виявити джерела забруднення.
5. Вдосконалено методику екологічного контролю забруднення водних середовищ з використанням біоіндикації, яка відрізняється від відомих використанням квадрокоптера для дистанційного мультиспектрального контролю концентрації фітопланктону у приповерхневому шарі водних об'єктів, що дозволило підвищити швидкість оперативного моніторингу забруднення водних середовищ.



Дякую за увагу