



Вінницький національний технічний університет
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля



Магістерська кваліфікаційна робота
на тему:

ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ВПЛИВУ
НЕБЕЗПЕЧНИХ ВІДХОДІВ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ МЕТОДОМ
БІОІНДИКАЦІЇ ПО ФІТОПЛАНКТОНУ

Розробила магістрант:
Ст. гр. ЕКО-16м, Безусяк Яна

Науковий керівник:
Квaternюк Сергій Михайлович,
кандидат технічних наук, доцент

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ

Актуальність теми зумовлена необхідністю спектрофотометричного дослідження впливу токсичних речовин на фітопланктон для постійного підвищення достовірності екологічного контролю впливу небезпечних відходів, зокрема, непридатних пестицидних препаратів та органічних розчинників, на водні об'єкти методом біоіндикації по фітопланктону та обґрунтування відповідних заходів екологічної безпеки.

Метою роботи є оцінювання комплексного впливу небезпечних відходів на водні об'єкти методом біоіндикації по фітопланктону та обґрунтування відповідних заходів екологічної безпеки.

Для досягнення мети роботи необхідно було розв'язати такі **задачі:**

- здійснити аналіз особливостей фітопланктону як індикатора забруднення;
- вдосконалити методику та методи дослідження;
- здійснити математичне моделювання динаміки популяцій фітопланктону;
- здійснити оцінювання впливу небезпечних відходів на водні об'єкти та обґрунтування заходів екологічної безпеки.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПОПУЛЯЦІЙ ФІТОПЛАНКТОНУ У ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ

Система нелінійних диференційних рівнянь, що враховує міжвидову взаємодію:

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 - \frac{r_1}{K_1} N_1^2 + \gamma_1 N_1 N_2; \\ \frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 - \frac{r_2}{K_2} N_2^2 + \gamma_2 N_2 N_1. \end{cases}$$

Наближений розв'язок отримуємо замінивши її системою рекурентних рівнянь:

$$\begin{cases} N_{i+1} = N_i + \left(r_n N_i - \frac{r_n}{K_n} N_i^2 + \gamma_n N_i M_i \right); \\ M_{i+1} = M_i + \left(r_m M_i - \frac{r_m}{K_m} M_i^2 + \gamma_m M_i N_i \right). \end{cases}$$

При моделюванні динаміки популяцій у водному середовищі кількість рівнянь у системі відповідатиме кількості видів n , також у кожному з рівнянь буде $n-1$ доданок виду $\gamma_{ij} N_i N_j$, що відповідає за міжвидову взаємодію

$$\begin{cases} N_{i+1}^{(1)} = N_i^{(1)} + \left(r_1 N_i^{(1)} - \frac{r_1}{K_1} (N_i^{(1)})^2 + \gamma_{12} N_i^{(1)} N_i^{(2)} + \gamma_{13} N_i^{(1)} N_i^{(3)} + \dots + \gamma_{1n} N_i^{(1)} N_i^{(n)} \right); \\ N_{i+1}^{(2)} = N_i^{(2)} + \left(r_2 N_i^{(2)} - \frac{r_2}{K_2} (N_i^{(2)})^2 + \gamma_{21} N_i^{(2)} N_i^{(1)} + \gamma_{23} N_i^{(2)} N_i^{(3)} + \dots + \gamma_{2n} N_i^{(2)} N_i^{(n)} \right); \\ \dots \\ N_{i+1}^{(n)} = N_i^{(n)} + \left(r_n N_i^{(n)} - \frac{r_n}{K_n} (N_i^{(n)})^2 + \gamma_{n1} N_i^{(n)} N_i^{(1)} + \gamma_{n2} N_i^{(n)} N_i^{(2)} + \dots + \gamma_{n(n-1)} N_i^{(n)} N_i^{(n-1)} \right). \end{cases}$$

Оцінювання інтегрального екологічного стану водних об'єктів з здійснюємо на основі розрахунку індексів Сімпсона та Шеннона на основі значень відносної чисельності частинок фітопланктону кожного з видів

Індекс Сімпсона $D = \sum_{i=1}^n p_i^2$

Індекс Шеннона $H = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$

Фітопланктон, як біоіндикатор інтегральних параметрів забруднення водних середовищ, залежить від освітленості, температури, концентрації біогенних і токсичних речовин

$$r(t, E, C_i) = r_{opt} \cdot f(t) \cdot f(E) \prod_{i=1}^n C_{bgi} \prod_{i=1}^m C_{txi}$$

де

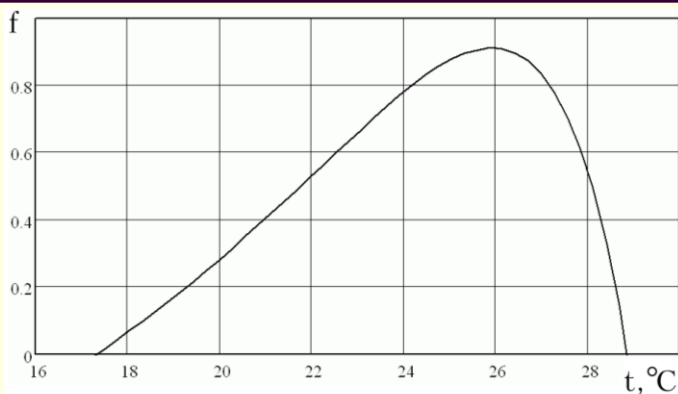
$$f(t) = b_{opt(t)} e^{a_{1(t)}(t-t_{opt})} - d_{opt(t)} e^{a_{2(t)}(t-t_{opt})} - d_{max(t)} e^{a_{3(t)}(t_{max}-t)}$$

$$f(E) = b_{opt(E)} e^{a_{1(E)}(E-E_{opt})} - d_{opt(E)} e^{a_{2(E)}(E-E_{opt})} - d_{max(E)} e^{a_{3(E)}(E_{max}-E)}$$

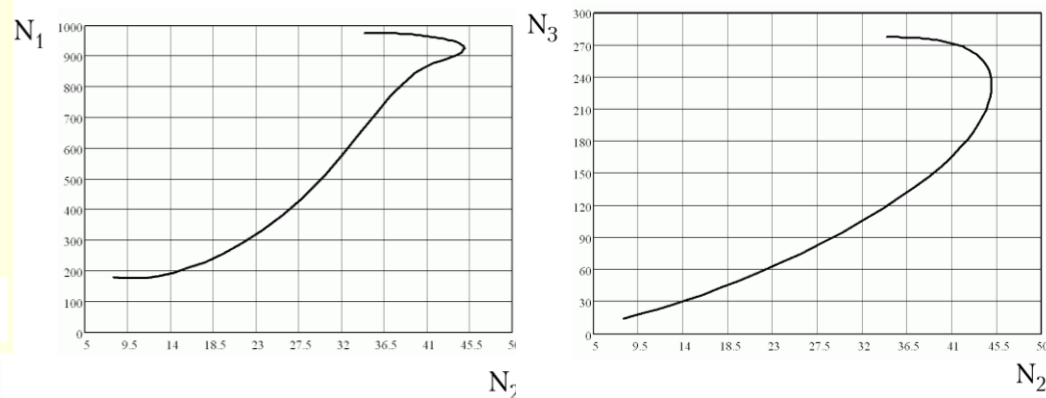
$$f(C_{bgi}) = b_{opt(C_{bgi})} e^{a_{1(C_{bgi})}(C_{bgi}-C_{bgi\ opt})} - d_{opt(C_{bgi})} e^{a_{2(C_{bgi})}(C_{bgi}-C_{bgi\ opt})} - d_{max(C_{bgi})} e^{a_{3(C_{bgi})}(C_{bgi\ max}-C_{bgi})}$$

$$f(C_{txi}) = b_{0(C_{txi})} e^{a_{1(C_{txi})}(C_{txi})} - d_{opt(C_{txi})} e^{a_{2(C_{txi})}(C_{bgi})}$$

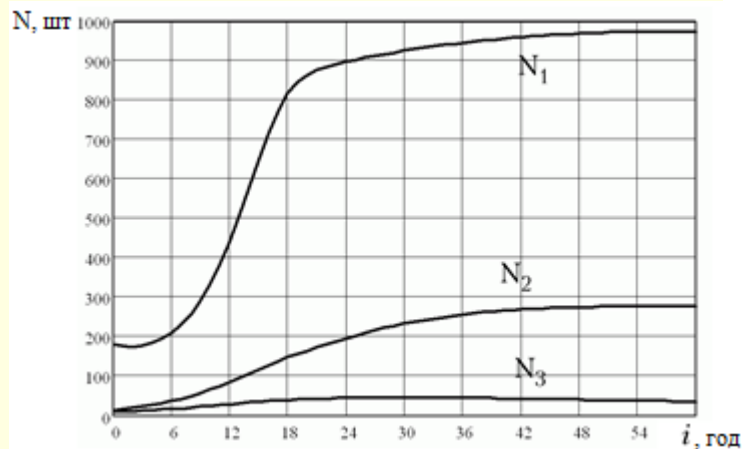
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПОПУЛЯЦІЙ ФІТОПЛАНКТОНУ У ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ



Залежність розвитку фітопланктону від t



Моделювання зміни у співвідношенні між популяціями фітопланктону різних видів у екосистемі водного об'єкта у результаті антропогенного впливу



Моделювання динаміки популяцій фітопланктону для модельної екосистеми середовища, що містить три види фітопланктону *Cyanophyta* (N_1), *Bacillariophyta* (N_2), *Chlorophyta* (N_3)

РОЗРАХУНОК ПЕРВИННОЇ ПРОДУКЦІЇ ФІТОПЛАНКТОНУ

Первинна продукція планктонної підсистеми – це наслідок життєдіяльності фітопланктону, що характеризує результат процесу фотосинтезу, в ході якого виділяється кисень та утворюється органічна речовина, яка синтезується з мінеральних компонентів водного середовища. Таким чином, первинна продукція представляє собою синтезовану масу органічної речовини (біомасу фітопланктону) та кисню за одиницю часу в одиниці простору.

Розрахунок первинної продукції фітопланктону здійснено за таким рівнянням:

$$A_1 = k_{1f} \cdot a_{10 \max} \cdot e^{-\beta_1 \cdot B_{1B}} \cdot e^{-0,02 \cdot C_{зав}} \cdot B_{1B},$$

де k_{1f} - коефіцієнт форми поперечного перетину водойми;

$a_{10 \max}$ - найбільша продукційна спроможність фітопланктону;

β_1 - коефіцієнт, що враховує сезонну температуру та умови освітленості;

B_{1B} - біомаса фітопланктону;

$C_{зав}$ - концентрація завислих речовин у воді водойми

РОЗРАХОВАНІ ЗНАЧЕННЯ ПЕРВИННОЇ ПРОДУКЦІЇ ФІТОПЛАНКТОНУ

Вхідні величини								Розраховане значення первинної продукції
$B_{1B}, \text{г/м}^3$	$a_{10 \max}, \text{гO}_2/(\text{г}\cdot\text{с})$	$a_{\text{сер}}, \text{гO}_2/(\text{г}\cdot\text{с})$	$e^{-\beta_1 \cdot B_{1B}}$	$C_{\text{зав}}, \text{г/м}^3$	$e^{-0,02 \cdot C_{\text{зав}}}$	k_{1f}	$A_1, (\text{гO}_2/(\text{м}^3 \cdot \text{с}))$	
min	0,50	$0,87 \cdot 10^{-5}$	2÷5	0,77	10	0,82	0,20	$5,4 \cdot 10^{-7}$
max	3	$0,87 \cdot 10^{-5}$	2÷5	0,22	10	0,82	0,20	$9,4 \cdot 10^{-7}$

МЕТОДИКА БІОТЕСТУВАННЯ НА МІКРОВОДОРОСТЯХ

Дана методика ґрунтується на визначенні зміни інтенсивності розмноження водоростей при дії токсичних речовин, які містяться у досліджуваній воді, у порівнянні з контролем.

Короткочасне біотестування – 96 год – дозволяє визначити наявність гострого токсичного впливу досліджуваної води на водорості.

Водорості вирощують на штучному живильному середовищі, яке виготовляють для культивування водоростей.

Реактиви	Вміст г/л	
	В середовищі культивування	В розчинах солей для біотестування
KNO_3	0,025	50,0
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,025	50,0
KH_2PO_4	0,025	50,0
K_2CO_3	0,0345	69,0
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0,1	200,0

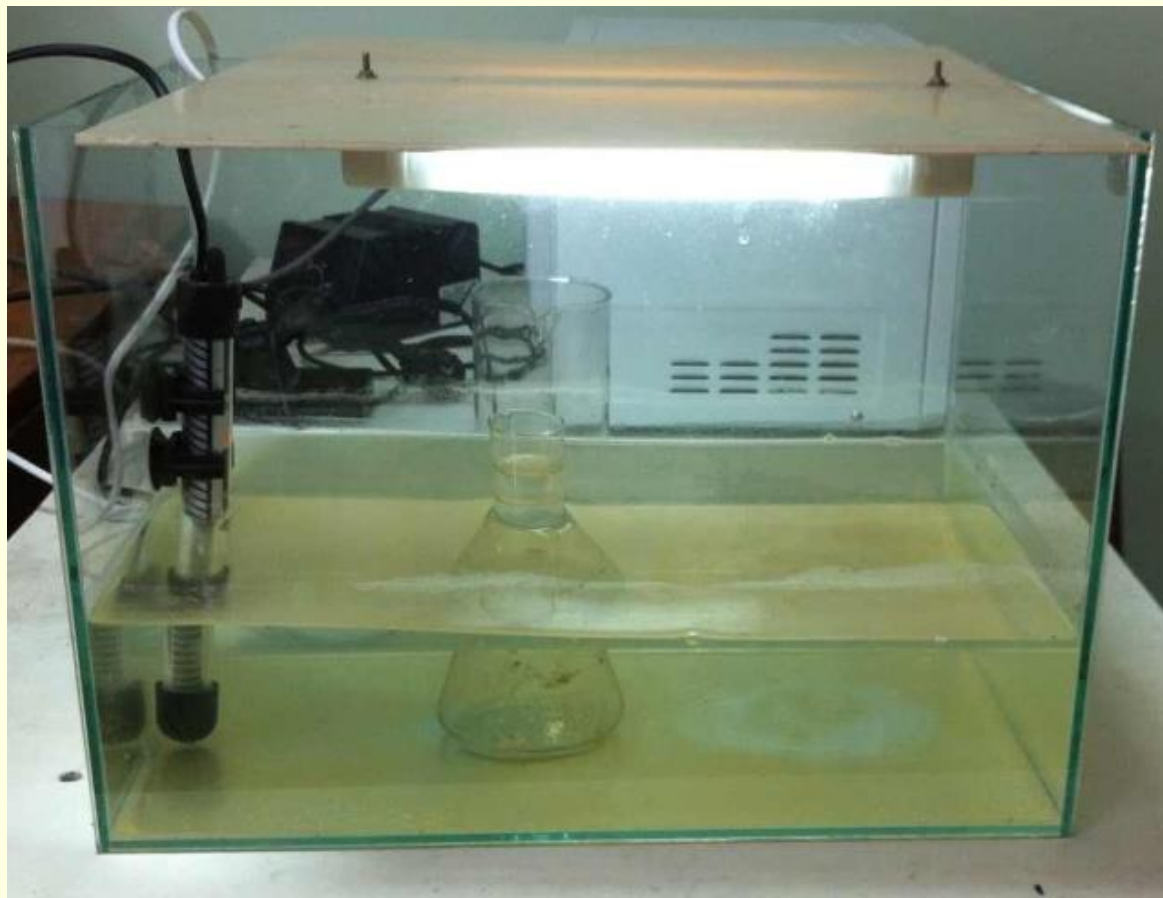
ПРИГОТУВАННЯ ТА ПІДГОТОВКА РОБОЧИХ РОЗЧИНІВ



РОЗРАХОВАНІ КОНЦЕНТРАЦІЇ ДОДАНИХ ПЕСТИЦИДІВ

Концентрація / Номер колби	Вид пестициду
0,1мл шприца = 1 мкл ПП = 0,0004 г ДР / 1	Бі-58, Раундап
0,2 мл шприца = 2 мкл ПП = 0,0008 г ДР / 2	
0,4 мл шприца = 4 мкл ПП = 0,0016 г ДР / 3	
0,8 мл шприца = 8 мкл ПП = 0,0032 г ДР / 4	
1,6 мл шприца = 16 мкл ПП = 0,0064 г ДР / 5	
3,2 мл шприца = 32 мкл ПП = 0,0128 г ДР / 6	

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА - ЛЮМІНОСТАТ ДЛЯ ПІДТРИМКИ НЕОБХІДНОЇ ОСВІТЛЕНОСТІ І ТЕМПЕРАТУРИ У КОЛБАХ ПРОТЯГОМ 96 ГОДИН



ВИГЛЯД РОБОЧИХ РОЗЧИНІВ ПІСЛЯ 96 ГОДИН ВІДСТОЮВАННЯ



ФОТОМЕТР ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРІВ ПРОПУСКАННЯ РОБОЧИМИ РОЗЧИНАМИ



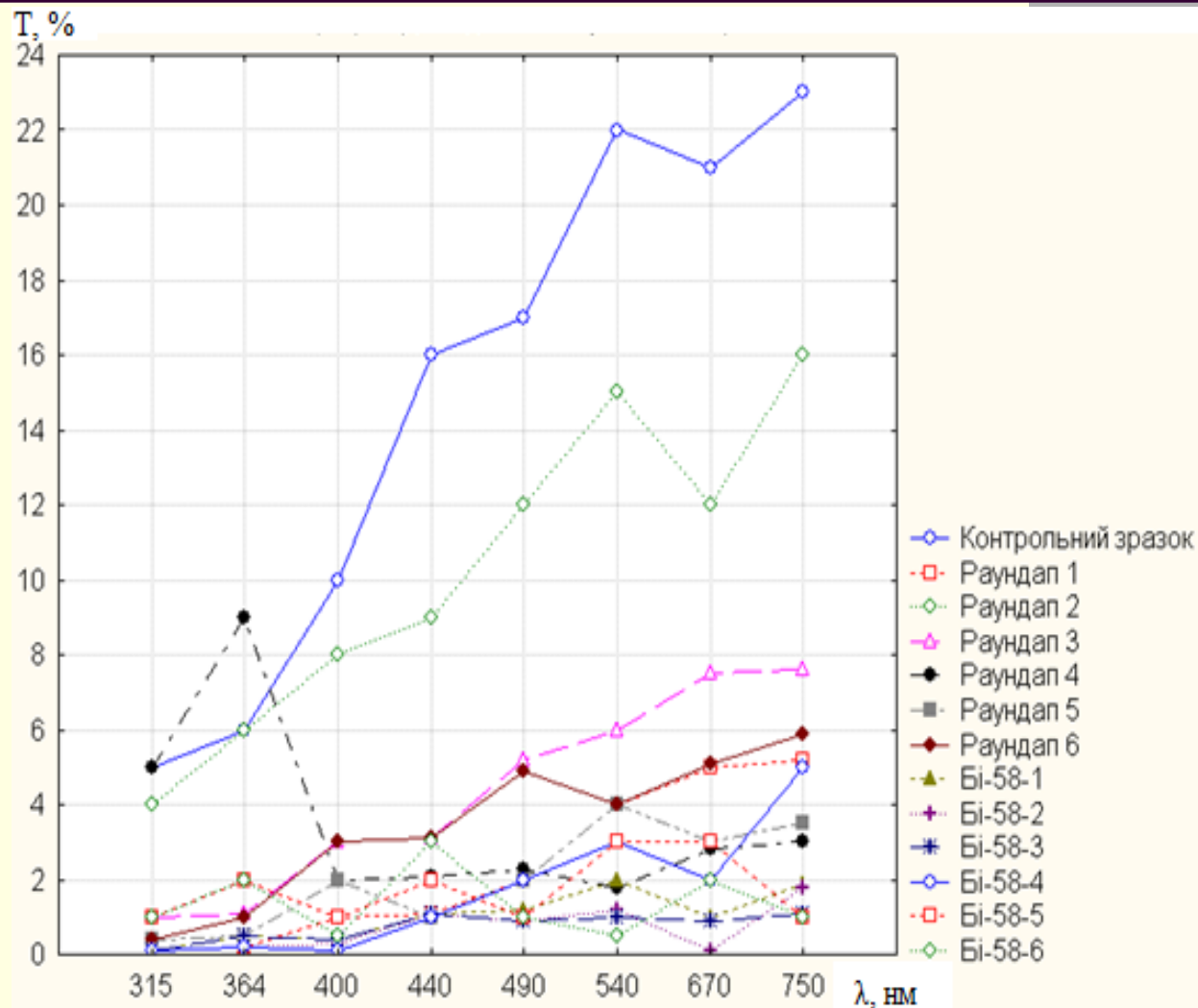
РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРЮВАНЬ КОЕФІЦІЄНТА ПРОПУСКАННЯ КОНТРОЛЬНОГО ЗРАЗКА

Довжина хвилі λ , нм	Значення коефіцієнта пропускання T, %
315	5
364	6
400	10
440	16
490	17
540	22
670	21
750	23

РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРЮВАНЬ ДЛЯ РОЗЧИНІВ ІЗ ДОДАНИМИ ПЕСТИЦИДАМИ

Вид пестициду	Довжина хвилі λ , нм	Значення коефіцієнта пропускання					
		T, %					
		Колба №1	Колба №2	Колба №3	Колба №4	Колба №5	Колба №6
Раундап	315	0,1	4	1	5	0,4	0,4
	364	0,2	6	1,1	9	0,5	1
	400	1	8	3	2	2	3
	440	1,1	9	3,1	2,1	1	3,1
	490	2	12	5,2	2,3	2	4,9
	540	4	15	6	1,8	4	4
	670	5	12	7,5	2,8	3	5,1
	750	5,2	16	7,6	3	3,5	5,9
Бі-58	315	0,1	0,1	0,1	0,1	1	1
	364	0,5	0,2	0,5	0,2	2	2
	400	0,4	0,3	0,4	0,1	1	0,5
	440	1,1	1,1	1,1	1	2	3
	490	1,2	0,9	0,9	2	1	1
	540	2	1,2	1	3	3	0,5
	670	1	0,1	0,9	2	3	2
	750	1,9	1,8	1,1	5	1	1

ГРАФІЧНІ ЗАЛЕЖНОСТІ СПЕКТРАЛЬНОГО КОЕФІЦІЄНТА ПРОПУСКАННЯ ДЛЯ РІЗНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ПЕСТИЦИДНИХ ПРЕПАРАТІВ



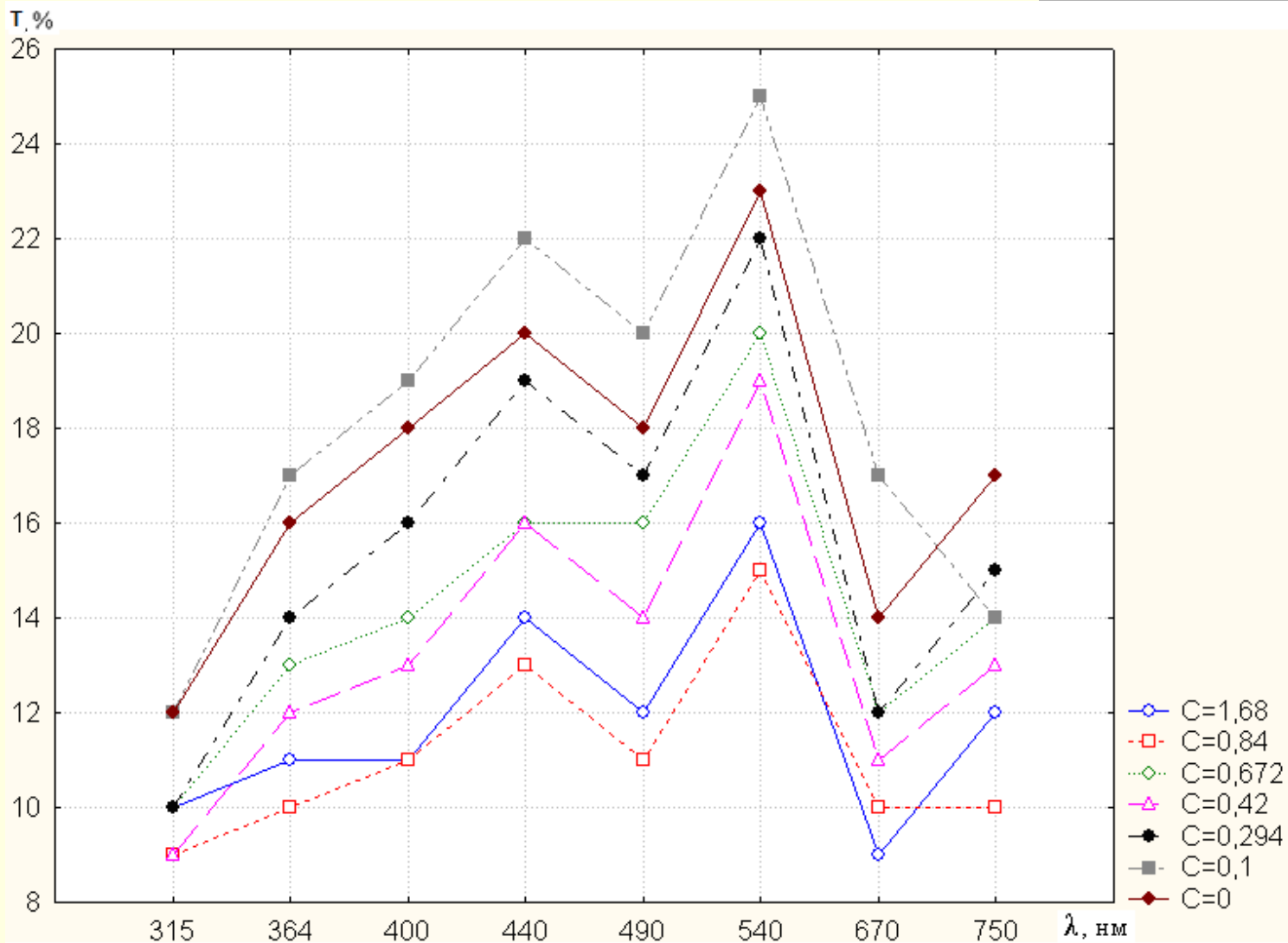
РОЗРАХОВАНІ КОНЦЕНТРАЦІЇ ДОДАНОГО МОНОБУТИЛОВОГО ЕФІРУ ЕТИЛЕНГЛІКОЛЮ

Номер колби	Концентрація речовини, мг/л
1	1,68
2	0,84
3	0,672
4	0,546
5	0,42
6	0,294
7	0,1
8	0,08

РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРЮВАНЬ ДЛЯ РОЗЧИНІВ ІЗ ДОДАНИМ МОНОБУТИЛОВИМ ЕФІРОМ ЕТИЛЕНГЛІКОЛЮ

Довжина хвилі λ , нм	Значення коефіцієнта пропускання Т, %							
	Колба	Колба	Колба	Колба	Колба	Колба	Колба	Колба
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
315	10	9	10	20	9	10	12	12
364	11	10	13	28	12	14	17	16
400	11	11	14	31	13	16	19	18
440	14	13	16	36	16	19	22	20
490	12	11	16	33	14	17	20	18
540	16	15	20	37	19	22	25	23
670	9	10	12	37	11	12	17	14
750	12	10	14	41	13	15	14	17

СПЕКТРАЛЬНІ КОЕФІЦІЄНТИ ПРОПУСКАННЯ КЮВЕТИ З ФІТОПЛАНКТОНОМ ТА РІЗНОЮ КОНЦЕНТРАЦІЄЮ ДОДАНОГО МОНОБУТИЛОВОГО ЕФІРУ ЕТИЛЕНГЛІКОЛЮ



ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Для того, щоб зменшити шкідливий вплив на водні об'єкти пестицидів, необхідно:

1. Встановити зони санітарної охорони.
2. Переміщення та транспортацію здійснювати лише при прямому їх уживанні, зокрема необхідно використати спеціальний транспорт з відповідним обладнанням.
3. По закінченню обробки решток пестицидних препаратів, здійснювати вивезення для утилізації та подальшого зберігання.
4. У разі застосування наземного обприскування посівів небезпечними відходами встановлюють санітарно-захисні зони, які складають: 600 м для меж оброблюваних ділянок до водних джерел, обробка авіатранспортом – 1000 м, а до водойм рибного господарства – 2000 м. Для ділянок, які вносять гранульовані препарати ширина санітарно-захисних зон 300 м.

Для того, щоб зменшити шкідливий вплив на водні об'єкти **органічних розчинників**, необхідно:

1. Переходити на використання водоемульсійних, тиксотропних і порошкових лакофарбових матеріалів, застосовувати безповітряні способи нанесення, розпилення фарб в електростатичному полі.
2. Вводити законодавчі обмеження і будівництво нових заводів.
3. Виробляти нові пральні порошки третього покоління, які б могли перевершити за споживчими властивостями, гігієнічним і екологічним показникам сучасні.
4. Попередньо очищувати стічні води перед скидом у водойми.
5. Застосовувати новітні біотехнологічні процеси в очищенні побутових і промислових стічних вод, у підготовці питної води і у відновленні якості відкритих басейнів (озер, річок, бухт), тобто введення спеціальних мікроорганізмів за допомогою селекції, а саме – деструкторів, які розкладають органічні речовини, що забруднюють воду.

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі досліджено екологічний вплив небезпечних відходів на фітопланктон. При цьому досягнуто такі науково-практичні результати:

1. Здійснено математичне моделювання на основі диференційного рівняння Мальтуса та відповідних індексів Шеннона та Сімпсона, які відображають інтегральний екологічний стан водних об'єктів.
2. Встановлено значний вплив температури та освітлення на динаміку розвитку фітопланктону та його продукційну здатність. При цьому найкраще маса фітопланктону збільшується при 26 °С, а різні типи фітопланктону по-різному реагують на дані умови.
3. Розраховано первинну продукційну здатність. Встановлено вплив на неї температури та освітлення, а також пестицидів та органічних розчинників, які пригнічують ріст частинок фітопланктону.

ВИСНОВКИ

4. Здійснено серію фотометричних експериментів, які відображають вплив досліджуваних пестицидних препаратів та органічних розчинників.
5. Досліджено вплив небезпечних відходів на первинну продукцію фітопланктону та його пропускну здатність на різних довжинах хвиль для різних концентрацій забруднювальних речовин.
6. Запропоновано природоохоронні заходи щодо зменшення впливу забруднення небезпечними відходами водних об'єктів.

НАУКОВА НОВИЗНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Дістав подальшого розвитку мультиспектральний метод екологічного контролю впливу небезпечних відходів на водні об'єкти методом біоіндикації по фітопланктону, який відрізняється застосуванням CDD-камери та експресної обробки зображень фітопланктону з її допомогою, що дозволило збільшити швидкодію і підвищити вірогідність контролю.
2. Вдосконалено методику екологічного контролю впливу небезпечних відходів, зокрема, непридатних пестицидних препаратів, на водні об'єкти методом біоіндикації по фітопланктону, яка відрізняється від відомих зменшенням кількості дослідних матеріалів, що дало можливість спростити експериментальні процедури та витрати препаратів.

- За результатами експериментальних досліджень опубліковано 8 наукових робіт, зокрема, 1 стаття у НМБ Scopus.
- Представлена доповідь на V та VI-ому Всеукраїнському з'їздах екологів з міжнародною участю, інших міжнародних форумах та наукових семінарах кафедри ЕЕБ.
- Результати роботи знайшли своє відображення у навчальному процесі під час викладання дисципліни «Гідроекологія», що підтверджується відповідним актом.

Дякую за увагу!