

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Кафедра водних біоресурсів

05-03-66

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни
«Гідробіологія» для здобувачів вищої освіти першого
(бакалаврського) рівня за спеціальністю 207 «Водні біоресурси
та аквакультура» денної і заочної форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною комісією зі
спеціальності 207 «Водні
біоресурси та аквакультура»
Протокол №- 12 - від
08.07.19 р.

Рівне-2019

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Гідробіологія» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 207 «Водні біоресурси та аквакультура» денної і заочної форм навчання. / В. В. Сондак, С. С. Трушева - Рівне, НУВГП, 2019, - 23 с.

Упорядники: В. В. Сондак, д. біол. н., професор кафедри водних біоресурсів, С. С. Трушева, к. с.-г. наук, доцент.

Відповідальний за випуск: В.В. Сондак, д. біол. н., професор, завідувач кафедри водних біоресурсів.

Зміст

Вступ	3
Загальні положення	4
Оформлення та зміст курсового проекту	4
Розділ 1. Характеристика природно-кліматичних умов басейну річки	
1.1. Фізико-географічне положення	5
1.2. Кліматичні умови	5
1.3. Гідрографічні умови	6
1.4. Гідрологічні умови	6
1.5. Еколого-санітарний стан водного об'єкту	8
1.6. Рослинний і тваринний світ	8
1.7. Розвиток народного господарства	8
Розділ 2. Оцінка придатності води річки для рибогосподарських потреб	10
Розділ 3. Гідробіологічний режим річки	11
3.1. Макрофіти	11
3.2. Фітопланктон	13
3.3. Зоопланктон	16
3.4. Макрозообентос	17
РОЗДІЛ IV. Оцінка біопродукційного потенціалу річки.	
Потенційна рибопродуктивність річки	19
Рекомендована література	22

© Сондак В.В., 2019

© Трушева С.С., 2019

© НУВГП, 2019

Вступ

Предметом вивчення дисципліни є набуття теоретичних знань про біологічні особливості кормових гідробіонтів ставків, озер, річок, водосховищ, морів (фітопланктону, зоопланктону і зообентосу) та формування практичних навичок при вивченні їх видового складу, біомаси, первинної та вторинної продукції, потенційної рибопродуктивності виходячи із стану розвитку кормової бази досліджуваних природних та штучних водойм.

Рибогосподарська гідробіологія вивчає кормових гідробіонтів водойм як кормову базу рибних та нерибних об'єктів, яких людина культивує в природних та штучних умовах з метою забезпечення населення харчовими продуктами і в першу чергу білком.

Міждисциплінарні зв'язки: гідробіологія є складовою частиною циклу дисциплін фахової підготовки при підготовці бакалаврів зі спеціальності. Дисципліни, що передують вивченню зазначеної: зоологія (безхребетних, хордових), гідроботаніка, морфологія та фізіологія водних тварин, генетика, гідрохімія водойм та біофізика організмів.

До числа дисциплін вивчення яких у подальшому базується на матеріалі зазначеної: рибництво природних водойм, рибництво штучних водойм, іхтіологія загальна та спеціальна, розведення риб, вирощування рибопосадкового матеріалу, а також дисципліни вільного вибору студентів. Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Тема курсового проекту з навчальної дисципліни „Гідробіологія” - „Оцінка біопродукційних можливостей водного об’єкту (річки) за ведучими групами кормових гідробіонтів”

Мета курсового проекту - набути навичок самостійного вирішення конкретних завдань щодо оцінки гідрологічного режиму водного об’єкту, його екологічного стану, біологічної продуктивності, ступеня забезпеченості кормами та потенційної рибопродуктивності.

1. На основі вихідних даних необхідно:
2. Вивчити природно-кліматичні умови розташування водного об’єкту та еколого-санітарний стан водних об’єктів регіону.
3. Визначити розвиток рибного господарства у внутрішніх водоймах регіону та перспективи розвитку рибицтва в штучних водоймах
4. Оцінити якість води водного об’єкту та галузі її подальшого природокористування.
5. Вивчити якісний та кількісний склад провідних груп гідробіонтів водного об’єкту, визначити їх роль як кормових об’єктів риб (макрофіти, фіто- та зоопланктон, мікро- та макрзообентос).
6. За наявними провідними групами кормових гідробіонтів визначати ступінь сапробності вод водного об’єкту
7. На основі даних про кормову базу оцінити біопродукційний потенціал водного об’єкту та розрахувати потенційну рибопродукційність.

ОФОРМЛЕННЯ ТА ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Пояснювальна записка виконується на папері формату А 4 у рукописному вигляді або на ПЕОМ. В пояснювальній записці наводяться вихідні дані, обґрунтування, розрахунки, таблиці, рисунки, малюки та відомості.

Загальний обсяг пояснювальної записки 30-35 сторінок. Графіки, малюнки і схеми виконуються на стандартних листах або на міліметровому папері. Закінчується курсова робота загальними висновками, списком використаних літературних джерел та

підписом автора.

У вступі стисло висвітлюється проблема охорони малих річок в Україні, значення гідробіологічних досліджень при оцінці екологічного стану малих річок, роль їхтіофауни у процесі формування якості води та механізмах функціонування водних екосистем в цілому.

РОЗДІЛ I

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ БАСЕЙНУ РІЧКИ

1.1. Фізико-географічне положення.

Географічне розташування басейну річки в межах конкретної області України та природно-кліматичної зони. Наводяться дані про злищу водозбору, довжину річки, середню глибину та ширину. Рельєф області.

1.2. Кліматичні умови

Наводяться дані про кліматичні умови області: температура повітря, дефіцит вологи повітря, тривалість без морозного періоду; висота снігового покриву; дати утворення та сходу криги; напрямок переважаючих вітрів; кількість опадів та характер їх розподіленню на протязі року.

Встановлюється, в якій зоні зволоження знаходиться заданий басейн річки за величиною середнього багаторічного модуля стоку $M_{\text{сер.}}$ або індексу посушливості I_n .

Модуль середнього багаторічного стоку $M_{\text{сер.}}$ знаходять за картами СН-432-72 для центра тяжіння басейну.

При:

- $M_{\text{сер.}} \geq 4 \text{ л/с км}^2$ - зона надмірного зволоження;
- $M_{\text{сер.}} = 4,0 - 0,5 \text{ л/с км}^2$ - зона перемінного зволоження;
- $M_{\text{сер.}} \leq 0,5 \text{ л/с км}^2$ - недостатнього зволоження.

Величина індексу посушливості I_n визначається за формулою:

$$I_n = E / P \quad (1.1)$$

де: E - сумарне випаровування за вегетаційний період, мм;

P - опади за той же період, мм.

При: $I_n < 1$ - зона надмірного зволоження; $I_n = 1-2$ - зона нестійкого перемінного зволоження; $I_n = 2-3$ - зона недостатнього

зволоження; $I_n = > 3$ - зона посушлива.

1.3. Гідрографічні умови

Стисло характеризується гідрографічна мережа області, особливості водного режиму річок. Визначаються основні гідрографічні характеристики басейну річки.

1. Довжина водозбору (L) відстань по прямій від витoku до гирла (планшет).
2. Середня ширина водозбору (B , км):

$$B = F/l \quad (1.2)$$

де: F - площа водозбору, км^2 ; l - довжина водозбору, км.

3. Коефіцієнт видовженості (втягнутості) водозбору:

$$\delta = L^2/F \quad (1.3)$$

де: L - довжина річки, км. F - площа водозбору, км^2 ;

4. Коефіцієнти лісистості ($f_{\text{ліс}}$), озерності ($f_{\text{озер}}$), заболоченості ($f_{\text{бол}}$):

$$f_{\text{ліс}} = (F_{\text{ліс}}/F) 100 \quad (1.4)$$

$$f_{\text{озер}} = (F_{\text{озер}}/F) 100 \quad (1.5)$$

$$f_{\text{бол}} = (F_{\text{бол}}/F) 100\% \quad (1.6)$$

де $F_{\text{ліс}}$, $F_{\text{озер}}$, $F_{\text{бол}}$, площа лісів, озер, боліт, км^2 ; F - площа басейну річки, км^2 .

1.4. Гідрологічні умови

Оцінюються запаси водних ресурсів у басейні річки. При плануванні використання води в рибогосподарських цілях і оцінці водозабезпеченості використовується оцінка водних ресурсів за пересічно багаторічним стоком (нормою стоку). За нормою стоку визначаються потенційні водні ресурси річкового басейну, а також річний стік розрахункових забезпеченостей.

Пересічно багаторічна витрата ($Q_{\text{ср}}$) визначається за формулою:

$$Q_{\text{ср}} = M_{\text{ср}} \times F_{\text{в}} / 1000, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1.7)$$

де: $M_{\text{ср}}$ - середній річний модуль стоку, л/с км^2 (вихідні дані);
 $F_{\text{в}}$ - площа водозбору, км^2 .

Далі встановлюється характер внутрішньо річного розподілення стоку. Виходячи із величини пересічно багаторічної втрати $Q_{сер}$, визначають витрати води для років, різних за водністю:

- дуже багатоводного року ($P = 5\%$) $Q_{5\%} = Q_{сер} \times K_{9\%}, м^3/с$ (1.8)
- середнього року ($P = 50\%$) $Q_{50\%} = Q_{сер} \times K_{50\%}, м^3/с$ (1.9)
- маловодного року ($P = 75\%$) $Q_{75\%} = Q_{сер} \times K_{75\%}, м^3/с$ (1.10)
- дуже маловодного року ($P = 95\%$) $Q_{95\%} = Q_{сер} \times K_{95\%}, м^3/с$ (1.11)

де: K - модульні коефіцієнти для переходу до заданої забезпеченості, значення яких встановлюють за таблицями Фостера-Рибкіна в залежності від коефіцієнтів варіації C_v та асиметрії C_s .

Коефіцієнт асиметрії C_s приймається в залежності від кліматичних умов території де розташована річка:

- для зони надмірного та нестійкого зволоження $C_s = 2,0 C_v$;
- для зони недостатнього зволоження $C_s = (1,5... 1,8) C_v$;
- для посушливої зони $C_s = 1,5 C_v$.

Витрата води в будь-якому місяці для років різної забезпеченості визначається за формулою:

$$Q_{p\%}^{I...xn} = a_{p\%}^{I...xn} \times 12 Q_{p\%} / 100, м^3/с \quad (1.12)$$

де: a - відносний розподіл стоку для заданого місяця року відповідної водозабезпеченості, %; $Q_{p\%}$ - середня витрата в рік заданої забезпеченості, $м^3/с$.

Розрахунок зводяться в табл. 1.

Таблиця 1

Річний стік річки і його розподіл за місяцями, $м^3/с$

Забезпеченість 5, 50, 75, 95, %	Відносне розподілення стоку, % / витрата, $м^3/с$	Місяці											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	а												
	$Q_{p\%}$												
50	а												
	$Q_{p\%}$												
75	а												
	$Q_{p\%}$												

95	a													
	Q p%													

За даними таблиці будується гідрограф стоку річки.

1.5. Еколого-санітарний стан водного об'єкту

Дається коротка характеристика якості води річок області з виділенням основних джерел забруднення.

1.6. Рослинний і тваринний світ

Охарактеризувати видову представленість рослин і тварин в області. Наявність заповідних територій. Іхтіофауна річок області (із вказуванням видів, що занесені до Червоної книги України).

1.7. Розвиток народного господарства

Дається характеристика основних галузей народного господарства області. Структура сільськогосподарських угідь. Площа меліорованих земель. Наявність тваринницьких комплексів. Ступінь урбанізованості території області. Структура населення басейну річки.

Сучасна чисельність міського населення в басейні річки встановлюється за формулою:

$$N_{cep}^m = F \times \delta_m, \text{чол.} \quad (1.13)$$

де: F - площа басейну, км²; δ - щільність міського населено, чол/км²; Аналогічно розраховується чисельність сільського населення в басейні річки.

Чисельність міського (сільського) населення на розрахунковий рівень визначається за формулою:

$$N_{pp}^m = N_{cep}^m (1 + P_m / 100)^{t-1} \quad (1.14)$$

де: P_{нас} - щорічний приріст - міського (сільського) населення, %; t - тривалість розрахункового періоду, роки.

Дається характеристика розвитку рибного господарства у внутрішніх водоймах області. Види риб, перспективи ставкового рибного господарства в басейні річки.

Результати розрахунків представляють у табл. 2.

Таблиця 2

Структура населення в басейні річки

Категорія населення	Розрахункові рівні	
	2010 рік	2020 рік
Всього:		
в тому числі:		
- міського		
- сільського		

Згідно норм на 1 людину в рік має припадати близько 20 кг риби і рибопродуктів. Із цієї кількості 5... 7% споживається у вигляді свіжої риби із ставів. Решта 93...95% - це морожена, консервована і солена риба.

Загальна потреба в свіжій рибі на кожний розрахунковий рівень визначається за формулою:

$$F = (0.05 \dots 0.07) N_{\text{нас}} q_{\text{нас}} (ц) \quad (1.15)$$

де: $N_{\text{нас}}$ - чисельність населення на відповідний розрахунковий рівень, чол; $q_{\text{нас}}$ - середньорічна норма споживання рибопродуктів (0,2 ц).

Загальна потреба в рибі визначається на сучасний рівень та на перспективу.

РОЗДІЛ II

ОЦІНКА ПРИДАТНОСТІ ВОДИ РІЧКИ ДЛЯ РИБОГОСПОДАРСЬКИХ ПОТРЕБ

Оцінка якості вода здійснюється за КНД - 211.1.4.010 - 94 „Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України” з деякими уточненнями та доповненнями за трьома блоками показників:

- сольового складу;
- трофо-сапробіологічних показників;
- специфічних домішок токсичної та радіаційної дії.

Кожний із вищенаведених індексів розраховується на підставі порівняння фактичних та нормованих значень показників, що входять до складу відповідних блоків.

Відносна оцінка кожного окремого показника є числовою безрозмірною величиною, значення якої знаходяться за формулою:

$$I_{a_{\text{max}}} = F_{\text{факт}}/F_{\text{онт}} \quad (2.1)$$

$$I_{b_{\text{max}}} = F_{\text{факт}}/F_{\text{онт}} \quad (2.2)$$

$$I_{c_{\text{max}}} = F_{\text{факт}}/F_{\text{онт}} \quad (2.3)$$

В кожному з трьох блоків показників визначають

максимальне перевищення від норми (оптимуму), що і являється визначальним впливом на результат ($I_{a_{\max}}$, $I_{b_{\max}}$, $I_{c_{\max}}$).

Оцінка сумарної дії досліджуваних показників здійснюється шляхом обчислення іхтіоекологічного індексу I_e за формулою:

$$I_e = (I_{a_{\max}} + I_{b_{\max}} + I_{c_{\max}}) / 3 \quad (1.4)$$

Класи якості води виходячи з величини екологічного індексу I_e визначаються таким чином:

I клас: $I_e \leq 1,0$

II клас: $1,01 < I_e \leq 3,0$

III клас: $3,01 < I_e \leq 8,0$

IV клас: $8,01 < I_e \leq 21,0$

V клас: $21,01 < I_e \leq 55,0$ і більше

Результати розрахунків зводяться в табл. 3.

Таблиця 3

Розрахунок максимальних перевищень досліджуваних показників якості води за рибогосподарськими нормативами

№ з/п	Показник	Розмірність	Факт. значення (Ффакт)		Нормоване (оптим.) значення (Фопт)	
			створи		створи	
			1	2	1	2
Сольовий склад						
1						
2						
3						
$I_a = \max\{y_1 y_2 y_3\}$						
Трофо-сапробіологічні показники						
4						
5						
...						
18						
$I_b = \max\{y_4 y_5 \dots y_{18}\}$						
Специфічні показники токсичної та радіаційної дії						
19						
20						
$I_c = \max\{y_{19} y_{20}\}$						

Також результати іхтіоекологічної оцінки якості вод річки

подають на схемі басейну річки та у вигляді моделей-карт, побудованими за показниками трьох блоків.

Методика побудови моделей-карт наводиться у навчальному посібнику Гриб Й.В., Клименко М.О., Сондак В.В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем. Рівне: Волинські обереги. - 1999.- том II. - 145с.

Таблиця 4

Нормовані та гранично допустимі значення показників якості води
рибогосподарських підприємств в період вирощування риби

Показники якості води	Водойми	Технологічна норма	Нормовані (допустимі) значення
Прозорість, % глибиниставу	коропові, осетрові	50%	30%
	форелеві		
Водневий показник (рН) води	коропові, осетрові	7,0-8,5	6,5-9,0
	форелеві	7,0-7,5	6,5-8,0
Завислі речовини, мг/л	коропові, осетрові	25	30,0
	форелеві	10	15,0
Розчинений кисень, мг/л O ₂	коропові, осетрові	6,0-8,0	зниження вранці не менше 2,0
	форелеві	9,0-11,0	не нижче 6,0
Двоокис вуглецю, мг/лCO ₂	коропові, осетрові	10,0	30,0
	форелеві		
Сірководень, мг/л, H ₂ S	коропові, осетрові	відсутній	відсутній
	форелеві		
Вільний аміак, NH ₃ , мгN/л	коропові, осетрові	не більше 0,07	0,1
	форелеві		
Амонійний азот,	коропові, осетрові	2,0	2,5

NH_4^+ , мгN/л	форелеві	1,0	1,5
Нітрити NO_2^I , мгN/л	коропові, осетрові	0,1	0,2
	форелеві	0,05	0,1
Нітрати NO_3^I , мгN/л	коропові, осетрові	2,0	3,0
	форелеві	0,1	1,0
Перманганатна окислюваність, мгO/л	коропові, осетрові	15,0	25,0
	форелеві	10,0	15,0
БСК ₅ , мг/лO ₂	коропові, осетрові	1,0-6,0	3,0
	форелеві	небільше 2,0	3,5

РОЗДІЛ III ГІДРОБІОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ РЧКИ

3.1. Макрофіти

Характеризується роль макрофітів в екосистемі малої річки, значення макрофітів як кормових об'єктів риб-фітофагів. Згідно вихідних даних визначається представленість екологічних груп макрофітів врічці. Результати представляються у вигляді табл. 5.

Таблиця 5

Екологічні групи макрофітів

Макрофіти		Екологічні групи				Чутли- вість видів
українська назва	латинська назва	гідро- фіти	гело- фіти	плейсто- фіти	нейсто- фіти	

На основі даних таблиці 5 будується діаграма «Представленість екологічних груп макрофітів річки».

Індекс фітоіндикації: розраховується за формулою:

$$I_f = P_{\text{проз.}} \times k_{\text{спр.}} \times N / \sum S (n) \quad (3.1)$$

де: $P_{\text{проз.}}$ - коефіцієнт прозорості; $k_{\text{спр.}}$ - коефіцієнт сприятливості для

розвитку макрофітів; N - загальне число видів на 10 майданчиках площею по 50 м² (видове різноманіття); S- індикаторна значимість (для усіх занурених рослин, крім тих, що наведені в таблиці 5, приймається за 1); n - кількість занурених видів + число індикаторів (чутливих видів), n≠0.

Таблиця 6

Значення коефіцієнта значущості для рослин індикаторів

№ з/п	Чутливі види	Значення z
1	<i>Equisetum fluviatile</i>	1
2	<i>Iris pseudacorus</i>	1
3	<i>Eleocharis acicularis</i>	1
4	<i>Eleocharis palustris</i>	1
5	<i>Numpharia lutea</i>	2
6	<i>Myriophyllum alba</i>	3
7	<i>Potamogeton pectinatus</i>	3
8	<i>Lemna minor</i>	3
9	<i>Myriophyllum spicatum</i>	2

Розрахувавши значення індексу фітоіндикації, визначається клас якості води та оцінюється стан водного об'єкта, згідно табл. 7.

Таблиця 7

Оцінка якості поверхневих вод за індексом фітоіндикації

Значенню I _f	Клас якості	Якість води
≤ 1	I	відмінна
1 - 3	II	добра
3 - 8	III	задовільна
8 - 21	IV	погана
> 21 - 55 і більше	V	дуже погана

3.2 Фітопланктон

Дасться коротка характеристик методик відбору проб фітопланктону, характеризується значення фітопланктону як кормових об'єктів риб. Згідно вихідних даних визначається видово-представленість відділів водоростей. Результати представляються у вигляді таблиці 8.

Таблиця 8

Видова представленість відділів водоростей

Відділи		Види		Кількість видів у відділі	% від загальної кількості видів
латинська назва	українська назва	латинська назва	українська назва		
Cyanophyta	Синьо-зелені				
Всього					100

На основі даних табл. 8 будується діаграма „Динаміка видової представленості відділів водоростей за течією річки” і заповнюється табл 9.

Таблиця 9

Динаміка видової представленості водоростей за течією річки

Ділянки річки	Представленість			
	Відділи	Види	% загальної кількості видів	Домінантний (і) вид (и)
Витік	Cyanophyta		x	
	Chlorophyta		x	
	Euglenophyta		x	
Середня течія			x	
			x	
Гирло			x	
Середньозважені показники				x

Аналізуючи динаміку чисельності та біомаси фітопланктону за течією річки заповнюється таблиця 10 та будується графік «Кількісний розвиток фітопланктону затечією річки».

Таблиця 10

Динаміка чисельності та біомаси фітопланктону за течією річки

Ділянки річки	Чисельність, тис.кл./м3	Біомаса, г/м3 (мг/л)
Витік		
Середня течія		
Гирло		
Середньо-зведені показники		

Для визначення класу якості вода та зони сапробності розраховується індекс сапробності Пантле і Букка в модифікації Сладечека. Для розрахунку використовується формула:

$$I_n = \frac{\sum(S \times h)}{\sum h} \quad (3.2)$$

де: S - індикаторна значимість; h- частота зустрічаємості гідробіонтів.

Визначення величини h проводять за оковимірювальною шкалою де:

- h = 9, якщо в полі зору мікроскопу багато організмів;
- h = 7, якщо організми зустрічаються часто;
- h = 5, якщо організми зустрічаються нерідко;
- h = 3, якщо організми зустрічаються дуже рідко; .
- h = 1, якщо організми представлені одинично.

Індикаторну значимість (S) визначають за зонами сапробності індикаторних організмів (вихідні дані). Для цього використовують “Атлас сапробних організмів” та дані табл. 11.

Таблиця 11

Індикаторна значимість (S)

Зона сапробності	S	Умовне позначення зони
Ксеносапробна	0	x
Олігосапробна	1	0
bm -сапробка	2	b
am - сапробна	3	a
Полісапробна	4	p

Результати розрахунків мають бути представлені у вигляді табл. 14 та графічно.

3.3. Зоопланктон

Дається коротка характеристика методів відбору якісних і кількісних проб зоопланктону, а також ролі зоопланктону у живленні риб. Аналізуються вихідні дані на предмет видової представленості зоопланктону річки, динаміки чисельності та біомаси зоопланктону по сезонах року. Матеріал узагальнюється у вигляді табл. 12 або діаграм „Чисельність” (тис. екз/м³) та „Біомаса” (г/м³) зоопланктону в різні сезони року.

Таблиця 12

Видова представленість зоопланктону в річці

Види зоопланктону	Таксони (ряд, порядок)	% від загальної кількості
	Rotatoria	
	Cladocoa	
	Copepoda	
Всього		100

На основі видової представленості зоопланктону, частоти зустрічаємості окремих видів розраховується індекс сапробності Пантле і Букка.

Розрахунок і подання результатів здійснюється аналогічно до проб фітопланктону. Виходячи з отриманих результатів, необхідно зробити висновок щодо класу якості води та зони сапробності. Отримані результати порівняти з індексом сапробності за фітопланктоном та іхтіоекологічним індексом Іе.

Для визначення класу якості вода та зони сапробності розраховується індекс сапробності Пантле і Букка в модифікації Сладечека. Для розрахунку використовується формула:

$$I_n = \sum(Sxh) / \sum h \quad (3.3)$$

де: S- індикаторна значимість; h- частота зустрічає мості гідробіонтів.

Визначення величини h проводять за оковимірювальною шкалою

де:

- h= 9, якщо в полі зору мікроскопу багато організмів;
- h = 7, якщо організми зустрічаються часто;
- h= 5, якщо організми зустрічаються нерідко;
- h = 3, якщо організми зустрічаються дуже рідко; .

- h= 1, якщо організми представлені одинично.

Величину індикаторної значимості (S) визначають за даними табл. 13.

Таблиця 13

Індикаторна значимість (S)

Зона сапробності	S	Умовне позначення зони
Ксеносапробна	0	x
Олігосапробна	1	0
β m - сапробка	2	b
am - сапробна	3	a
Полісапробна	4	p

За індексом Пантле і Букка визначається зона сапробності:
 ксеносапробна зона 0,0 - 0,5 (I клас якості води);
 олігосапробна 0,51 - 1,5 (II клас якості води);
 бета-мезосапробна 1,51 - 2,5 (III клас якості води);
 альфа-мезосапробна 2,51 - 3,5 (IV клас якості води); полісапробна 3,51-4,0 (V клас якості води).

Таблиця 14

Розрахунок індекса сапробності Пантле і Букка за фітопланктоном та зоопланктоном(приклад розрахунку)

№	Індикаторні організми	h	S	S x h
1	<i>Euglena viridis</i>	4	1	4
2	<i>Zooglea ramigera</i>	4	5	20
3	<i>Oscillatoria putrida</i>	4	1	4
4	<i>Closterium acerosum</i>	3	3	9
5	<i>Stentor couruleus</i>	3	7	21
6	<i>Vorticella convalaria</i>	3	3	9
7	<i>Larve stationis</i>	3	1	3
8	<i>Paramecium burasria</i>	2	3	6
9	<i>Spirogira crassa</i>	2	5	10
10	<i>Cladophora crispata</i>	2	7	14
11	<i>Ciclotella bodanica</i>	1	1	1

12	Tabellaria flocculosa	1	3	3
13	Planaria gonocephala	1	5	5
14	Lemanea annulata	1	7	7
			$\sum h=52$	$\sum S h=116$

$$F = 116/52 = 2,23$$

Висновок: зона сапробності - бета-мезосапробна, III клас якості води.

Індикаторну значимість (S) визначають за зонами сапробності індикаторних організмів, представлених у вихідних даних. Для цього використовують “Атлас сапробних організмів” та дані таблиці 14.

3.4. Макрозообентос

Дається коротка характеристика методів відбору проб макрозообентосу, а також ролі макрозообентосу в живленні риб. Аналізуються вихідні дані на предмет видової представленості та чисельності макрозообентосу річки. Результати подаються у вигляді таблиць 15, 16, колової діаграми „Структура донного зооценозу річки” та графіку „Динаміка біомаси макрозообентосу за течією річки”.

Здійснюється біологічна оцінка якості води річки шляхом розрахунку індексу сапробності Вудівісса. Для цього використовується формула:

$$I_c = X_1 / n \quad (3.4)$$

де; X_1 - значення біотичних індексів індикаторних організмів; n- кількість виявлених індикаторних організмів.

Таблиця 15

Видова представленість макрозообентосу річки

Ряд(підвид)		Клас (тип)		% від загальної кількості видів
латинська назва	українська назва	латинська назва	українська назва	
Всього				100

Величина біотичного індексу залежить від кількості

виявлених груп, тобто видової різноманітності і складу населення. При дуже сильному забрудненні індекс Вудівісса дорівнює нулю. Категорія сильно забруднених вод має біотичний індекс 1-0, брудні води відповідно 2-1, помірно брудні - 4-3, чисті води - 7 - 5, дуже чисті води характеризуються індексом 10-8. табл.17.

Розрахувавши індекс Вудівісса, необхідно співставити його з індексами сапробності Пантле і Букка за фіто- та зоопланктоном та їхтіоекологічним індексом Іе для остаточного висновку.

Таблиця 16

Чисельність -n (тис.екз/м³) та біомаса - b (г/м²)
макрозообентосу річки

Ділянка річки	Варіант	
	№	
	n	b
витік середня течія гирло		
Середньозважені показники	x	x

Таблиця 17

Робоча шкала оцінки біотичного індекса Вудівісса

Назва організмів	Видова різноманітність	Біотичні індекси за наявністю загального числа груп				
		0-1	2-5	6-10	11-15	16
Личинки веснянок	Більше 1 виду	-	7	8	9	10
	Тільки 1 вид		6	7	8	9
Личинки однокіток	Більше 1 виду	-	6	7	8	9
	Тільки 1 вид		5	6	7	8
Личинки ручейників	Більше 1 виду	-	5	6	7	8
	Тільки 1 вид	4	4	5	6	7
Бокоплав	Більше 1 виду	3	4	5	6	7
	Тільки 1 вид					
Водяні ослики	Більше 1 виду	2	3	4	5	6
	Тільки 1 вид					
Тубіфіциди, личинки мотіля	Більше 1 виду	1	2	3	4	-
	Тільки 1 вид					

Всі види відсутні	Більше 1 виду Тільки 1 вид	0	1	2	2	-
-------------------	-------------------------------	---	---	---	---	---

РОЗДІЛ IV

ОЦІНКА БІОПРОДУКЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РІЧКИ. ПОТЕНЦІЙНА РИБОПРОДУКТИВНІСТЬ РІЧКИ.

Нарощування біомаси рибами за рахунок споживання ними кормів природного походження обумовлює природну рибопродуктивність.

Маючи інформацію стосовно біопродукційного потенціалу водного об'єкту, тобто чітко знаючи; який обсяг відповідного природного корму продукується, можна визначити оптимальну кількість і видовий склад компонентів іхтіоценозу.

Для проведення розрахунків стосовно стану розвитку природної кормової бази потрібно знати такі нормативні величини:

- біопродукційно-біомасовий (P/B) коефіцієнт, який уявляє собою співвідношення приросту продукції (P) до середньої біомаси погляди гідробіонтів (B) за певний період (рік, сезон, місяць). Тобто фактично цей коефіцієнт показує, у скільки разів збільшує у середньому свою біомасу за вегетаційний період та чи інша популяція гідробіонтів (наприклад, зообентос $>$ у 5 разів, фітопланктон - в 100 разів і т.д.). За допомогою P/B коефіцієнта здійснюється при розрахунках переведення кормових об'єктів у продукцію кормових організмів;

- кормовий коефіцієнт (K_k) окремих груп кормових гідробіонтів. Це співвідношення спожитого рибою корму до приросту її маси тіла;

- відсоток допустимого споживання створюваної кормовими гідробіонтами органічної речовини. Він становить 50%, тому що рибами може бути використано не $>50\%$ продукції, щоб не порушити нормальне функціонування екосистеми і відтворення кормових ресурсів.

Стан розвитку природної кормової бази відбиває продукційні можливості водних об'єктів і визначається сукупною кількістю органічної речовини, продукованої кормовими гідро біонтами різних трофічних рівнів.

Щоб визначити величину первинної продукції, створюваної

фітопланктоном на 1 га водної площі (10 000 м²), використовують формулу:

$$A_{\phi} = (B_{\text{фит}} \times П/Б_{\text{ф}} \times \Gamma_{\text{л}} \times 10000), \text{кг/га} \quad (4.1)$$

де: $B_{\text{фит}}$ - середньосезонна біомаса фітопланктону, г/м³(вихідні дані);

$П/Б_{\text{фит}}$ - продукційно-біомасовий коефіцієнт фітопланктону (табл.16);

$\Gamma_{\text{л}}$ - глибина найбільш продуктивного фотичного шару, яка відповідає подвоєній прозорості води, м;

10000 - перерахунок в га;

Якщо глибина водного об'єкту менша величини фотичного шару, то у розрахунках використовують реальну прозорість.

Продукцію зоопланктону розраховують аналогічно до фітопланктону за формулою 4.1. Продукцію макрофітів і бентосу визначають на 1 га площі ложа водного об'єкту без урахування його глибини:

$$A_{\text{зб}} = (B_{\text{зб}} \times П/Б_{\text{зб}} \times 10000), \text{кг/га} \quad (4.2)$$

Таким чином, встановлюється кількість органічної речовини, яка утворюється гідробіонтами різних трофічних рівнів. На основі цих даних розраховується потенційна рибопродуктивність, яка створюється на кожному трофічному рівні:

$$M = 1/2 A : K/k, \text{кг/га} \quad (4.3)$$

де: M - потенційна рибопродуктивність відповідного трофічного рівня ($M_{\text{фит}}$, $M_{\text{зп}}$, $M_{\text{зб}}$), кг/га; A - продукція органічної речовини відповідної групи кормових гідробіонтів ($A_{\text{фит}}$, $A_{\text{зп}}$, $A_{\text{зб}}$), кг/га; K/k - кормовий коефіцієнт відповідної групи кормових гідробіонтів (табл.18).

Нормативні величини для оцінки стану природної кормової бази водних об'єктів

Показник	Рибницькі зони України		
	Полісся	Лісостеп	Степ
Продукційно-біомасовий коефіц. Р/Б:			
- фітопланктону	90-100	100-120	120-140
- макрофітів	1,1	1,1	1,1
-зоопланктону	20	20	20
- «м'якого» зообентосу (хірономід)	6	6	6
- твердого зообентосу (молосків)	1,1	1,1	1,1
Кормовий коефіцієнт К/к:			
- фітопланктону	50	50	50
- макрофітів	50	50	50
- зоопланктону	5	5	5
- «м'якого» зообентосу (хірономід)	5	5	5
- твердого зообентосу (молосків)	50	50	50
Допустиме споживання органічної р-ни, %	50	50	50
Середній сезонний приріст маси тіла риби, г	400	450	500

Розрахована потенційна рибопродуктивність дає можливість визначити якісний склад іхтіоценозу водного об'єкту, враховуючи тільки туводну (місцеву) іхтіофауну.

На основі проведених розрахунків робляться висновки про потенційну можливість отримати в басейні досліджуваної річки ту чи іншу кількість рибопродукції, чи достатньо її для задоволення потреб населення басейну річки в сучасних умовах та на перспективу – 10 років.

Рекомендована література

1. Березина Р. А. Практикум по гидробиологии. Москва : Агропромиздат, 1989. 208 с.
2. Гриб Й. В, Климеко М. О., Сондак В. В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних екосистем. Рівне : Волинські обереги, 1999. т. 2. С. 94 - 100.

3. Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. КНД - 211.1.4.010-94, Київ : Міністерство природи України, 1994. 37 с.
4. Киселев П. А. Планктон морей и континентальных водоемов. Ленинград : Наука, 1969. 657 с.
5. Кражан С. А., Лупачева Л. И. Естественная кормовая база водоемов и методы ее определения при интенсивном ведении рыбного хозяйства : Справочник для работников прудовых хозяйств УССР, Львов : УААН, 1991. 102 с.
6. Липин А. Н. Пресные воды и их жизнь. Москва : Уч.пед.из., 1950. С. 150-327.
7. Оскіюк О. П., Топачевський О. В. Практикум з систематики нижчих рослин. Київ : Радянська школа, 1963. 131 с.
8. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Под. ред. Л.А. Кутиковой, Л. И. Сгаробогатова. Ленинград : Гидрометеоиздат. 1977. 508 с.
9. Справочник по водным ресурсам. / Под. ред. В. И. Стрельца. Київ : Урожай, 1987. 304 с.
10. Телитченко М. М., Кокин К. С. Санитарная гидробиология. Руководство к практикуму. Москва : Изд-во МГУ, 1968.
11. Унифицированные методы исследования качества воды. Москва : СЭВ, 1976. ч. 3, 184 с.
12. Федченко Б. А. Высшие растения. // Жизнь пресных вод СССР. Москва-Ленинград : Изд-во АН СССР, 1949. т. 2, С. 311-338.
13. Шерман И. М. Экология и технология рыбоводства в малых водохранилищах. Киев : Вища школа, 1992, 214 с.