



Co-funded by  
the European Union



National University of Water  
and Environmental  
Engineering

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою  
Кафедра водних біоресурсів

**05-03-132М**

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

з навчальної дисципліни «Методологія наукових досліджень»  
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня  
за освітньо-професійною програмою «Охорона, відтворення та  
раціональне використання гідробіоресурсів»  
спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура»  
денної та заочної форми навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою  
з якості ННІАЗ  
Протокол №23 від 27.08.2024 р.

Рівне – 2024

Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Методологія наукових досліджень» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів» спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» денної та заочної форми навчання. [Електронне видання] / Бедункова О. О. – Рівне : НУВГП, 2024. – 81 с.

Укладач: Бедункова О. О., професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства, доктор біологічних наук, професор.

Відповідальна за випуск: Полтавченко Т.В. – к.вет.н., доцент, завідувачка кафедри водних біоресурсів.

Керівник групи забезпечення  
спеціальності 207  
«Водні біоресурси та аквакультура»

Сондак В. В.

**AFISHE** «Development of Aquaculture and Fisheries Education for Green Deal in Armenia and Ukraine: from Education to Ecology»  
<https://www.afishe.eu/>

*Матеріали опубліковані як частина проекту ЄС, який фінансується за підтримки Європейської комісії. Ця публікація відображає погляди авторів і Європейська комісія не може нести відповідальності за використання будь-якої інформації, що тут міститься.*

© О. О. Бедункова, 2024  
© НУВГП, 2024

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА .....	4
ТЕМА 1. Вступ до наукових досліджень у галузі аквакультури та водних біоресурсів.....	5
ТЕМА 2. Методи наукових досліджень: Класифікація та оцінка методів у Рибництві та аквакультурі .....	15
ТЕМА 3. Експериментальний дизайн в аквакультурі. Розробка та аналіз спостережень.....	27
ТЕМА 4. Статистичний аналіз даних у рибництві та аквакультурі: Основи біометрії.....	36
ТЕМА 5. Етичні аспекти наукових досліджень у рибництві та аквакультурі .....	44
ТЕМА 6. Збір і аналіз даних про водні біоресурси: Методи моніторингу та оцінки біорізноманіття.....	51
ТЕМА 7. Розробка наукових проектів у аквакультурі: Основи планування та управління проектами.....	62
ТЕМА 8. Апробація результатів досліджень. Структура наукових робіт і доповідей, рецензування .....	70
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	80

## ПЕРЕДМОВА

Конспект лекцій охоплює ключові аспекти сучасних наукових досліджень у галузі аквакультури та рибництва. Він починається з огляду загальних рис сучасної аквакультури, її історії, світових лідерів, типів і об'єктів досліджень, а також основних викликів. Далі розглядаються різноманітні методи досліджень, їх класифікація та оцінка ефективності. Особлива увага приділяється основам експериментального дизайну, фіксації результатів спостережень, класифікації вимірювань та аналізу помилок. Курс також включає основи біометрії, поняття мінливості, середні величини, варіаційний ряд і статистичні зв'язки. Важливе місце займають етичні аспекти досліджень, включаючи біоетику, лабораторну біобезпеку, біозахист та управління біоризиками. У курсі розглядаються специфіка збору даних, вивчення структури популяцій риб, визначення їх росту, віку та статі, а також інші експериментальні спостереження. Окремо висвітлюється інтеграція управління проектами, етапи проектної діяльності, специфіка управління проектами в аквакультурі та забезпечення наукових проектів. Завершується курс процесом апробації наукових результатів, підготовкою наукових статей, рефератів, тез, доповідей, звітів, монографій та рецензій.

Цей курс надасть студентам комплексні знання і навички для проведення ефективних наукових досліджень у галузі аквакультури. Студенти зможуть не лише розуміти сучасні тенденції та виклики, але й самостійно планувати та виконувати наукові проекти, проводити статистичний аналіз даних, дотримуватися етичних стандартів та правил біобезпеки. Навчання також включатиме практичні аспекти збору і аналізу даних, управління науковими проектами, а також ефективну комунікацію наукових результатів через статті, доповіді та інші форми публікацій. Опанування матеріалу курсу сприятиме становленню висококваліфікованих фахівців, здатних зробити внесок у розвиток аквакультури на національному та міжнародному рівнях.

## ТЕМА 1. ВСТУП ДО НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ГАЛУЗІ АКВАКУЛЬТУРИ ТА ВОДНИХ БІОРЕСУРСІВ

### *План*

1. Загальні риси сучасної аквакультури
2. Огляд історії аквакультури
3. Сучасні світові лідери аквакультури
4. Типи та об'єкти досліджень аквакультури
5. Виклики аквакультури

### **1. Загальні риси сучасної аквакультури**

Аквакультуру можна описати як поєднання рибальства та сільського господарства, що проводять у морській та прісній воді, у відкритих водах або в штучних водоймах чи резервуарах на суші. Сучасне рибництво є різноманітною галуззю і існує в більшості країн світу. Наразі на фермах вирощують понад 300 видів риб, а також різноманітні ракоподібні, членистоногі, голкошкірі та рослини, завдяки чому загальна кількість вирощуваних живих організмів досягає приблизно 600 видів.

Вирішальне значення для аквакультури має якість води, що використовується. Аквакультура, як і будь-яке інше виробництво харчових продуктів, вимагає великої уваги до деталей, щоб уникнути всіх супутніх ризиків. До основних ризиків належать збудники хвороб, зміни навколишнього середовища, та браконьєрство. Саме тому, реалізація аквакультури потребує постійного вимірювання таких факторів, як кислотність води, солоність, температура тощо.

Аквакультура може проводитися у відкритих або закритих системах. У відкритій системі вирощування відбувається в природі, а вода, прісна чи морська, оновлюється природним шляхом. У закритій системі одна і та ж вода використовується знову і знову, але регулярно очищається. Існує також варіант напівзакритих систем, які розміщуються на відкритому повітрі, з використанням такого обладнання, як клітки, шнури, стовпи або загони для позначення та захисту культивованого поголів'я. Більшість водних видів, придатних для аквакультури, потрібно

годувати, часто використовуючи комбікорми з рибного борошна та рослинних матеріалів. Однак деякі культивовані види, такі як коропи в ставках і молюски, можуть жити на рослинних кормах природного походження в їхньому середовищі існування. У цілому ж, корми є найбільш значними витратами в аквакультурі.

Температура є визначальним фактором для росту всіх організмів, а риби ростуть швидше в теплій воді. Тому іноді для вирощування риби використовують теплиці в тій чи іншій формі, в тому числі з використанням сонячної або геотермальної енергії. Щільність риби в загонах і резервуарах також має великий вплив на вартість і якість продукції аквакультури.

Як і у випадку з риболовлею, для аквакультури необхідне різноманітне обладнання. Наприклад, необхідні насоси, фільтри різного типу та інше технічно складне обладнання, призначене для покращення якості води та повітря. Різноманітність видів риби, що вирощується, досить велика, і кожен вид може потребувати різного підходу та іншого контролю.

У сучасній аквакультурі, як і в більшості напрямків продуктів харчування, застосовується генетична модифікація, що передбачає змішування генів різних видів, таким чином сприяючи певним характеристикам (швидкості росту, стійкості до хвороб, або несприятливих кліматичних умов). Наприклад, у Сполучених Штатах, вирощують генетично модифікований лосось, де гени тихоокеанського лосося поєднуються з генами атлантичного лосося, в результаті чого риба виростає до свого повного розміру за 16-18 місяців замість 30 місяців. Це означає майже подвоєння темпів зростання. При цьому, генетично модифікований лосось потребує на 25% менше корму, що робить його вирощування надзвичайно ефективним, оскільки корм і витрати, включаючи вартість необхідної технології, є найбільшими витратами в аквакультурі, як згадувалося раніше.

Уряди різних країн приймають закони та правила щодо аквакультурних операцій. Вони стосуються різноманітних питань, таких як якість води, імпорт видів з інших країн, боротьби з хворобами, очищення стоків аквакультури, а також внутрішнього моніторингу і ведення записів самими

компаніями. Крім того, всі аспекти рибництва підлягають моніторингу та контролю з боку незалежних державних органів.

## 1. Огляд історії аквакультури

Вирощування як морських, так і прісноводних видів має тисячолітню історію, про що свідчать ілюстрації та розповіді з Китаю, Єгипту та Римської імперії, які зображують аквакультуру в озерах і садках тисячі років тому. Найдавніші відомості про аквакультуру в Китаї відносяться до 3750 років тому, коли вже існували ставки для розведення риби. У 1120 році до н.е. в Китаї розпочалося вирощування риби для комерційного використання, а в 599 році до н.е. китайський вчений Фан Лі написав перший посібник з аквакультури.

Розвиток аквакультури в Месопотамії, Стародавньому Єгипті, Римі та Греції також має довгу історію. У Стародавньому Єгипті, наприклад, використовували штучні ставки для розведення риби, а в Римській імперії були популярні рибні ферми, що розташовувалися в солонуватих лагунах та інших водоймах. Відомо, що римляни практикували полікультуру – спільне вирощування різних видів риб, що дозволяло максимально ефективно використовувати наявні ресурси. Однією з найперших риб, які почали культивувати, був короп.

Здавна також розводили лосося, а розведення лосося було відомо ще в 15 столітті у Франції; однак, в даний час, лосось культивується в основному в Норвегії, Чилі та Шотландії. Норвегія є найбільшим виробником атлантичного лосося у світі. До промислової революції дикий лосось існував у річках у набагато більшій кількості, ніж зараз, наприклад у Великих річках, таких як Рейн у Німеччині та Темза у Великобританії.

Історія морської аквакультури менш вивчена, але її розвиток також має давні корені. В Римську імперію жителі Середземного моря займалися розведенням кефалі в солонуватих лагунах, а на численних островах Тихого океану використовували морські затоки для вирощування риби. На Гавайських островах у середині XV століття вже існували

спеціальні басейни для морської риби, які були відокремлені від моря валами та греблями. У деяких культурах, таких як Полінезійська, розробляли складні системи розведення риби, які включали використання природних течій і систем фільтрації.

У середньовіччі аквакультура продовжувала розвиватися. В Японії, наприклад, вже в XVI столітті активно вирощували устриці, а до XVIII століття марикультура почала набирати обертів у Китаї, де вирощували не тільки рибу, але й водорості, такі як порфіра.

У XIX столітті зростає інтерес до аквакультури в Європі і США. Перші сучасні аквакультурні технології почали розвиватися в Норвегії, де в кінці 1800-х років розпочали вирощування молоді тріски, оселедців та камбали в прибережних бухтах. Це стало основою для подальшого розвитку сучасного рибництва. У цей час також були зроблені перші наукові дослідження з метою оптимізації процесів аквакультури.

У XX столітті аквакультура стала важливою галуззю в багатьох країнах. У США, наприклад, у 1950-60-х роках почалося масштабне вирощування креветок і молюсків. В Японії, Китаї та Південній Кореї активно розвиваються технології вирощування різних видів риб та водоростей. Значний розвиток отримала технологія вирощування лосося, що стала одним з головних напрямків рибної промисловості у Норвегії та Чилі.

Багаторічну історію мають і традиції аквакультури в Україні. Важливу роль у становленні сучасного ставкового рибоводства відіграло господарство Домбаля в місті Антоніні, засноване в 1922 році на базі маєтку графа Потоцького, який у 1887 році привіз коропів із Західної Галичини. У господарстві було 245 ставків різних категорій загальною площею 3,1 тис. га, і воно залишалося найбільшим підприємством у колишньому Радянському Союзі.

У міжвоєнний період на базі Київської експериментальної станції рибоводства був створений Інститут рибного господарства, де в 1953 році успішно завершили програму



виведення українських культурних порід коропа, зокрема українських лускатих і рамчастих порід. У цей період відбувся стрімкий ріст і розвиток аквакультури в Україні. Було збудовано та введено в експлуатацію найбільші озernі господарства в східних і центральних регіонах, із загальною площею озер 180 тис. га. Окрім класичного ставкового рибиництва, почали інтенсивно розвиватися садкові та басейнові господарства, які використовували теплу воду електростанцій. У 70-80-х роках аквакультура в Україні отримала подальший розвиток завдяки впровадженню полікультури з використанням далеосхідних рослиноідних риб. У цей час активно розвивалося промислове розведення райдужної форелі, осетра і сома. Окремим напрямком стало використання великих водних басейнів, таких як басейн Дніпра і озера в низов'ях Дунаю, для розведення цінних порід риб. Морська аквакультура (марикультура) також стабільно розвивалася, зокрема в 1991 році було отримано близько 800 тонн мідії (*Mytilus galloprovincialis*). У 1990 році обсяг виробництва в секторі аквакультури досяг максимуму і склав 136,5 тис. тонн, зокрема 110 тис. тонн коропа звичайного (*Cyprinus carpio*), 13 тис. тонн рослиноідних риб (*Hypophthalmichthys molitrix*, *Hypophthalmichthys nobilis*), 1,7 тис. тонн каналного сома (*Ictalurus punctatus*) і близько 950 тонн райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*). Однак, за останні десятиліття, через зміну політичної, економічної та соціальної ситуації в країні, обсяг виробництва риби та продукції аквакультури суттєво знизився. У 2004 році обсяг виробництва в секторі аквакультури становив лише близько 31 тис. тонн.

### 3. Сучасні світові лідери аквакультури

Вартість експортованої риби у світі у 2018 році становила 164 мільярди доларів США, близько половини з яких походить із країн, що розвиваються. Насправді експорт риби з країн, що розвиваються, приніс їм більше прибутку, ніж експорт м'яса, тютюну, рису та цукру разом узяті. Значна частина риби, виловленої для споживання людиною, продається клієнтам у

свіжому або охолодженому вигляді, приблизно третина продається в замороженому вигляді.

У 2018 році Китай був найбільшим експортером риби у світі, випередивши Норвегію, В'єтнам, Індію, Чилі, Таїланд і США.

Найбільшим ринком для продуктів рибальства та аквакультури є Європейський Союз (ЄС), який випереджає Сполучені Штати та Японію. На ці три напрямки припадає близько 60% загальної вартості всієї імпортованої продукції рибальства та рибництва.

На сьогоднішній день найбільшим районом океанічного рибальства в світі є Тихий океан, за ним йде Атлантичний океан.

У первинних галузях промислового рибальства та аквакультури зайнято велику кількість людей у світі, близько 60 мільйонів людей, більшість з яких в Азії. З цих 60 мільйонів 40 мільйонів займаються рибальством, а 20 мільйонів — рибним господарством. Приблизно 14% із 40 мільйонів становлять жінки, близько 6 мільйонів. Однак останнім часом кількість рибалок у Європі та Північній Америці зменшилася, хоча в Азії та дещо в Африці, Латинській Америці та Океанії їх кількість значно зростає.

Норвегія займає лідируючі позиції серед скандинавських країн як у морському вилові, так і в рибництві, причому останнє значно випереджає сектори аквакультури інших скандинавських країн. Насправді Норвегія посідає сьоме місце у світі з аквакультури та є світовим лідером, коли справа доходить до лосося. Дивлячись на вартість перших виловів (загальний термін для вартості вилову риби з судна) за останні роки для трьох країн із середнім значенням, розрахованим за кілька років, Норвегія має річну вартість приблизно 2000 мільйонів доларів США, Ісландії близько 1000 млн. дол. США, а Данії близько 500 млн. дол. США.

Данія – відома рибальська держава. Вартість експорту Данії продуктів рибальства та аквакультури в 2017 році склала 4,6 мільярда доларів США. Данія імпортує рибу у великих кількостях з інших країн для подальшої обробки та

перепакування, і таким чином створює набагато більшу вартість експорту риби з улову, який не є їхній.

Вилів риби в озерах і річках становить значну частку світового рибальства, у 2018 році у світі було виловлено близько 12 мільйонів тонн, що відповідає приблизно 12% загального світового вилову. Приблизно половина світового рибальства у внутрішніх водах здійснюється в країнах з низьким рівнем доходів і дефіцитом продовольства, найбільш бідних країнах світу, де імпорту продовольства перевищує експорт.

Сама риболовля ведеться в невеликих масштабах, як це часто буває в прибережному рибальстві, на невеликих човнах з використанням сіток і ручних ловів; тим не менш, це важливий фактор для продовольчої безпеки цих людей.

Близько 80% усього рибальства у внутрішніх водах здійснюється лише в 16 із приблизно 200 країн світу. У загальному вилові на частку Азії припадає близько 65%, включаючи Китай з 20%, за яким йдуть Індія, Бангладеш, М'янма та Камбоджа. На частку Африки припадає близько 25%, а лідерство тримають Уганда та Нігерія. Таким чином, рибальство у внутрішніх водах фактично обмежується Азією та Африкою, на які припадає понад 90% загального світового вилову. На інші континенти припадає менше 10% загального вилову.

#### **4. Типи та об'єкти досліджень аквакультури**

Метою аквакультури є культивування гідробіонтів, що полягає у задоволенні потреб людини, використовуючи продукт, що надається аквакультурою (одержуваний від неї). Залежно від типу таких потреб і, відповідно, характеру одержуваного продукту, можна виділити чотири види аквакультури:

1) Речовино-сировинна аквакультура: продукт – речовина, з якої складається тіло гідробіонту або вироблене ним і яке використовується людиною для продуктів харчування, технічних потреб, отримання інших речовин і т.п. Приклад: культивування коропів та форелі у рибному господарстві для

постачання до ресторанів, вирощування *Pinctada radiata* у морських фермах для отримання перлів.

2) Сервісно-функціональна аквакультура: продукт – функції та послуги, надані гідробіонтами, нерідко пов'язані з їхньої життєдіяльністю, поведінкою чи значенням у екосистемах. Приклад: культивування *Garra rufa* для косметичних салонів; розведення та вирощування в Латгальському зоосаді (Latgales Zoo) болотних черепах *Emys orbicularis* для поповнення природних популяцій та відновлення таким чином природних екосистем (Природоохоронна аквакультура, як підрозділ Сервісно-функціональної аквакультури).

3) Інформаційно-пізнавальна аквакультура: продукт – інформація, одержувана від гідро біонту для задоволення потреб людини у науковій чи освітньої діяльності. Приклад: культивування *Danio rerio* для наукових експериментів.

4) Чуттєво-емоційна аквакультура: продукт – відчуття, переживання, емоції та почуття людини, що виникають при контакті з гідробіонтом, часто пов'язана з рекреаційно-розважальною індустрією або індивідуальною потребою людини в таких емоціях. Приклад: утримування полікультури водних черепах та крокодилових кайманів в акваріумі Латгальського зоопарку (Latgales Zoo).

При цьому один і той же вид гідробіонтів може культивуватися з різними цілями, що виставляє вимоги до одержуваного продукту і тому призводить до використання різних технологій аквакультури і відмінних напрямків селекції і штучного відбору, що призводять до виділення різних ліній і появи порід і форм. Іноді ці потреби людини можуть маскуватися незалежними зовнішніми, наприклад, охороною природи, але за глибшому аналізі їх видно, що охороняється і фіксується та стадія розвитку екосистем і стан фауни і флори, що відповідає уявленням людини про їх оптимальності.

Усі існуючі організми для цілей аквакультури можна поділити на екологічні групи за характером їхнього існування та ступеня зв'язку з довкіллям. Для прикладних цілей аквакультури

найбільш важливими є: гідробіонти (організми, що живуть у водному середовищі) та аеробіонти (організми, що живуть у повітряному середовищі), і деякі проміжні, наприклад:

1) облігатні гідробіонти – організми, все життя яких проходить у водному середовищі поза контактом з повітряним середовищем (наприклад, глибоководні морські види риб);

2) стадійні гідробіонти – організми, стадія розвитку яких є гідробіонтною (ікра та личинки *Bufo bufo*);

3) циклові гідробіонти – організми, частина річного циклу яких проходить у водному середовищі (наприклад, зимівля та розмноження у воді *Rana temporaria*, які решту часу живуть в основному на суші);

4) екологічні гідробіонти – організми, які проводять у водному середовищі якусь, нерідко значну, частину часу для задоволення своїх потреб екологічного характеру, зазвичай для пошуку їжі або укриття від хижаків (наприклад, *Emys orbicularis*, які полюють та ховаються від небезпеки переважно у воді).

Одними з найбільш поширених в аквакультури гідробіонтів є риба та рибоподібні.

## 5. Виклики аквакультури

Рибальство у внутрішніх водах може бути дуже залежним від факторів навколишнього середовища, таких як зміни пошодних умов, будь-які зміни в місцевому бюджеті, а також глобальне потепління. Висока щільність популяцій у водоймах для аквакультури може сприяти поширенню хвороб і паразитів, які можуть бути важко контрольованими та спричинити великі втрати. Скидання забруднених вод, хімікатів та пестицидів з навколишніх територій може погіршити якість води, що впливає на здоров'я вирощуваних організмів. Аквакультура потребує значних ресурсів, таких як корм, вода та енергія.

Озера та річки часто є ізольованими екосистемами і тому потребують особливої уваги; однак дослідження потужності цих рибних запасів часто є недостатніми.

Світовий океан забезпечує людство їжею та значною частиною світового кисню, а також контролює клімат і погоду. За останні десятиліття знання про світові океани та їх складні екосистеми значно розширилися. Зі збільшенням уваги до навколишнього середовища зараз набагато більше уваги приділяється забрудненню океану та пластиковому сміттю, яке поширюється океанськими течіями по всій земній кулі.

Підвищення рівня вуглекислого газу в атмосфері має величезний вплив на океани та призвело до підвищення температури та підкислення через більшу кількість вуглекислого газу, розчиненого в морській воді.

Підкислення морів є однією з найсерйозніших екологічних проблем, з якими ми стикаємося, оскільки це може мати дуже серйозні наслідки для життя в океанах.

### ***Запитання для самоконтролю***

1. Що таке аквакультура і які основні фактори впливають на її успішність?
2. Які основні типи систем використовуються в аквакультурі і чим вони відрізняються?
3. Які ризики можуть виникати під час ведення аквакультури?
4. Як температура води впливає на ріст організмів в аквакультурі?
5. Які переваги має генетично модифікована риба в аквакультурі?
6. Як аквакультура пов'язана з екологічними проблемами, такими як підкислення океанів?
7. Які виклики стоять перед сучасною аквакультурою в контексті глобального потепління та зміни клімату?
8. Яка історична роль аквакультури в різних культурах і цивілізаціях?
9. Як впливає якість води на успішність вирощування різних видів риб у сучасній аквакультурі?

## ТЕМА 2. МЕТОДИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ: КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ОЦІНКА МЕТОДІВ У РИБНИЦТВІ ТА АКВАКУЛЬТУРІ

### *План*

1. Методи і форми наукових досліджень
2. Спостереження і експеримент як головні методи пізнання дійсності
3. Організаційні засади проведення наукового рибогосподарського дослідження
4. Особливості планування наукових досліджень
5. Методичне та метрологічне забезпечення наукових досліджень

### **1. Методи і форми наукових досліджень**

*Методика* – це спосіб дослідження, який організовує теоретичне та практичне освоєння дійсності. Вона об'єднує теоретичні основи і базується на комплексі методів, що дозволяють вивчати ключові аспекти досліджуваного об'єкта чи явища.

*Метод* забезпечує отримання конкретних фактів або істини, які відображають окремі властивості об'єкта дослідження, такі як вік риби, гематологічні показники, характеристики серцево-судинної діяльності, дихання та інші.

*Методологія* – це комплекс теоретичних позицій, що визначають структуру, логічну організацію, засоби і методи наукової діяльності для досягнення поставлених цілей. Вона встановлює і описує логічні зв'язки між предметом, метою, завданнями, методами та техніками наукового дослідження, а також визначає процес проведення експериментів, їхню послідовність і теоретичний напрямок, інтерпретацію отриманих результатів.

За призначенням у рибництві та аквакультури розрізняють досліді наукові, науково-господарчі, та виробничі.

*Наукові* досліді проводяться переважно у спеціально обладнаних, як правило, акредитованих лабораторіях або

акваріальних комплексах, де створюються передбачені схемою експерименту чітко регульовані і суворо контрольовані умови утримання риб чи гідробіонтів (температурний, газовий, світловий режим тощо). Наприклад, науковий експеримент може включати вивчення впливу біотичних або абіотичних факторів, а також біологічно активних чи токсичних речовин на фізіологічні, біохімічні та іхтіологічні характеристики риб і гідробіонтів.

Одними з основних у рибництві та аквакультури є *науково-господарські дослідження*, які проводять, як правило, за умов, типових для виробництва (ставки, саджалки, басейни тощо). Проведення таких досліджень дозволяє вивчати наукові питання, які мають суто прикладне значення (норми годівлі, використання стимуляторів росту та розвитку, фізіолого-біохімічні процеси в період зимівлі риб і гідробіонтів тощо). Науково-господарський дослід дає змогу оцінити кінцеву технологічну ефективність того чи іншого елемента утримання риб, раціону або їх спадковості та інше.

*Виробничий дослід* проводиться безпосередньо у виробничих умовах з метою перевірки наслідків науково-господарського дослідження, оскільки останній має передбачуваний характер. Виробничі дослідження проводять на великій кількості риб і гідробіонтів у різних господарствах, часто розташованих у різних зонах аквакультури. Результати цих досліджень порівнюють із середніми показниками в господарствах аквакультури до проведення дослідження. Основною метою виробничих досліджень є розробка практичних рекомендацій, наприклад, щодо впровадження вітамінно-мінеральних преміксів або інших біологічно активних речовин у виробництво комбікормів для риб.

Особливу увагу слід звернути на те, що отримані результати в ході проведення наукових експериментів в акваріальних умовах, не можна переносити на природні або штучно створені водойми (водосховища, ставки, саджалки і басейни рибничих господарств індустріального типу, озера тощо).



## 2. Спостереження і експеримент як головні методи пізнання дійсності

*Спостереження* – систематичне цілеспрямоване дослідження об'єкту, водних організмів, явищ у такому вигляді, у якому вони існують у природі. При цьому дослідник, як правило, не втручається в хід подій, він наче “підслуховує природу”.

Спостереження проводяться відповідно до заздалегідь розробленого плану і мають чітко визначену мету. В іхтіології та рибництві це може включати моніторинг міграції риб і підходу плідників до місць нересту. Дослідник фіксує всі аспекти поведінки риб під час їх міграції до нерестовищ, місць годування тощо. У деяких випадках міграцію риб відстежують за допомогою спеціальних міток або датчиків, які зазвичай прикріплюють до плавців, а потім використовують спеціальне обладнання для реєстрації шляхів міграції та місця перебування риб у певний момент часу.

Наукові спостереження характеризуються скрупульозністю, систематичністю та безпристравністю.

*Експерименти* – це науково організовані дослідження або спостереження, що проводяться в точно визначених умовах, які дозволяють контролювати і відстежувати хід експерименту, а також відтворювати його при багаторазовому повторенні цих умов. Метою експерименту є здобуття нових знань, виявлення закономірностей явищ і процесів, перевірка гіпотез і ідей, а також спростування суперечливих тверджень. На відміну від спостережень, експеримент передбачає активний вплив дослідника на досліджуваний процес.

Розрізняють експерименти природні і штучні. *Природні експерименти* проводять в природних умовах, в умовах виробництва. *Штучні експерименти* полягають у вивченні процесів чи явища в ізольованих умовах (акваріумі, теплиці, фізіологічній посудині, лабораторії тощо).

Іноді проводять *пошукові дослідни*, які є пробними або попередніми експериментами. Наприклад, перед застосуванням

нових препаратів їхню дію спочатку перевіряють у невеликому експерименті на нешкідливість і нетоксичність.

*Лабораторні експерименти* проводяться за допомогою стандартних приладів, спеціальних моделюючих установок, стендів тощо. У *виробничих експериментах* процеси чи явища досліджують безпосередньо у виробничих умовах, наприклад, на водоймах. Особливістю таких експериментів є ретельне планування, вибір мінімальної кількості облікованих показників при великому обсязі досліджень.

### **3. Організаційні засади проведення наукового рибогосподарського дослідження**

У цілому наукова робота складається з трьох основних етапів:

- планування і організації досліджень;
- безпосереднього проведення наукових досліджень та спостережень;
- оброблення отриманих результатів, їх узагальнення та теоретичного аналізу.

Планування експериментальних або польових досліджень здійснюється до їх проведення і охоплює такі основні моменти:

- побудову робочої гіпотези – припущення або передбачення про взаємозв'язки між змінними, яке формується на основі існуючих знань і теорій для проведення дослідження;
- визначення мети і завдань дослідження – чітке формулювання того, що потрібно досягти або з'ясувати;
- розробка методів і процедур – вибір підходящих методів і технік для збору та аналізу даних;
- опис умов експерименту – детальне визначення умов, в яких буде проводитися дослідження (наприклад, лабораторні чи польові умови);
- вибір об'єктів і матеріалів – визначення типів риб, гідробіонтів або інших матеріалів, що будуть використовуватися;
- планування обліку і аналізу даних – розробка системи для збору та обробки результатів;

- розробка графіку дослідження – встановлення термінів для кожного етапу експерименту;
- оцінка ресурсів – визначення необхідних ресурсів, обладнання і фінансування;
- передбачення можливих ризиків – оцінка можливих проблем і способів їх вирішення;
- оснащення необхідними засобами (приладами, обладнанням тощо) для проведення наукових досліджень.

*Вибір теми* є досить відповідальним моментом у науково-дослідній роботі. Обираючи тему, бажано провести таку підготовчу роботу:

- ознайомитися з наявними оглядами досягнень науки у даній галузі; наслідками новітніх досліджень у суміжних галузях науки; розробками нових, більш ефективних методів та технологій;
- провести консультації з діячами наук, техніки, виробництва;
- переглянути каталоги раніше захищених дисертацій; авторські свідоцтва та патенти.

Необхідно врахувати, що незалежно від теми, вона повинна бути актуальною, що означає доведення її значущості як з теоретичної, так і з практичної точки зору, а також її цінності на даному етапі розвитку науки. Тема повинна мати наукову новизну, відрізнитися методологічними підходами, методами дослідження і кінцевими результатами. Крім того, запропонована тема повинна бути реалістичною для виконання, з урахуванням підготовки дослідника та наявності матеріально-технічного і інформаційного забезпечення. Також вона повинна мати потенціал принести економічний ефект або внести вагомий внесок у розвиток науки, освіти чи народного господарства.

Підставою для обґрунтування та остаточного визначення теми наукових досліджень може бути узагальнення і аналіз інформації з літературних джерел та патентного пошуку, що дозволяє визначити актуальність і наукову новизну теми. Важливо також врахувати, що тема наукового дослідження

відображає певну ідею дослідника, яка є для нього пріоритетною.

Отже, в ході обґрунтування теми виділяють три основних етапи, а саме:

- виникнення ідеї;
- її логічне опрацювання;
- фактична реалізація задуму.

Ідея дослідження може виникнути внаслідок аналізу виробничої практики, запозичення з літературних джерел або раніше проведених наукових робіт. Тобто, сама ідея може бути лише припущенням про ще не встановлені зв'язки і явища.

Однак важливим етапом у обґрунтуванні наукової теми є формування *робочої гіпотези* – науково обґрунтованого припущення про певний факт або закономірний зв'язок між явищами, який ще не був безпосередньо спостережений, але потребує перевірки шляхом наукових досліджень. Гіпотеза є логічним припущенням, яке базується на узагальненні та аналізі інформаційних джерел і пов'язане з наявними знаннями. Вона є ключовим елементом системи знань і відображає стан наукового пізнання на даний момент.

В робочій гіпотезі, крім висуненої ідеї, дослідник вказує об'єкт та методи досліджень, мету та основні завдання, вихідні умови дослідження, термін їх виконання та фінансове забезпечення. У процесі побудови робочої гіпотези варто:

- зібрати вже зафіксовані в науці факти про місце, час і обставини виникнення явища чи проблеми, які треба дослідити, зв'язок їх з іншими явищами і предметами;
- опрацювати припущення про причину досліджуваного явища чи процесу, що і є основою формування гіпотези;
- відшукати наслідки, які витікають з гіпотези, припускаючи, що причини або досліджувані явища є реальними;
- порівняти наслідки, які витікають з гіпотези, з наявними у даній галузі науки і точно встановленими факторами та судженнями.

Наступним організаційним етапом планування наукових досліджень є формування їх мети і завдань.

Мету наукових досліджень формують коротко і змістовно, виходячи з теми роботи. Мета, як правило, реалізується через виконання конкретних завдань, і результати досліджень залежать від правильності постановки цих завдань.

Завдання формуються керівником теми відповідно до поставленої мети, і їх правильна постановка має великий вплив на результати досліджень.

Втілення ідеї в життя передбачає проведення комплексних досліджень із значними витратами. Тому до початку дослідження доцільно ознайомитися з існуючою інформацією про ступінь вивчення проблеми, щоб уникнути повторень і забезпечити високий методичний рівень. Це потребує систематичного збору наукової інформації про теоретичні та технічні аспекти реалізації ідеї, що може бути корисним у проведенні експериментів.

Варто також зібрати інформацію із суміжних галузей науки. Джерелами такої інформації можуть бути: матеріали патентного пошуку; монографії; наукові статті у журналах, збірниках; дисертації, автореферати; звіти наукових установ.

Однією з основних умов відкриття наукової тематики є проведення *патентного пошуку* або патентних досліджень. Мета цього процесу – забезпечити конкурентоспроможність і високий науково-технічний рівень пропонуваніх розробок, а також уникнути невиправданого дублювання наукових досліджень. Патентні дослідження проводять у такій послідовності:

- визначення ключових термінів і понять – формулювання основних термінів та понять, що стосуються теми дослідження;
- пошук патентів і публікацій – здійснення пошуку в патентних базах даних і наукових публікаціях за відповідними термінами;
- аналіз знайдених патентів – перегляд і аналіз знайдених патентів для визначення їхньої релевантності і новизни;
- оцінка результатів – оцінка отриманих даних для уникнення повторення вже відомих рішень і вдосконалення власної розробки;

- документування результатів – фіксація і систематизація результатів патентного пошуку для подальшого використання у наукових дослідженнях.

Зібрана наукова інформація корисна для написання оглядового реферату та опрацювання початкової робочої гіпотези, яка являє собою, як вже відмічалось, лише науковим передбаченням, що висувається для пояснення певного явища чи процесу, і ще недостатньо перевірена.

Написання оглядового реферату передбачає:

- зібрання інформації стосовно того, що зроблено у світі у вирішенні даної проблеми;
- висвітлення існуючих проблем з даного питання;
- можливі шляхи вирішення проблем;
- формування мети подальшої роботи та постановки конкретних завдань для її досягнення.

В огляді літератури коротко викладають основні результати аналізу джерел, пов'язаних із темою дослідження, узагальнюють їх та вказують на аспекти, які ще недостатньо вивчені і потребують подальшого дослідження. Це дозволяє чіткіше сформулювати мету і завдання для її досягнення, а також оцінити актуальність, новизну проблеми та необхідність її вирішення.

#### **4. Особливості планування наукових досліджень**

Плануванню будь-якого експерименту чи дослідження має передувати розробка методики його проведення. У методиці детально описують хід досліджень, включаючи послідовність робіт, вимірювань і спостережень, а також їх тривалість. Ретельно описують кожну серію експериментів і аналіз спостережень, застосовують методи іхтіологічних, рибогосподарських, фізіологічних, біохімічних та інших досліджень, розробляють форми для реєстрації спостережень і вимірювань.

На етапі планування наукових досліджень, крім визначення мети та завдань, у методиці слід:

- оцінити, чи обсяг дослідження відповідає можливостям дослідника.

- вибрати змінні фактори, які можуть вплинути на результати дослідження.

- визначити важливість цих факторів (один з них є досліджуваним, інші залишаються незмінними).

- обґрунтувати критерії оцінки.

- вибрати необхідні прилади і встановити частоту вимірювань.

- намітити кількість спостережень з урахуванням принципів біостатистики та завдань дослідження.

- підготувати експериментальну і контрольну групи за правилами випадкового відбору.

- оцінити можливість застосування методів автоматичного контролю та послідовного поповнення дослідної групи.

- виявити побічні фактори, які можуть впливати на досліджувані процеси чи явища.

- передбачити методи для кількісної оцінки впливу побічних факторів на дослідження.

- вибрати адекватні методи статистичної обробки для підтвердження або спростування гіпотези про закономірності.

- скласти схему досліджень для порівняння отриманих результатів між собою та з результатами інших авторів.

- визначити, чи можна отримати додаткові факти без значних витрат часу, праці і матеріальних ресурсів.

- провести експерименти або спостереження так, щоб мати можливість обробити весь зібраний матеріал за допомогою сучасних статистичних методів.

- визначити необхідний час, фінансові та матеріальні ресурси для проведення наукових робіт.

Це спеціалізована методологія, яка визначає чітку послідовність виконання науково-дослідних експериментів, вказуючи конкретні види робіт і терміни їх виконання. Орієнтовна структура робочого плану повинна включати такі питання:

- оволодіння методикою проведення наукових експериментів;
- підготовка необхідного обладнання та робочої документації;
- формулювання проблем експерименту чи спостереження;
- вибір піддослідних тварин;
- принципи організації експерименту;
- проведення досліджень згідно з методикою;
- групування, статистична обробка даних досліджень та їх аналіз;
- узагальнення результатів експериментів і порівняння з робочою гіпотезою.

На основі розробленої структури теми, робочого плану та методики наукових досліджень, а також схеми проведення запланованих експериментів з описом засобів вимірювання і методів досліджень, складається *календарний план*. Він включає детальний розподіл усіх видів робіт у часі, основні етапи та терміни виконання досліджень, а також ключові результати, які планується отримати на кожному етапі.

## **5. Методичне та метрологічне забезпечення наукових досліджень**

При проведенні польових або природних наукових досліджень у рибистві та іхтіології застосовують загальноприйняті методи, які дозволяють оцінити розвиток і ріст риб, ефективність їх природного відтворення, а також структуру, чисельність, продуктивні властивості популяцій і інші характеристики. Серед цих методів є проведення повного біологічного аналізу уловів риб різними знаряддями лову, вивчення зрілості і плодючості риб, їх живлення і харчових стосунків, віку і темпу росту, морфометричного аналізу, міграцій, чисельності, іхтіомаси та рибопродуктивності.

В експериментах, окрім загальноприйнятих методів, часто використовуються специфічні підходи і прийоми для вивчення процесів або явищ. Ці специфічні методики доповнюють



загальні і є важливими, особливо при дослідженні складних або різноманітних явищ. У сучасній науковій роботі широко застосовуються фізичні, фізико-хімічні, оптичні (колориметрія, спектрофотометрія), біохімічні (хроматографія, електрофорез, полярографія, радіоактивні ізотопи), фізіологічні та інші методи.

Найбільше уваги приділяється методам, які досліджують білки, вуглеводи, ліпіди, ферменти, вітаміни і гормони в органах і тканинах риб, а також динаміку метаболічних процесів на різних етапах ембріонального і постембріонального розвитку.

Крім того, застосовуються методи, які досліджують інтенсивність і спрямованість біосинтетичних процесів, їх енергетичне забезпечення, а також дихання, травлення, осморегуляцію і розмноження. Важливо, щоб як загальні, так і специфічні методи адекватно відображали процеси, що відбуваються в організмі риб під впливом біотичних і абіотичних чинників водного середовища, а також різних токсичних і біологічно активних речовин.

При застосуванні фізіолого-біохімічних, фізичних, хімічних та інших методів у наукових дослідженнях необхідно використовувати відповідні прилади та обладнання.

Проведення експериментів із спеціальними методами та обладнанням повинно відбуватись у акредитованих метрологічними установами лабораторіях. Важливо дотримуватись уніфікованих і стандартизованих, бажано міжнародних, методів досліджень, строго слідуючи вимогам на кожному етапі, від підготовки робочого місця та реактивів до проведення експерименту і оцінки результатів. Важливим є також і те, що всі показники, отримані в ході експерименту, необхідно подавати у стандартних міжнародних одиницях виміру.

Під час проведення наукових досліджень часто виникає необхідність вилову певної кількості риб з акваріуму або водойми для проведення морфометричних вимірів, відбору тканин для хімічного аналізу тощо. Важливо виконувати цей процес за якомога коротший проміжок часу, зважаючи на м'язову активність риб перед взяттям проб. Метод вилову,

транспортування і утримання риб до моменту дослідження можуть суттєво вплинути на точність визначення концентрації вуглеводів, гематологічних показників та інших характеристик, які відображають стан риб у відносному спокої.

У рибогосподарських дослідженнях особливу роль відіграють антистресові та знеруховуючі речовини. Вони дозволяють вибірково впливати на окремі функціональні системи організму та спостерігати наслідки їх виключення. Проте слід враховувати, що навіть найбільш досконалі препарати не є нейтральними для організму риб.

### ***Запитання для самоконтролю***

1. Що таке методика і яка її роль у наукових дослідженнях рибництва та аквакультури?
2. Яка різниця між методами і методологією наукових досліджень?
3. Що таке науковий експеримент і як він відрізняється від спостереження?
4. Які існують основні етапи планування наукового дослідження?
5. Яку роль відіграє робоча гіпотеза в науковому дослідженні?
6. Чим науково-господарський дослід відрізняється від виробничого дослід?
7. Які особливості планування експериментальних досліджень у рибництві?
8. Чому важливо враховувати можливість впливу побічних факторів під час експериментів?
9. Які вимоги до метрологічного забезпечення наукових досліджень у рибництві?
10. Які основні методи використовуються для оцінки росту і розвитку риб у рибництві та аквакультурі?
11. Чому важливо проводити патентний пошук перед початком наукового дослідження?
12. Які ключові аспекти слід враховувати при виборі об'єктів і матеріалів для наукових досліджень у рибництві?

## ТЕМА 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ДИЗАЙН В АКВАКУЛЬТУРІ. РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

### *План*

1. Поняття експерименту та моделювання
2. Фіксація результатів спостереження
3. Класифікація вимірювань та їх помилок
4. Особливості проведення та аналізу експерименту в аквакультурі риб

### **1. Поняття експерименту та моделювання**

*Експеримент* – це форма досліджень, за якої експериментатор цілеспрямовано змінює параметри існування об'єкта або системи, що ним вивчається, в тому числі і досить суттєво, що не характерно для її природного стану. Методики експериментальної роботи постійно удосконалюються, і коректність одержуваних експерименті даних серйозно обговорюється.

Експеримент може бути: а) *однофакторним*, коли експериментатор змінює лише один з досліджуваних факторів; б) *багатофакторним*, при якому змінюються два і більше фактори.

Іноді природа ставить стихійні «експерименти» – посуха, повінь, різке похолодання та ін., тоді вченим залишається в потрібний момент і спосіб встановити результат цих експериментів вимірами.

Реалізація експерименту включає весь комплекс процедур та операцій, щодо яких здійснювалось планування. Безпосереднім завданням дослідника зазвичай є виконання технічних операцій експерименту таким чином, щоб уникнути систематичних помилок (відхилень) та мінімізувати випадкові помилки. Систематичні помилки, допущені або у розподілі впливів, або ж у процедурі вимірювання чи відбору проб, роблять експеримент некоректним, а висновки непереконливими.

В експерименті об'єкт або відтворюється штучно, або розміщується в заданих умовах, які відповідають цілям дослідження. У ході дослідження об'єкт ізолюється від побічних впливів. Конкретні умови у досліді не лише задаються, а й контролюються, модернізуються, багаторазово відтворюються та змінюються. У той же час експеримент здійснюється як взаємодія об'єктів, що протікає за природними законами; як штучна, організована людиною дія. Будь-який науковий експеримент завжди спрямовується до будь-якої ідеї і його проводять точно згідно з обраною методикою, суворо дотримуючись прописаних у ній пунктів.

Проведення експерименту можливе в лабораторії та в польових умовах. Особливістю *лабораторного експерименту* є частковий або повний (як, наприклад, в установці типу фітотрон) контроль дослідника за змінюваними ним факторами та їх дозуванням. Більшість *польових експериментів* відносяться до неконтрольованих, внаслідок сукупної і часто непередбачуваної дії факторів. Велику роль в аквакультури, наприклад, грають експерименти зі спеціального культивування гідробіонтів у лабораторних умовах і на ділянках відкритих водойм. Щоб підвищити якість роботи зазвичай спочатку «відпрацьовують» нову для дослідника методику на холостих пробах.

У процесі польових досліджень, здійснюється обробка зразків експедиційних матеріалів, визначається видовий склад, створюються колекції, складаються таблиці, проводиться математична обробка результатів, побудова діаграм, графіків, карт тощо.

Усі отримані результати повинні відразу ж записуватися в *лабораторний журнал* або *щоденник*, де також фіксуються час, місце та умови, а також відзначають усі сторонні фактори, які можуть вплинути на результати. Якщо з якихось причин доводиться відходити від методики, одразу ж фіксують ці зміни в лабораторному журналі або щоденнику.

Якщо отримані результати суперечливі, рекомендується повторити дослідження. Якщо отримана дослідником з

особистих експериментів чи з літературних даних інформація не суперечить одна одній та підтверджується практично, тоді вона стає справжнім знанням. Тобто, правильні міркування не можна побудувати на суперечливих хибних даних.

*Моделювання* – спосіб заміщення реальної природної системи (її об'єкта, процесу) спрощеною, неповною копією. Ціль спрощення – зручне вивчення оригіналу. Залежно від характеру спрощення для того самого оригіналу можна отримати кілька різних моделей.

Протилежний перехід від моделі до оригіналу – *інтерпретація моделі*. Ця процедура завжди неоднозначна в силу принципово неповної відповідності моделі та системи, що моделюється.

Залежно від особливостей об'єкта вивчення та завдань дослідження використовують моделі різних типів. Насамперед, їх поділяють на *реальні* (натуральні, аналогові) та *ідеальні* (знакові).

*Реальні моделі* відображають фізичну сторону оригіналу. Наприклад, акваріум з його населенням як реальна модель природного водоймища. Головна проблема роботи з такими моделями – труднощі встановлення ступеня адекватності моделі оригіналу та обґрунтування можливості застосування результатів моделювання до вихідної системи – оригіналу.

*Знакові моделі* описують оригінал або за допомогою математичних символів та операцій (це так звані математичні моделі), або за допомогою наукового тексту, який супроводжується схемами, графіками та іншим ілюстративним матеріалом (це концептуальні моделі).

Призначення *концептуальних моделей* – дати чітке узагальнене і досить повне вираження знань про явище, що вивчається в рамках певної концепції. Наприклад, відносно до «енергетичної» концепції побудовано схеми колообігу речовини та потоку енергії в біогеоценозі, які супроводжуються текстом, таблицями та графіками, що пояснюють. Ці моделі широко застосовуються в науці завдяки своїй універсальності, гнучкості, багатству засобів вираження та ін. Але їм властиві

також висока неоднозначність інтерпретації і певна статичність, що ускладнює опис природних об'єктів, які постійно змінюються.

## 2. Фіксація результатів спостереження

Результати спостережень лише тоді можуть бути корисними для науки, якщо вони будуть відповідним чином описані. Процес опису, з одного боку, повинен об'єктивно відображати істотне в явищах, і з іншого – бути свідомо пов'язаний із певною теорією. Навіть коли опис проводиться механічними засобами, наприклад, фотографуванням, дослідник не просто фіксує будь-яку структуру, яка потрапить йому під руку, а вибирає типове для фотографування.

Процес вибору типового опису включає наукові уявлення дослідника про предмет. Щоб наукові уявлення виробилися в дослідника з урахуванням того великого розмаїття, яке спостерігається у природі, він має бачити багато аналогічних явищ.

Далі дослідник повинен провести порівняння спостережуваних явищ із предметом і лише в результаті такого процесу пізнання об'єктивної дійсності, виділити суттєві сторони явищ, визначити типові зразки, врахувати частоту та описати обставини їхньої зустрічальності. Тільки в цьому випадку опис може вважатися науково-дослідним на відміну від простого опису як наслідку пасивного фіксування якихось рідкісних чи дивовижних явищ природи.

Науково-дослідницький опис явищ або предметів, що спостерігаються, може бути різних форм. Це або *структурний* опис (зовнішні та внутрішні форми, конституція тварини, знаряддя праці, їх взаємне співвідношення та топографічне розташування), або *функціональний* (процеси біологічного життя, процеси виробництва та їх взаємодії), або *генетичний*, коли описують процеси генезу або розвитку (індивідуальне або племінне) окремих гідробіонтів, ліній, порід тощо, або історію форм виробничих процесів.

Опис називають *повним*, якщо висвітлюються всі елементи, що складають дане явище. Наприклад, при дослідженні скелета риби об'єктом вимірювання та опису служать усі кістки.

Але такий підхід (повний опис всіх елементів) можливий лише в тому випадку, якщо елементи, що становлять об'єкт дослідження, виявляються доступними досліднику, якщо їх порівняно невелика кількість і, головне, якщо опис усіх елементів дійсно потрібний для даного дослідження.

У більшості випадків обмежуються вибіркоvim дослідженням необхідного комплексу елементів. Щоб не зробити помилки потрібні велика наукова ерудиція та спостережливість, вміння вибрати для дослідження головні ознаки.

### **3. Класифікація вимірювань та їх помилок**

Науковий опис фактів передбачає таку форму, яка б могла порівнювати їх із аналогічними фактами, здобутими іншими дослідниками, піддавати їх систематизації і класифікації.

Таким чином, спостереження передбачає два технічні прийоми досліджень: *класифікацію* та *вимірювання*.

Явища певної групи лише тоді можна дослідити, якщо їх упорядкувати, тобто певним чином класифікувати. Упорядковані явища можна визначити точніше й у деталях шляхом різних вимірів (вагових, об'ємних, лінійних).

У результаті вимірів накопичується маса цифрових даних, операції з якими передбачають застосування математичних методів.

Вимір є процес порівняння даної величини з будь-яким зразком (шаблоном), прийнятим за одиницю.

Пізнавальне значення виміру збільшується, якщо воно проводиться в ході процесу, а не лише на його початку та наприкінці. Різні типи вимірів (класи, підкласи, види) наведено у таблиці 3.1.

Таблица 3.1

## Типи вимірювань

Клас, ознака	Підклас, вид
1. Кількість однотипних вимірювань	1-1 Разові
	1-2 Багаторазові
	1-2-1 Рівноточні
	1-2-2 Нерівноточні
	1-2-3 Дискретні
	1-2-4 Неперервні
2. Відношення до вимірюваної величини	2-1 Прямі
	2-2 Непрямі
3. Зв'язки вимірювань	3-1 Синхронні
	3-2 Несинхронні

Точність вимірів (тобто ступінь відповідності отриманого результату дійсному значенню величини) визначає надійність дослідження, його ефективність. Відомо, що досконалі прилади не дають можливості точно визначити вимірювану величину. Кожен новий вимір при його повторенні то більшою, то дещо меншою мірою наближається до істинного значення, причому відхилення можуть бути як позитивні, так і негативні. Іншими словами, при вимірі відбуваються помилки.

Розрізняють абсолютну та відносну помилки. Під *абсолютною помилкою* розуміють різницю між істинним (дійсним) значенням величини та результатом спостереження (вимірювання). Практично за істинне значення приймають результат вимірювання тієї ж величини за допомогою точніших або так званих зразкових приладів:

$$\Delta = x - \alpha \approx \alpha_{зрк} - \alpha, \quad (3.1)$$

де:  $\Delta$  - абсолютна помилка;  $x$  – істинне значення величини;  $\alpha$  – результат вимірювання звичайним приладом;  $\alpha_{зрк}$  – результат вимірювання зразковим (еталонним) приладом.

Під *відотною помилкою* розуміють ставлення помилки до дійсного значення величини:

$$\Delta 1 = \pm \Delta/x, \quad (3.2)$$



$\Delta 1$  – відносна помилка;  $\Delta$  – абсолютна помилка;  $x$  – дійсне (справжнє) значення вимірюваної величини.

Причини помилок різноманітні. Вони можуть виникати внаслідок недостатньої досвідченості експериментатора, дефектів його особистих якостей (слух, зір тощо), недосконалості або невідрегульованості приладу (енергійність, знос, старіння, тертя тощо), невідповідності або зміни умов довкілля (температура, тиск, відносна вологість повітря, коливання електричних та магнітних полів тощо).

Помилки називають *систематичними*, якщо їх можна визначити кількісно і внести відповідні зміни до показань приладів. Помилки називають *випадковими*, якщо їх не можна передбачити та кількісно врахувати.

Кількість необхідних вимірювань обумовлюється величиною розсіювання і заданою точністю вимірювань: чим більше розсіювання (розкид) і чим більша точність потрібна у вимірі, тим більше разів треба провести вимір цієї величини.

Необхідна точність вимірів визначається характером експерименту та властивостями об'єкта. Вона повинна бути доцільною, і в той же час недостатня точність вимірювань знецінює дослідження, що проводиться.

#### **4. Особливості проведення та аналізу експерименту в аквакультурі риб**

Для розвитку аквакультури важливою є інформація про вплив інгредієнтів корму, фізичного середовища та інших факторів на ріст риб. Тому дослідження росту є звичайними в дослідженнях аквакультури, де порівнюють середні розміри різних груп після різних обробок; мета цих експериментів полягає в тому, щоб передбачити продуктивність популяцій (усіх риб одного виду/штаму) за різних умов.

План експериментів з вирощування аквакультури зазвичай включає повторення обробок у двох або більше одиницях вирощування (наприклад, резервуари, ставки чи сіткові загони), де повтори вважаються незалежними зразками з популяцій. Наскільки точно результати експериментів відображають

середні відповіді популяцій, залежить насамперед від кількості взятих риб (у кожній повторній одиниці), кількості повторень і дисперсії відповідей як серед окремих риб у межах повторної одиниці, так і серед повторень.

Більшість досліджень росту аквакультури застосовують кожен варіант у трьох повторностях із середньою кількістю ( $n$ ) 26 риб у кожному акваріумі (діапазон: від 4 до 100). Мінімальна різниця, яку можна достовірно виявити за допомогою статистичних аналізів, визначається кількістю повторень кожного варіанту,  $n$ , дисперсією даних і кількістю застосованих обробок (факторів дослідження). Для характеристики розподілу даних (розсіяння (розкиду) числових даних у вибірці) найчастіше використовується метод дисперсійного аналізу (ANOVA).

Наприклад, у дослідженнях росту риб при проведенні їх лікування, окремі риби не слід вважати експериментальними одиницями. Усі риби в акваріумі піддаються однаковим «ефектам акваріуму» (відмінності між акваріумами незалежно від впливу лікування), і складні взаємодії між рибами можуть сприяти мінливості в акваріумі, яка не спричинена лікуванням. Насправді можна стверджувати, що через загальний «ефект акваріума» окремі риби в акваріумі не є незалежними зразками з популяції, а натомість є «псевдокопіями». У даному випадку, кращим підходом є виконання ANOVA на основі загальної біомаси або середньої маси тіла в кожному резервуарі, або, ще краще, використовувати змішану модель ANOVA, де лікування є фіксованими факторами, а резервуари вкладені як випадкові фактори в рамках лікування. За допомогою останнього методу інформація про індивідуальну рибу моделюється для повного врахування структури даних. Якщо план експерименту збалансований, тобто кількість риб у всіх акваріумах і кількість акваріумів у всіх обробках однакові, результати простої та змішаної моделі ANOVA будуть однаковими. Однак у довгострокових дослідженнях росту план може бути незбалансованим, оскільки смертність може відрізнятись в різних одиницях вирощування, і вся риба з окремих одиниць

виросування може бути втрачена через нещасні випадки. Якщо дизайн не є збалансованим, слід використовувати змішану модель, оскільки ризик помилки типу I (відкидання правильної гіпотези) збільшується, коли простий ANOVA використовується для аналізу незбалансованих даних.

Останніми роками методи аналізу змішаних моделей швидко розвивалися, і тепер багато пакетів програмного забезпечення, таких як SAS і R пропонують можливість лінійних змішаних моделей з модифікацією F-тестів, що збільшує статистичну потужність результатів експерименту.

### *Запитання для самоконтролю*

1. Що таке експеримент і яка його основна мета в аквакультурі?
2. У чому полягає різниця між однофакторним і багатфакторним експериментом?
3. Які особливості проведення лабораторних та польових експериментів?
4. Що таке моделювання і як воно використовується в аквакультурі?
5. Які типи моделей використовуються для вивчення об'єктів у аквакультурі?
6. Чому важливо вести лабораторний журнал або щоденник під час проведення експериментів?
7. Які класифікації вимірювань існують у наукових дослідженнях?
8. Що таке абсолютна та відносна помилка вимірювань?
9. Як систематичні та випадкові помилки впливають на результати експериментів?
10. Яку роль відіграє дисперсійний аналіз (ANOVA) у дослідженнях росту риб?
11. Чому важливо використовувати змішані моделі ANOVA в незбалансованих експериментах?

## ТЕМА 4. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ У РИБНИЦТВІ ТА АКВАКУЛЬТУРІ: ОСНОВИ БІОМЕТРІЇ

### *План*

1. Предмет і основні поняття біометрії. Поняття мінливості
2. Середні величини та їх властивості
3. Варіаційний ряд
4. Статистичні зв'язки між досліджуваними ознаками

### **1. Предмет і основні поняття біометрії. Поняття мінливості**

*Біометрія* (варіаційна статистика) – наука, заснована на використанні математичних методів у біології. *Предмет біометрії* – це група біологічних об'єктів. *Об'єкт біометрії* – ознака, що варіює в групі особин, яка має достатню чисельність і однорідність по ряду інших основних ознак. При проведенні досліджень тварини повинні бути одного виду, віку, однієї породи та перебувати в аналогічних умовах годування та утримання.

*Варіація (мінливість)* – різниця між одиницями сукупності, між окремими варіантами. *Варіативна ознака* – ознака, що набуває різних значень у різних членів сукупності.

*Варіанта* ( $x$ ) - величина досліджуваної ознаки в окремого об'єкта сукупності.

*Сукупність* – група особин, в межах якої вивчається ознака, що варіює. До складу сукупності входять різні члени чи одиниці. До сукупності належить також сума спостережень чи вимірів. Кожне окреме спостереження, у якому встановлюється значення випадкової змінної, є одиницею цієї сукупності.

*Генеральна сукупність* ( $N$ ) – це теоретично нескінченно велика, або така, що наближається до нескінченності сукупність всіх одиниць чи членів; це група тварин, що становлять вид, породу загалом.

*Вибіркова сукупність, вибірка* ( $n$ ) – це частина генеральної сукупності, що має бути типовою, тобто правильно відображати

генеральну сукупність. Складається за принципом випадкового відбору. Розрізняють *численні (великі)* і *нечисленні (малі)* вибірки, для яких використовуються різні методи обробки показників ознак.

*Великими* називають вибірки з чисельністю понад 30 особин, *малими* – до 30 особин.

*Обсяг сукупності* – кількість одиниць сукупності. Кожна одиниця сукупності характеризується певними ознаками.

*Репрезентативність* – достовірне відображення структури генеральної сукупності, яке досягається принципом випадкової вибірки.

*Рендомізація* – метод випадкового відбору, коли є рівна можливість будь-якому члену сукупності потрапити у вибірку. Кожен член вибірки повинен бути відібраний випадково.

*Ознака* – характерна властивість особини. Ознаки поділяються на кількісні та якісні (альтернативні).

*Кількісні* – це ознаки, які можна виміряти та виразити у конкретних одиницях виміру (кг, %, см, м/с, м<sup>3</sup> тощо). До них відносяться більшість господарсько-корисних ознак (вміст жиру і білка в м'ясі, швидкість росту, витрати корму та ін), кількість еритроцитів, лейкоцитів, гемоглобіну і т.д. Кількісні ознаки можуть змінюватися і здавати безперервний ряд показників (маса, продуктивність) або переривчастий, який також називають дискретним (кількість дитинчат і т. д.).

*Якісні (альтернативні)* – це ознаки, які піддаються безпосередньому виміру. У тварин це стать (чоловіча або жіноча), забарвлення зовнішнього покриву тіла (альбінос, пігментованість та ін), тип нервової діяльності і т.д. Усі якісні ознаки успадковуються за законами Менделя.

*Мінливість* – властивість живих організмів, яка полягає в здатності дочірніх організмів відрізнятися від батьків морфологічними, фізіологічними, біохімічними особливостями та відхиленнями в індивідуальному розвитку. Вона є одним з основних факторів, що зумовлюють еволюцію. Мінливість поділяється на *визначену*, що відрізняє одні групи індивідумів від інших і виникає внаслідок впливу певних факторів на всю

групу особин, і *невизначену*, властиву окремим особам і відрізняє їх один від одного.

Вирізняють мінливість *спадкову* та *неспадкову*. *Спадкова* мінливість виникає в результаті нового поєднання в потомстві спадкових особливостей батьків або появи мутацій. Вона передається у спадок. *Неспадкова* мінливість не змінює генотип і не передається у спадок.

До спадкової мінливості відносять такі її види: онтогенетична, комбінативна, мутаційна, корелятивна. Неспадкова мінливість представлена модифікаційною.

*Онтогенетична мінливість* – це сукупність послідовних змін ознак та властивостей особини у процесі її індивідуального розвитку (онтогенезу).

*Комбінативна мінливість*. Спостерігається зазвичай у потомстві, отриманому в результаті схрещування тварин різних порід і видів, і у рослин різних сортів.

*Мутаційна мінливість*. Ця мінливість характеризується раптовою появою в особини будь-яких нових особливостей, яких не було у його предків. Ці зміни називаються *мутаціями*, процес їхньої появи називається *мутагенез*, а особина, у якої мутувала та чи інша ознака, – *мутантом*.

*Корелятивна мінливість* пов'язана із взаємодією ознак в організмі. Зв'язки між ознаками бувають *позитивні* (коли ознаки змінюються в один бік, або обидва зменшуються, або обидва збільшуються) та *негативні* (коли ознаки змінюються в протилежні сторони, при цьому посилення розвитку однієї ознаки гальмує розвиток іншої).

*Модифікаційна мінливість*. Виникає у рослин та тварин під безпосереднім впливом середовища. Вона не змінює спадковість і не передається у спадок. Модифікаційна мінливість не успадковується, але можливі тривалі модифікації, які можуть зберігатися у ряді поколінь за умови збереження умов, які визначили їх появу.

## 2. Середні величини та їх властивості

Найбільш поширеною характеристикою сукупності є величина *середнього значення ознаки*. На відміну від індивідуальних числових характеристик середні величини мають більшу стійкість, здатність характеризувати цілу групу однорідних одиниць одним (середнім) числом.

Залежно від поставленого завдання вибирають такі середні величини:  $\bar{X}$  – середня арифметична;  $\bar{X}_{зв}$  – середня зважена;  $\bar{X}_n$  – середня непараметрична;  $\bar{G}$  – середня геометрична;  $\bar{H}$  – середня гармонійна;  $\bar{N}_{зв}$  – зважена середня гармонійна;  $\bar{S}$  – середня квадратична;  $\bar{S}_{зв}$  – зважена середня квадратична;  $\bar{Q}$  – середня кубічна;  $\bar{Q}_{зв}$  – зважена середня кубічна;  $M_o$  – мода;  $M_e$  – медіана.

Усі середні величини мають абстрактне значення і можуть виражатися дрібною величиною. Всі середні дозволяють отримувати середнє значення масових ознак, що дозволяє характеризувати великий обсяг значень одним числом.

Середня величина повинна вибиратися індивідуально, залежно від об'єкта, що вивчається, оскільки неправильно обрана середня спотворює величину середнього значення варіативної ознаки і призводить до невірних висновків про генеральну сукупність ( $N$ ).

Середні величини можуть характеризувати лише однорідну сукупність варіантів. Якщо середня отримана на якісно неоднорідному матеріалі або обрана неправильно, без урахування специфіки явища або процесу, що характеризується, вона виявиться спотвореною. За наявності різнорідних за складом даних їх необхідно групувати в окремі якісно однорідні групи і обчислювати групові чи приватні середні.

Для обчислення статистичних параметрів можна користуватися традиційними способами, за вказаними нижче методиками, і сучасними – з використанням спеціальних пакетів програм для ПЕОМ. Найчастіше використовують пакет статистики MS Excel.

Для характеристики біологічних об'єктів найчастіше використовуються *середні арифметичні величини*. Зіставлення

середніх арифметичних дозволяє обчислити різницю між рівнями показника у групах.

Середня арифметична може бути *простою* та *зваженою*.

У малій вибірці ( $n < 30$ ) середню арифметичну обчислюють простим способом, як єдність сумарної дії:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (4.1)$$

де:  $x_i$  – величина варіативної ознаки;  $n$  – об'єм вибірки.

$$\sum X_i = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n \quad (4.2)$$

Обчислення середнього арифметичного для великої сукупності:

$$\bar{X} = A + k \frac{\sum f a}{n} \quad (4.3)$$

де:  $A$  – умовна середня величина;  $k$  – класний проміжок;  $f$  – частота;  $a$  – відхилення від нульового класу;  $n$  – обсяг вибірки.

Точність обчислення  $\bar{X}$  залежить від величини класного проміжку ( $k$ ). Чим більше класів оформлено у варіаційному ряду, тим точніше буде величина  $\bar{X}$ . Класний проміжок при побудові варіаційного ряду слід заокруглювати до цілої величини та бажано у бік зменшення.

### 3. Варіаційний ряд

У біологічних матеріалах, у тому числі при проведенні досліджень у аквакультурі, найчастіше доводиться мати справу з великою кількістю спостережень. При великому числі спостережень у вибірці, обчислювальній обробці піддають не простий статистичний ряд, а ряд, складений з класів ознаки, що варіюють, за якими проведено рознесення даних, що утворюють значення частот ( $p$ ).

Обробку великої вибірки здійснюють, насамперед, шляхом складання варіаційного ряду, тобто розташування даних у порядку (ранжування). Щаблі, на які розбивається весь варіаційний ряд, називають *варіаціями* чи *класами*.

У практичній роботі доводиться мати справу з такими ознаками, величина яких коливається у величезних межах, і окремі особини відрізняються один від одного на найрізноманітніші величини. У цих випадках прийнято



об'єднувати в кожен клас особин з певною величиною мінливості, встановленої заздалегідь (наприклад: 6-10, 11-15, 16-20 т.д.). Кількість класів беруть довільно, за дуже точних розрахунків – до 15-20, але частіше 8-10.

Порядок складання варіаційного ряду:

1. Знайти ліміт (Lim), тобто мінімальну і максимальну величини, і визначити розмах коливань ознаки, що вивчається (проміжок між max і min, шляхом віднімання min з max);

2. Визначити кількість класів варіаційного ряду;

3. Знайти величину інтервалу K (припустимого округлення), для чого потрібно розділити отриману при відніманні min від max різницю на намічену кількість класів:

$$K = \frac{\text{max} - \text{min}}{\text{число класів}} \quad (4.4)$$

4. Встановити межі класів (початок та кінець);

5. Обчислити середню величину ознаки у кожному класі;

6. Провести рознесення матеріалу у відповідні класи.

#### 4. Статистичні зв'язки між досліджуваними ознаками

Відмінною рисою водних біологічних об'єктів є різноманіття ознак, що характеризують кожен із них. Їх можна встановлювати за віком, розмірами, вагою, різними фізіологічними показниками тощо. Маючи однорідну сукупність об'єктів досліджень, можна вивчати їх розподіл за будь-якою з їх ознак. Дуже часто можна побачити відомий зв'язок між варіаціями за різними значеннями. Наприклад, чим більше розміри гідробіонтів, тим зазвичай більша його вага.

У найпростішому випадку зв'язок між двома змінними величинами однозначний. Наприклад, розмір особин одного виду риб, що мешкають в однакових умовах, залежить від їхнього віку. Такі залежності прийнято називати *функціональний зв'язок* між ознаками чи показниками, коли за зміни одного на певну величину інший теж змінюється на певну величину. Наприклад, при підвищенні температури води на якусь кількість градусів, у результаті подовження водневих зв'язків між молекулами, її обсяг збільшиться на певну величину.

Для біологічних об'єктів зв'язок зазвичай буває менш «жорстким». Екземпляри з однаковим значенням однієї ознаки мають, як правило, різні значення за іншими показниками. Такий зв'язок між варіаціями називають *кореляцією* (дослівний переклад: співвідношення) між значеннями.

При кореляційних зв'язках зміна однієї ознаки на певну величину у ряду особин супроводжуватиметься змінами інших ознак на різні величини, тобто значення будуть варіювати. Наприклад, кореляційний зв'язок між вагою тварин та його довжиною виявляється у тому, що кожному значенню довжини відповідає певний розподіл ваги (а чи не одне значення ваги) і зі збільшенням довжини збільшується і середня вага тварин. У тварин і рослин всі процеси і всі ознаки взаємно пов'язані і водночас кожна з них, у свою чергу, пов'язана з зовнішнім середовищем, отже, кореляційні зв'язки є широко поширеними і вимагають поглибленого вивчення.

Найбільш правильний шлях вивчення кореляційних зв'язків – визначення їх з використанням біологічних методів, що дозволяють розкрити природу взаємозв'язку. Але, крім того, додатково для з'ясування величини, типу та напрямку зв'язку цілком доцільно користуватися методом математичного аналізу на масі особин. Для цього можна застосовувати кілька статистичних коефіцієнтів, кожен з яких дозволяє з'ясувати різні сторони кореляційного зв'язку. За своїми математичними особливостями кореляційні зв'язки можуть бути:

- прямими (позитивними) та зворотними негативними;
- прямолінійними та криволінійними;
- простими та множинними;
- між кількісними ознаками;
- між якісними ознаками.

Якщо зі збільшенням (або зменшенням) однієї ознаки інша також збільшується (або зменшується), то такий зв'язок називається *прямим* (у міру зростання збільшується вага гідробіонту).

Якщо зі збільшенням одного показника інший буде зменшуватися, тобто змінюватися у зворотному напрямку, то

такий зв'язок називається *зворотним* (чим старша риба, тим нижче її зростання, або зниження солоності води призводить до уповільнення темпів зростання морських гідробіонтів).

*Прямолінійний* – тип зв'язку, при якому рівним один одному змінам однієї ознаки відповідають рівні ж зміни іншої (наприклад, зі збільшенням поживності кормів, збільшується розмір гідробіонтів).

*Криволінійний* тип зв'язку характеризується тим, що при збільшенні однієї ознаки (або її зменшенні) інша ознака спочатку збільшується, а потім зменшується. Наприклад, у міру зростання риби до певного віку плодючість зростає, а потім знижується. При цьому спочатку зменшується відносна плодючість, а потім абсолютна. При підвищенні температури на кожні 10 °C рівень обміну речовин підвищується в 2-4 рази до певного значення, що лімітується, а потім знижується (правило Вант-Гоффа).

*Простий кореляційний зв'язок* – це зв'язок між двома ознаками, не враховуючи наявних інших зв'язків (вік риб – вага).

При *множинному кореляційному зв'язку* з'ясовується зв'язок між декількома показниками (темп зростання риб – запаси корму, температура, солоність, кислотність води).

Кореляційні зв'язки можуть з'ясовуватися як між кількісними ознаками, так і між якісними (стан кормової бази водойми – розмір риб).

Кореляційний зв'язок між ознаками буває лінійним і нелінійним, позитивним і негативним. Завдання кореляційного аналізу зводиться до встановлення напряму та форми зв'язку між ознаками, що варіюють, вимірювання її тисноти і, нарешті, до перевірки достовірності вибіркового показників кореляції.

### ***Запитання для самоконтролю***

1. Що таке біометрія і який її предмет у біологічних дослідженнях?
2. Яка різниця між генеральною і вибірковою сукупністю?
3. Що таке варіація і як вона проявляється в біологічних об'єктах?

4. Які основні типи мінливості виділяють у біометрії?
5. Що таке середня арифметична і які її особливості?
6. Як побудувати варіаційний ряд і для чого він використовується?
7. Що таке кореляційний зв'язок і як він проявляється між ознаками?
8. У чому полягає різниця між прямим і зворотним кореляційним зв'язком?
9. Як впливає вибір середньої величини на точність статистичного аналізу?

## ТЕМА 5. ЕТИЧНІ АСПЕКТИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У РИБНИЦТВІ ТА АКВАКУЛЬТУРІ

### *План*

1. Визначення та загальні уявлення про біоетику
2. Використання живих організмів, етика та безпека
3. Лабораторна біобезпека досліджень в аквакультури
4. Біозахист в аквакультури
5. Система управління біоризиками та законодавство

### **1. Визначення та загальні уявлення про біоетику**

Більшість вчених визначають біоетику як науку, що вивчає, досліджує та аналізує людські дії з точки зору моральності в біологічно-медичній галузі та сфері охорони здоров'я стосовно їх відповідності моральним нормам та цінностям.

Біоетика – це складний феномен, який виник як відповідь на загрози моральному та фізичному благополуччю людини. Саме в XIX сторіччі, коли відбувся бурхливий розвиток медичних технічних засобів, почався розвиток біоетики та правових процедур її регламентації. Біоетика стала логічною відповіддю на численні етичні питання і проблеми, що з'явилися останніми десятиліттями в процесі клінічної діяльності, а також під час біомедичних досліджень і експериментів. Вона покликана не тільки ідентифікувати та аналізувати конфліктні

ситуації, що виникають на стику медицини, біології, філософії та юриспруденції, а й визначати конкретні шляхи їх розв'язання.

Предметом розгляду біоетики є насамперед новітні досягнення біології та медицини з погляду визначення ступеня їх небезпеки для людини і суспільства сьогодні й у майбутньому. Біоетика спрямована на розроблення моральних і законодавчих заходів, що зможуть захистити індивідуум, суспільство і людство в цілому від небажаних, а іноді і згубних наслідків упровадження в практику нових біологічних технологій.

Проблеми біоетики мають міждисциплінарний та міжгалузевий характер, до них причетні медики, екологи, біологи, філософи та правознавці, представники релігійних конфесій. Якщо узагальнити наукові, суспільні, релігійні погляди, національні особливості, традиції, то беззастережно можна сказати, що вони розробляють сукупність моральних принципів, норм і правил, яких необхідно дотримуватись у професійній діяльності.

Найважливіші з них закріплені у відповідних законодавчих актах та знаходять своє відображення у міжнародних документах і конвенціях, деклараціях, хартіях. Ці принципи, норми та правила є дуже динамічними, тому з часом змінюються відповідно до змін соціально-економічних умов суспільства, державної політики та громадської думки.

Біоетичні питання докладно обговорюють в авторитетних міжнародних організаціях – ООН, ЮНІСЕФ, ЮНЕСКО, Раді Європи, ВООЗ. Відповідні декларації, конвенції, угоди, рекомендації, резолюції цих організацій забезпечують розроблення національного юридичного й етичного регулювання практичної охорони здоров'я і медикобіологічних досліджень.

Останнім часом в Україні чимало зроблено на шляху до впровадження етичних принципів у медичну практику і біомедичну науку. Зокрема, створені Комісія з питань біоетики при Кабінеті Міністрів України і Комітети з біоетики НАН, НАМН і МОЗ України.

## 2. Використання живих організмів, етика та безпека

Дебати про моральний статус тварин і моральні межі використання їх у людських цілях стали помітною темою в біоетиці протягом десятиліть. Проблемним у цьому контексті є не лише те, як ми ставимося до певних тварин (приматів і дельфінів), які, можливо, мають вищі розумові здібності в деяких аспектах, подібні до людей, але й умови використання тварин для виробництва їжі та для дослідницьких цілей.

Центральним для етики тварин є дискусія про те, який моральний статус мають тварини: на думку деяких авторів, це якийсь вид вищої розумової здатності, який передає моральний статус певним тваринам. Згідно з іншою позицією, це не вищі розумові здібності, якими володіють лише дуже небагато тварин, а здатність страждати, яка, здається, широко поширена в тваринному світі. Подальші аргументи пов'язують моральний статус тварин з їхніми специфічними потребами або просто з тим, що вони живі організми.

Крім цих спроб прояснити основи етики тварин, практика використання тварин для людських цілей знаходить зростаючий інтерес в академічному моральному дискурсі, а також у публічних дебатах. Теми, серед іншого, моральні наслідки промислового тваринництва, тобто виправдання пристосування тварин за допомогою класичних методів розведення та генних технологій до виробничих потреб і переваг споживачів. У цьому контексті піднімаються етичні питання щодо, наприклад, «природності» та «цілісності» як моральних критеріїв для встановлення моральних меж для навмисного маніпулювання формами життя. Крім того, обговорюються ризики для біорізноманіття та стабільності екосистем. Іншою гарячою точкою етики тварин є занепокоєння використанням тварин для цілей медичних досліджень.

## 3. Лабораторна біобезпека досліджень в аквакультурі

Ведення аквакультури та рибництва, часто мають завдання досліджень інфекційних захворювань, включаючи дослідження в галузі вірусології, мікробіології, паразитології,

що вимагає експериментального та навмисного використання інфекційних агентів, таких як віруси, бактерії, пріони або паразити. Крім того, спеціально модифіковані мікроорганізми, такі як вірусні вектори, наприклад аденовіруси, які можуть мати інфекційні властивості, все частіше використовуються для інтеграції бажаних генних послідовностей у геноми тварин. Ці організми несуть загрозу інфікування людей, які беруть участь у цьому дослідженні, а також можуть завдати шкоди іншим людям, тваринам або рослинам, якщо вони потраплять у навколишнє середовище.

Взагалі, мікроорганізми класифікуються на чотири групи ризику (1–4) залежно від серйозності ризику, спричиненого мікробом як для окремої людини, так і для суспільства. На класифікацію впливає тяжкість захворювання, можливість передачі іншим особам, а також наявність ефективного лікування та профілактичних заходів.

До групи ризику 1 входять мікроби, які навряд чи можуть викликати захворювання у здорової людини .

До групи ризику 2 входять мікроби, які здатні викликати захворювання у людей , але навряд чи створять серйозну загрозу навколишньому середовищу чи суспільству. У разі виявлення інфекції доступне ефективне лікування та профілактичні заходи.

Група ризику 3 містить мікроби, які зазвичай викликають серйозні захворювання у людей, але становлять обмежений ризик поширення в суспільстві, і існують ефективні заходи лікування та профілактики.

Група ризику 4 містить мікроби, які зазвичай викликають серйозні захворювання у людей і можуть легко передаватися від однієї людини до іншої без ефективного лікування чи профілактичних заходів, як правило, доступних.

Для окремого мікроба класифікація може відрізнятись в різних країнах через, наприклад, епідеміологічну ситуацію або існуючий рівень імунітету. Групи ризику 2–3 містять віруси, бактерії, гриби та пріони, тоді як усі агенти групи ризику 4 є вірусами.

#### 4. Біозахист в аквакультурі

Біозахист в аквакультурі складається з практик, які мінімізують ризик занесення інфекційної хвороби та її поширення серед тварин на об'єкті, а також ризик того, що хворі тварини або інфекційні агенти покинуть об'єкт і поширяться на інші місця та інші сприйнятливі види. Ці методи також зменшують стрес для тварин, таким чином роблячи їх менш сприйнятливими до хвороб.

Основними цілями біозахисту є:

- управління тваринами – отримання здорового поголів'я та оптимізація їхнього здоров'я та імунітету шляхом належного утримання

- боротьба з патогенами – запобігання, зменшення чи знищення патогенів

- управління людьми – навчання та управління персоналом і відвідувачами

Легкість, з якою конкретний збудник може потрапити в установу, поширитися з однієї системи в іншу та викликати захворювання, залежить від:

- виду, імунного статусу, стану, стадії життя та чутливості до штамів культивованої риби;

- основних чинників навколишнього середовища, таких як якість води, хімічний склад води та методи господарювання;

- характеристик збудника, таких як біологія та життєвий цикл, потенційні резервуари (носії, інші тварини), виживання на неживих об'єктах (обладнання), варіанти лікування, нормативний статус (екзотична чи ендемічна хвороба);

- розуміння працівниками принципів біозахисту та дотримання протоколів біозахисту.

Будь-які умови навколишнього середовища або процедури, які викликають у риб стрес або можуть пошкодити шкіру, плавники, зябра або кишечник, послаблять їхню імунну систему та зроблять їх більш сприйнятливими до хвороб. Хороша якість води/хімічний склад, харчування та способи поводження значною мірою допоможуть запобігти хворобам.



Належні профілактичні медичні практики включають карантин, планове спостереження, вакцинацію, використання імуностимуляторів, пробіотиків та діагностику для лікування захворювань.

Карантин є одним із найважливіших заходів утримання тварин і біозахисту. *Карантин* – це процедура, за допомогою якої особину або популяцію ізолюють, акліматизують, спостерігають і, якщо необхідно, лікують від певних захворювань перед випуском на ферму або для продажу на живому ринку (наприклад, для вирощування або для зберігання акваріумних риб). Принципи карантину застосовуються до нової риби, що надходить до об'єкта, риби, яка переміщується з однієї зони чи системи в іншу в межах об'єкта, та риби-резидента, яка захворіла.

Добре розроблені карантинні системи фізично відокремлюють рибу, що надходить, від решти ферми. Вода в карантинних системах також повинна бути окремою від води на головній фермі, а скиди повинні оброблятися належним чином. Належний карантин не тільки захищає сформовані популяції від потенційного впливу патогенів, але й дає новим тваринам час звикнути до води, корму та догляду, а також відновитися після обробки та транспортування. Доведено, що обробка та транспортування знижують стійкість до хвороб, і відновлення може зайняти тижні.

Рибу в загальній популяції, яка захворіла, можливо, доведеться ізолювати в акваріумах у тій самій системі чи кімнаті, що й її здорових побратимів; слід використовувати знаки або інші методи, щоб попередити працівників про те, що населення хворе.

Основні компоненти карантину включають повне заселення, ізоляцію або відокремлення, спостереження та коригування дієти, а також відбір проб і лікування.

## **5. Система управління біоризиками та законодавство**

Система управління біоризиками описує управління ризиками як біобезпеки, так і біозахисту. Національне

законодавство, нормативні акти та політика, а також міжнародні нормативні акти, політика та керівні принципи часто встановлюють вимоги, які стосуються лабораторної біобезпеки та біозахисту. Деякі країни мають суворо регульовані системи біобезпеки та біозахисту.

Існує кілька міжнародних вказівок і стандартів, які стосуються біобезпеки та біозахисту, наприклад Посібник ВООЗ з лабораторної біобезпеки, Біологічна безпека в мікробіологічних і біомедичних лабораторіях (BMBL) або стандарт ISO 35001 «Управління біоризиками для лабораторій». Лабораторні стандарти якості, такі як ISO 17025 Загальні вимоги до компетентності випробувальних і калібрувальних лабораторій і ISO 15189 Медичні лабораторії – особливі вимоги до якості та компетентності відповідають запровадженню лабораторної біобезпеки та біозахисту.

Національні та міжнародні мережі біобезпеки спрямовані на сприяння біозахисту та біозахисту в різних лабораторіях, наприклад, шляхом обміну найкращим досвідом та організації навчання з біобезпеки та біозахисту для лабораторних фахівців. У багатьох організаціях фахівець з біобезпеки або радник з управління біоризиками є професіоналом, який має досвід роботи з правилами та безпечними методами біобезпеки та біозахисту та відповідає за нагляд та керівництво персоналом у питаннях, пов'язаних із біобезпекою та біозахистом, наприклад, під час оцінювання оцінки ризиків.

### *Запитання для самоконтролю*

1. Що таке біоетика і які її основні завдання?
2. Які етичні питання виникають при використанні живих організмів у наукових дослідженнях?
3. Як класифікуються мікроорганізми за групами ризику в лабораторній біобезпеці?
4. Які основні принципи біозахисту в аквакультури?
5. Чому карантин є важливою складовою біозахисту в аквакультури?

6. Які основні міжнародні стандарти стосуються управління біоризиками?
7. Яку роль відіграє фахівець з біобезпеки у забезпеченні лабораторної безпеки?

## **ТЕМА 6. ЗБІР І АНАЛІЗ ДАНИХ ПРО ВОДНІ БІОРЕСУРСИ: МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ ТА ОЦІНКИ БІОРИЗНОМАНІТТЯ**

### *План*

1. Специфіка даних для аналізу стану водних біоресурсів
2. Вивчення структури популяції риб
3. Визначення росту риб
4. Визначення віку риби
5. Визначення статі риб
6. Вивчення гідробіонтів водойм
7. Представлення та первинна обробка польових матеріалів
8. Інші експериментальні спостереження за водними біоресурсами

### **1. Специфіка даних для аналізу стану водних біоресурсів**

Дослідження в аквакультурі мають вирішальне значення для забезпечення сталого управління та оптимізації виробничих процесів. Ці дослідження зосереджуються на вивченні динаміки популяцій, зокрема їх чисельності, структурі віку, темпах росту та розмноження.

Важливим аспектом є аналіз генетичної різноманітності, оскільки зниження генетичної варіабельності може призвести до інбридингу та зменшення стійкості до хвороб. Дослідження також включають моніторинг взаємодії між окремими популяціями та їх середовищем проживання, що дозволяє оцінювати вплив екологічних факторів на виживаність та продуктивність риб.

Методики популяційних досліджень часто включають використання математичних моделей для прогнозування динаміки популяцій та оцінки впливу різних управлінських стратегій. Інтеграція цих даних сприяє розробці ефективних планів збереження та відновлення популяцій, забезпечуючи сталий розвиток аквакультури.

## 2. Вивчення структури популяції риб

Найважливішими показниками тривалості життя, умов існування та часу настання статевої зрілості риби є її вік та зростання. Без знання їх не можна дати правильну оцінку стану запасів та правильний прогноз можливого улову. За співвідношенням вікових груп за роками в той самий біологічний період року можна судити про величину запасу інтенсивності промислу.

Знаючи вік риби, можна визначити коефіцієнт її природної смертності, який дозволить визначити динаміку наростання промислової іхтіомаси та встановити найменший промисловий розмір та оптимальний коефіцієнт вилову, що забезпечує найбільший улов.

Для огляду матеріалів, що характеризують вік та зростання риби, користуються методом середніх проб та вибірковим методом. Загальноприйнятим є перший метод, але залежно від умов роботи та специфіки об'єкта, що вивчається, слід застосовувати обидва методи.

Спосіб середніх проб. *Середня проба* – це частина улову, відокремлена від нього без вибору з достатньою для практичних цілей достовірністю, що характеризує весь улов.

Розмір середньої проби залежить від тривалості життя риби. Для риб із життєвим циклом до 9-10 років достатньо брати 100 екземплярів. Перевага методу середніх проб полягає в тому, що зібрані матеріали достовірно відображають дійсну вікову структуру популяції, що обловлюється. Недолік цього методу полягає у нерівномірному розподілі матеріалу за віковими групами, у яких завжди кількісно переважають середньо вікові групи і дуже слабо представлені молодші і старші.

*Вибірковий метод.* Віковий матеріал збирають протягом декількох днів шляхом підбору риб за класами довжини, у рівній кількості у кожному класі. Для кожної вікової групи має бути взято щонайменше 20-25 риб. Зібраний матеріал розподіляється за віковими групами рівномірніше, ніж у попередньому випадку. У зв'язку з цим підвищується достовірність середніх показників лінійного та вагового зростання у всіх вікових групах. Друга перевага методу – значне скорочення загального обсягу зборів. Недолік вибіркового методу полягає в тому, що зібраний матеріал не відображає вікової структури популяції, що обловлюється.

Важливе значення має період збирання матеріалів вивчення віку риб. Треба прагнути до того, щоб зібрані матеріали можливо достовірніше відображали вікову структуру промислової частини популяції виду, що вивчається, що особливо важливо для оцінки запасів. У зв'язку з цим більшість дослідників найкращим часом для збирання вікових матеріалів вважає період переднерестових та нерестових скупчень.

### 3. Визначення росту риб

Одним із фундаментальних аспектів у оцінці біорізноманіття та збереженні водних біоресурсів є дослідження росту риб. Знання про ріст риб допомагає визначити стан популяцій, ефективність рибальства, екологічну стійкість водойм, дозволяє визначити час і розміри найбільш доцільного вилову та дає підстави для складання прогнозів про склад стада та масштаби промислу. Ріст риб також є індикатором доступності харчових ресурсів та умов середовища, що дозволяє оцінювати вплив антропогенних чинників, таких як забруднення води та зміна клімату.

*Ріст риби* – збільшення її біологічних показників за певний проміжок часу. *Ріст* – це результат споживання їжі, її засвоєння та побудови з неї тіла організму. Повільний ріст та малі розміри дозволяють існувати численній популяції риб за порівняно обмежених кормових ресурсах. Швидкий ріст і великі розміри особин забезпечують їм надійний захист від ворогів, але

при недостатній кормовій базі обмежують популяцію (осетрові, акули, сом та ін.)

У риб розрізняють *лінійний ріст* (збільшення довжини тіла) та *ріст маси тіла*. Ріст маси тіла більш схильний до коливань залежно від умов харчування, ніж лінійний. У ставковому рибництві основним показником ефективності вирощування риби є ріст маси тіла риб.

Для рибного господарства велике значення мають дані про багаторічний та сезонний ріст риб, які можна визначити шляхом вимірювання різновікових груп, а також шляхом зворотного розрахунку темпу зростання. Норвезький вчений Ейнар Леа звернув увагу, що луска з віком збільшується прямо пропорційно до довжини риби:

$$\ln/l = Vn/V, \text{ або } \ln = Vn/V, \quad (6.1)$$

де  $l$  – довжина риби на момент вилову;  $V$  – довжина луски від центру до краю;  $\ln$  – розрахункова довжина риби у віці  $n$  років;  $Vn$  – довжина луски від центру до річного кільця у віці повних років.

При аналізі росту риб використовують й інші показники, зокрема:

1) лінійний приріст, або приріст маси тіла:  $W_1 - W_0$ , де  $W_1$  – кінцева величина,  $W_0$  – початкова величина);

2) відносний приріст, або темп зростання:  $(W_1 - W_0)/W_0$ , де  $W_1$  – кінцева величина,  $W_0$  – початкова величина;

3) відносну швидкість зростання  $K$  (зростання у певний проміжок часу):  $K = W_1 - W_0 / [(W_1 + W_0)/2]t$ , де  $W_0$  – величина тіла на початку періоду;  $W_1$  – величина тіла наприкінці періоду,  $t$  – проміжок часу.

#### 4. Визначення віку риби

Крім визначення розміру, важливим показником розробки методів ведення рибальства та рибництва є визначення віку риби, після досягнення якого починається уповільнення темпу зростання.

Існують різні способи визначення віку. У більшості риб вік визначається за лускою. На покривному шарі луски

утворюються склерити. У періоди інтенсивного зростання риби ширина склеритів і відстань між ними – широкі, у період повільного зростання – звужені. Широка та вузька смуга разом становлять одну річну зону.

Крім річних кілець на лусці риб можуть утворюватися додаткові кільця: нерестові мітки (кільця) в результаті часткового руйнування луски під час нересту (атлантичний лосось), малькові кільця (на першому році життя) в період умов існування молоді, що різко змінюються, при переході з харчування планктоном на харчування бентосом і т.д. (вобла, лящ та ін). Додаткові кільця часто мають вигляд півкільця чи кільця з розривами.

При визначенні віку риб по лусці буває складно розрізнити річні та додаткові кільця, а також визначити річні кільця у риб старших вікових груп. У деяких видів кількість кілець не відповідає кількості прожитих рибою років, так у річкового вугра закладка луски відбувається на 3-5-му році життя.

Вік риб можна визначати також по кістках та отолітах. На кістках і отолітах у риб утворюються нашарування. Широкі шари утворюються під час інтенсивного зростання риби, вузькі – уповільненого зростання, тобто спостерігається картина, що повторює малюнок луски. Вузький шар приймають за річне кільце. Для визначення віку використовують різні кістки: зяброву кришку (окунь), хребці (налим, щука), промені плавців (осетрові, сом, акули), отоліти (корюшка, йорж) тощо.

Для більшої достовірності рекомендується одночасно визначати вік по кістках та лусці.

Вікова структура популяції включає особин різних вікових груп. Для її визначення використовують метод прямого визначення віку риб (встановлюють відсоткове співвідношення вікових груп у пробі).

## 5. Визначення статі риб

Визначення статі риб посідає значне місце при роботах із систематики та біології риб та при оцінці стану рибних запасів.

Співвідношення статей у багатьох риб близько 1:1. Але в різні біологічні періоди це нормальне співвідношення змінюється і змінюється закономірно. У багатьох риб на початку нерестового ходу переважають самці, наприкінці ходу – самки. Знаючи таку закономірність і стежачи за співвідношенням статей, можна робити прогнози підвищення чи ослаблення ходу.

Відомо, що співвідношення статей риб залежить від характеру самого промислу. У багатьох риб самці дрібніші за самок; якщо знаряддя лову великовічкове, воно відбирає великих риб, тобто переважно самок, а зрілі самці йдуть з таких знарядь.

Обов'язково слід фіксувати найменші та найбільші розміри, вагу та вік статевозрілих самців та самок.

Ступінь зрілості статевих продуктів в окремих видів риб визначають по-різному, але за основу прийнято схему визначення зрілості гонад по Киселевичу.

Знання кількості ікри, що викидається рибами, необхідне для практичних і наукових цілей. Розрізняють *індивідуальну плодючість* – загальна кількість ікринок, що викидаються самкою за один нерестовий період; *відносну* – кількість ікри, що припадає на одиницю ваги самки; *робочу* – кількість ікри, що йде для цілей штучного запліднення; *видову* – суму ікринок, що відкладаються самкою протягом усього життя і популяційну плодючість.

Для встановлення середньої індивідуальної плодючості потрібно брати ікру на стадії найбільшого розвитку, але до моменту настання ікрометання; ікру потрібно відбирати у самок різного віку, і при прорахунку слід вести окремий облік дрібних ікринок, що недорозвинулися.

При взятті проб на плодючість коженку самку потрібно виміряти та зважити, а також взяти луску чи інший об'єкт для подальшого визначення віку. Потім рибу розкривають, весь яєчник зважують та відокремлюють пробу для прорахунку. Ця проба не повинна бути великою: у лососів достатньо брати до 20 г, в інших риб – 5-10 г, тобто, що дрібніші ікринки, то менше наважування.



Пробу зважують на аптекарських терезах, кладуть у баночку, позначають етикеткою і заливають слабким (2%) формаліном (1 частина формаліну на 19 частин води).

У відповідному журналі записують вид риби, час і місце вилову, знаряддя лову, ступінь зрілості, довжину тіла, вагу всієї риби, ікри та проби.

## 6. Вивчення гідробіонтів водойм

Обстеження водойми можна підрозділити на два етапи: паспортизація та бонітування. *Паспортизація* – це первинні зібрані відомості про водойму, не пов'язані з тривалими дослідженнями. *Бонітувальні дослідження* – це комплекс робіт, що збирає відомості про кліматичні умови, характер ґрунтів водозбірної площі, морфометричні показники, характер водного балансу, хімічний склад води, рівні первинної та вторинної продукції, тобто передбачає проведення комплексних досліджень водоймища. Для цих робіт потрібні матеріали, зібрані на водоймі протягом року.

Дослідження водойм неможливе без *гідробіологічних досліджень*. Тварини та рослини, що мешкають у водоймах, в результаті обміну речовин мають сильний вплив на стан водойми та властивостей води.

Фітопланктон є найбільш поширеною і добре вивченою з усіх екологічних груп водоростей. Склад фітопланктону має велику видову насиченість. Аналіз видового складу та кількісного розвитку видів фітопланктону входять у всі програми екологічного моніторингу водойм. Для визначення видового складу фітопланктону з проби на скло наноситься крапля матеріалу, закривається покривним склом і аналізується під мікроскопом. Ідентифікація видів здійснюється за допомогою визначників.

*Синьо-зелені водорості* – прокаріотичні організми, що зустрічаються повсюдно і можуть мешкати в таких екстремальних біотопах, як гарячі джерела та кам'янисті пустелі. Деякі види синьо-зелених водоростей можуть викликати токсичне "цвітіння" в евтрофованих водоймах, що становлять

небезпеку для людини і худоби. *Діатомові водорості* – мікроскопічні організми, що зустрічаються у всіх видах вод. Утворюють основну масу складу продуцентів у водоймах, вони є початком харчового ланцюга. Їх поїдають безхребетні тварини, деякі риби та молодь. Масовий розвиток деяких діатомових водоростей може мати негативні наслідки (впливають на якість води, викликають загибель личинок риб, забиваючи їм зябра). Багато діатомей можна використовувати як індикатори якості води водойми. *Зелені водорості* – один із найширших відділів водоростей, в якому є всі відомі у водоростей структури, крім амебоїдної та тканинної. *Евгленові водорості* – поширені виключно в прісних водоймах, багатих на органічні речовини, в клітинах містять численні криваво-червоні гранули. Деякі види викликають "цвітіння" води, забарвлюючи її в коричневий колір. *Золотисті водорості* – переважно прісноводні водорості, найчастіше зустрічаються у чистих водоймах. Зазвичай вони розвиваються в холодну пору року. *Динофітові водорості* – існують у прісних водах та в морях. Серед них існують паразити, які знищують личинок устриць, є види, що виробляють отруту, смертельну для риб. Крім того, розкладаючись після свого масового розвитку, так званих "червоних припливів", вони можуть отруювати воду на багато кілометрів шкідливими продуктами розпаду, закликаючи замор риби та інших водних тварин. *Жовто-зелені водорості* – більшість видів прісноводних, широко поширені в різних місцях перебування.

*Спільнота зоопланктону* може бути хорошим показником умов середовища та якості води водойм. Вся різноманітність методів збирання зоопланктону зводиться до двох варіантів: 1) методи, що представляють комбінацію водозачерпування та одночасного відділення планктону від води в самому водоймищі, що здійснюється за допомогою планктонних мереж та планктоночерпаків; 2) методи, що представляють комбінацію роздільного водозачерпування та подальшого відділення планктону від води, що здійснюється або за допомогою

фільтрації, доставленої на поверхню води через сітку, або за допомогою відстоювання.

## **7. Представлення та первинна обробка польових матеріалів**

Іхтіологічні та гідробіологічні матеріали, що збираються на пунктах (створах) спостережень та експедиціях, зазвичай обробляються камерально, тобто в стаціонарних лабораторіях відомчих чи наукових установ, яким належить спостереження чи експедиція. Весь науковий матеріал повинен бути інвентаризований.

Усі рукописні матеріали (щоденники, окремі журнали по віку риб, харчуванню, міграціям тощо) повинні надходити зі створів, експедицій до лабораторій у такому вигляді, щоб ними міг скористатись та опрацювати будь-який науковий співробітник (відповідної спеціалізації). Ніяких незрозумілих умовних позначень не допускається.

При польових роботах збирається матеріал для складання науково-промислових карт. Такі картографічні матеріали збираються за трьома основними розділами:

*Елементи середовища:*

- а) географічна карта промислової водойми або ділянки;
- б) розміри та розташування глибин;
- в) карта ґрунтів;
- г) течії;
- д) терміка;
- е) гідрохімічні показники;
- ж) гідробіологічні показники.

*Елементи іхтіологічні:*

- а) розподіл промислових риб (у часі та просторі);
- б) карта міграцій риб;
- в) карту пасовищ риб;
- г) терміни та місця нересту риб;
- д) розподіл молоді риб.

*Елементи промислу:*

- а) карта місць лову риби;

- б) засоби лову, терміни та місця;
- в) діаграми розподілу уловів риби (за породами).

У польових умовах можна збирати матеріали, але залишкове виконання самої карти, яка в окремих випадках може викликати потребу у складанні цілого атласу або кількох карток, проводиться в лабораторії після обробки всіх необхідних матеріалів.

## **8. Інші експериментальні спостереження за водними біоресурсами**

За певних завдань досліджень, виникає потреба в проведенні додаткових, або повністю самостійних спостережень, які для прикладу можна представити наступними методами:

*Спостереження за водними організмами, що відсаджено в акваріуми в польових умовах.* У невеликій (3-5 л) скляній банці зі стічними водами, різною мірою розбавленими нормальною озерною водою, саджають невеликих риб, або інших гідробіонтів різних видів (біомоніторів) і ведуть за ними спостереження з урахуванням температури води, кисню, сірчистих сполук та рН. Спостереження докладно записуються до спеціального (акваріумного) журналу. При досліді необхідно мати контрольний (з чистою водою) акваріум. Розведення стічних вод робити: 1:25, 1:50, 1:100, 1:250, 1:500, 1:1000.

*Спостереження за розвитком ікри риб.* Ікра, штучно запліднена, кладеться або в плоскі судини (чашки Петрі), або в судини типу рибоводних апаратів зі стічною водою, розведеною 1:25, 1:50, 1:100, 1:500 і 1:1000. Стадії розвитку (і взагалі стан) ікри проглядаються у мікроскоп та замальовуються. Фіксація ікри здійснюється 2% формаліном або спеціальними фіксаторами. Особливо ретельно необхідно простежити стадії дроблення клітин, стадії розвитку ембріона та перші години та дні життя ембріона.

*Експериментальні спостереження за раками, що вирощуються на фермах.* Спочатку обирається місце для

дослідження, яким може бути ферма з кількома ставками або акваріумами. Перед початком експерименту оцінюються параметри води, такі як температура, рН, та вміст кисню, а також обстежується кормова база. Після цього відбираються здорові особини раків різного віку та розміру, які розподіляються по групах для спостереження. Контрольна група раків вирощується у стандартних умовах без змін, тоді як експериментальні групи піддаються різним впливам (зміни в раціоні, температура води, густина посадки тощо). Протягом усього періоду спостережень проводяться вимірювання фізіологічних показників, таких як зростання, зміни ваги та тривалість життя раків. Також спостерігаються поведінкові реакції, включаючи активність, агресивність та реакцію на корм. Регулярно моніторяться параметри води, аналізуються зміни вмісту аміаку, нітратів і фосфатів. Після завершення експериментального періоду проводиться детальний порівняльний аналіз зібраних даних. Особлива увага приділяється здоров'ю раків, зокрема частоті захворювань, наявності паразитів та інших патологій.

### ***Запитання для самоконтролю***

1. Які основні види даних використовуються для аналізу стану водних біоресурсів?
2. Чому важливо вивчати структуру популяції риб?
3. Які методи використовуються для визначення віку риб?
4. Як вимірюється та аналізується ріст риб?
5. Що таке середня проба, і чому вона важлива для оцінки віку риб?
6. Які основні етапи включає паспортизація водойм?
7. Чому важливо визначати співвідношення статей у популяціях риб?
8. Як проводиться моніторинг гідробіонтів водойм?
9. Які методи використовуються для оцінки фітопланктону у водоймах?
10. Як проводяться експериментальні спостереження за водними організмами в акваріумах?

## ТЕМА 7. РОЗРОБКА НАУКОВИХ ПРОЄКТІВ У АКВАКУЛЬТУРІ: ОСНОВИ ПЛАНУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ

### *План*

1. Інтеграція управління проєктами в організаційні процеси
2. Етапи проєктної діяльності
3. Специфіка управління проєктами в аквакультурі
4. Матеріально-технічне і фінансове забезпечення наукових проєктів у аквакультурі

### **1. Інтеграція управління проєктами в організаційні процеси**

У всьому світі управління проєктами як підхід до підвищення ефективності та оптимізації ресурсів все більше і більше інтегрується в організаційні процеси здійснення господарської та публічної діяльності. Незважаючи на різні спроби вчених та практиків, загальна згода щодо визначення, контексту та змісту практичної моделі управління проєктом, досі не досягнута і найчастіше відображає специфіку галузі дослідження або сфери практичного впровадження. Виходячи з чинних національних та міжнародних стандартів, під проєктом розуміється:

- тимчасове підприємство, спрямоване створення унікального продукту, послуги чи результату;
- комплекс взаємопов'язаних заходів, спрямований на створення унікального продукту або послуги в умовах тимчасових та ресурсних обмежень;
- цілеспрямована діяльність тимчасового характеру, призначена до створення унікального продукту чи послуги;
- унікальний процес, що складається з сукупності скоординованих та керованих видів діяльності, що має початкову та кінцеву дати виконання, що робиться для досягнення мети, що відповідає встановленим вимогам, включаючи обмеження за часом, витратами та ресурсами.

Поданий перелік не є вичерпним, однак ці визначення об'єднані трьома загальними смисловими акцентами: послідовний (скоординований) комплекс заходів, унікальність результату, обмеженість ресурсів (трудових, фінансових, тимчасових тощо).

Управління проектами у міжнародних стандартах розглядається у трьох функціональних рівнях, так званий «проектний трикутник»:

Рівень 1: *Технічний аспект* – оперативне постачання та орієнтація на ефективний інструментарій, який використовуватиметься у практиці управління та контролю діяльності з проектів.

Рівень 2: *Стратегічний аспект* – управління проектами як забезпечення вирівнювання діяльності організації з цілями, баченням топ-менеджменту, підрядної стратегії спонсора і надають вплив на зацікавлені сторони.

Рівень 3: *Інституційний аспект* – управління проектною діяльністю на основі норм та правил у взаємодії із зовнішнім, глобальним навколишнім середовищем.

## 2. Етапи проектної діяльності

Традиційно виділяється чотири блоки (етапи) у проектній діяльності:

1. *Ініціація*. Включає визначення наступних параметрів: найменування проекту, причини ініціації, цілі та продукти, дата ініціації, замовник, куратор, керівник.

2. *Планування*. У ході даного етапу проводиться планування наступних компонентів: зміст проекту, розклад, бюджет, персонал, закупівлі, реагування на ризики, обмін інформацією в проекті, управління змінами.

3. *Реалізація*. Включає виконання проекту та процедури контролю.

4. *Завершення проекту*. Включає підготовку звітної документації, можливо, презентаційних матеріалів, аналіз проблемних зон і точок, виявлених у процесі реалізації проекту.

Говорячи про стадії *ініціації*, відзначимо, що формування показників кінцевого результату має базуватися на теорії «4С»: чіткість (Clearness); повнота (Completeness); комплексність (Complexity); послідовність (Consistency).

При *формуванні мети та завдань* необхідно орієнтуватися на концепцію «SMART», з метою конкретизації результатів втілення проекту: конкретні (Specific); вимірювані (Measurable); досяжні (Achievable); релевантні (Relevant); пов'язані з певним періодом часу (Time-certain).

Етап *планування*, як правило, формується з наступних етапів:

- розгляд і ознайомлення з процедурами, пов'язаними з підготовкою та реалізацією проекту;
- розуміння ключових документів відповідальності, які повинні бути підготовлені;
- загальне представлення тимчасових ресурсів, необхідних для виконання різних завдань, у тому числі взаємозв'язаних операцій;
- визначення ключових точок прийняття рішень, визначення осіб, які приймають участь у прийнятті цих рішень, розуміння дій та обсяг інформації, які будуть необхідні для розробки та прийняття рішень;
- виявлення потенційних ключових віх і періодичності обміну інформацією зі стейкхолдерами;
- створення проектної команди;
- розуміння ризиків, які потенційно можуть вплинути на хід реалізації проекту.

Планування нерозривно пов'язано з процесом *прогнозування*, тому що необхідно визначити, коли і в якому напрямку краще всього використовувати ресурси, зокрема на різних етапах підготовки та реалізації проекту.

Для ефективного використання наявної ресурсної бази проекту керівнику необхідно:

- оптимізувати використання ресурсів і робочий час персоналу, розробляти вимоги, індикатори та методики оцінки з підготовки та реалізації проекту;



- використовувати нові комунікаційні технології.

Критерії якості проектної діяльності на вході та виході є ключовим фактором, що визначає продуктивність проекту та успіх у процесі реалізації. Саме тому необхідно приділити особливу увагу двом аспектам:

- визначення ризиків проекту, можливостей і перспектив їх впливу на хід реалізації, оскільки це дозволить заздалегідь розробити оперативні плани реагування на момент їх настання.

- розуміння ролі кожного учасника команди проекту та основних стейкхолдерів, обов'язків та обмежень. Представлена підготовка і реалізація проекту

Особлива увага приділяється мотивації команди проекту, яка дозволяє створити прозорий механізм відзнак учасників та співвіднести їх діяльність у процесі реалізації проекту з кінцевими результатами, які визначають ефективність проекту (економічну, соціальну, ринкову, наукову та ін.).

Таким чином, успішній *реалізації* проектів та їх *завершенню* сприяють:

1) детальний план: як керівник проекту і його команда будуть підтримувати стандарти якості на продовження циклу проекту.

2) налагоджені комунікації: зв'язок між керівником проекту, членами команди та зацікавленими сторонами є ключовим аспектом. Відзначається, що керівники проекту повинні володіти відмінними комунікативними навичками та мати комплексну схему взаємодії зацікавлених сторін, яка відзначає формальне та неформальне обговорення очікувань, інновацій, прогресу і результатів.

3) управління учасниками проекту: необхідно визначити, хто відноситься до зацікавлених сторін у проекті, а потім підготувати стратегію, щоб забезпечити передачу необхідної кількості інформації та можливостей для участі.

4) наявність індикаторів проміжних і кінцевих результатів: для вимірювання прогресу як якісно, так і кількісно, необхідно встановити індикатори і методику оцінки, що

дозволить виявити проблеми на ранніх етапах і прийняти профілактичні заходи.

5) постійний моніторинг і управління змінами: моніторинг повинен бути регулярним, це дозволить виявити проблеми на ранній стадії. Оперативна корекція інструментарію та процесів дозволить зберегти проект працездатним без додаткових витрат.

### **3. Специфіка управління проектами в аквакультурі**

Управління проектами в аквакультурі та риборівництві має свої особливості, що відрізняються від інших галузей через специфіку біологічних процесів, екологічні вимоги та економічні аспекти.

Перш за все, проекти в цій сфері часто вимагають ретельного планування з урахуванням життєвих циклів різних видів риб та інших водних організмів. Важливо враховувати такі фактори, як періоди нересту, ріст та розвиток молодняка, а також вимоги до середовища проживання, включаючи якість води, температуру та наявність кормових ресурсів.

Екологічний аспект управління проектами в аквакультурі включає дотримання норм та стандартів, спрямованих на мінімізацію впливу на природні екосистеми, зокрема уникнення забруднення водних ресурсів та запобігання поширенню інвазивних видів.

Економічна ефективність проектів у аквакультурі значною мірою залежить від оптимального використання ресурсів, таких як корм, вода, енергія та робоча сила. Планування та контроль витрат є критичними компонентами, оскільки забезпечення стабільного прибутку вимагає високої продуктивності при мінімальних витратах.

Важливу роль відіграють технологічні інновації, зокрема впровадження автоматизованих систем моніторингу та управління, що дозволяють підвищити ефективність виробництва та зменшити ризики.

Управління ризиками є ключовим елементом, оскільки проекти в аквакультурі піддаються численним непередбачуваним факторам, таким як захворювання риб, зміни

кліматичних умов та коливання ринкових цін. Це вимагає розробки стратегій для запобігання та швидкого реагування на можливі проблеми. Важливим аспектом також є взаємодія з регуляторними органами та зацікавленими сторонами, включаючи місцеві громади та екологічні організації.

Таким чином, специфіка управління проектами в аквакультурі та рибництві полягає в інтеграції біологічних, екологічних та економічних аспектів для досягнення сталого розвитку та ефективного використання ресурсів, що вимагає високого рівня планування, моніторингу та адаптивного управління.

#### **4. Матеріально-технічне і фінансове забезпечення наукових проектів у аквакультурі**

Планування та проведення проектної діяльності в аквакультурі передбачає експлуатації акваріумів, ставків, водосховищ, саджалок, басейнів та інших подібних середовищ, що потребує належного матеріально-технічного та фінансового забезпечення.

В залежності від складності і специфіки проекту, керівник та відповідальні виконавці формують список необхідних приладів, обладнання, хімічних реактивів, кормів для риб, пального (для експедиційних виїздів та відбору проб з човна) та інших матеріалів. Це забезпечує проведення робіт на сучасному методичному рівні.

Матеріально-технічне забезпечення наукових проектів і досліджень зазвичай вимагає значних фінансових витрат, що потребує обов'язкового складання калькуляції витрат, тобто обґрунтованого розрахунку необхідних коштів для створення науково-технічної продукції.

Калькуляція кошторисної вартості робіт включає такі основні статті витрат:

1. Витрати на оплату праці. Як правило вони відповідають фонду заробітної платні наукових співробітників та допоміжного персоналу, задіяних у виконанні держбюджетної тематики. Крім того, до цієї статті витрат можуть бути внесена

певна сума коштів (або певний відсоток), спрямований на преміювання співробітників та інші заохочення, які пов'язані із стимулюванням виконавців теми за високий рівень, складність досліджень тощо.

2. Нарахування на соціальні заходи. Ця стаття витрат визначається відповідними постановами Уряду країни і є фіксованою величиною на певний період часу. Деякий час вона становила 36,8% від фонду заробітної платні.

3. Матеріали. Розшифровка цієї статті передбачає придбання матеріалів у відповідності зі складеним переліком при плануванні наукових досліджень.

4. Пальне і енергія для науково-дослідних робіт. Ця стаття витрат передбачає придбання пального та мастила для спеціального автомобільного транспорту, експедиційних суден, човнів тощо (у відповідності з нормативами на протяжність пересування або часу роботи підвісних двигунів на човнах). Крім того, витрати з цієї статті використовуються для оплати використаної в ході проведення досліджень електроенергії, особливо у тих випадках, коли в дослідках використовують енергоємкі прилади та обладнання.

5. Витрати на службові відрядження. При проведенні наукових досліджень на певній відстані від наукових установ, навчальних закладів тощо, плануються службові відрядження, які можуть здійснюватись службовим автотранспортом, на експедиційних теплоходах, або у складі спеціального експедиційного загону, який може здійснювати виїзд до місця проведення досліджень літаком чи потягом. Крім того ця стаття витрат передбачає відрядження виконавців наукової тематики для участі в з'їздах, конгресах, конференціях, симпозіумах тощо. У цих випадках розшифровка цієї статті витрат передбачає виплату коштів на проїзд у відповідному транспорті, добових, проживання у готелі (по пред'явленню відповідних документів).

6. Витрати на роботи, які виконують сторонні організації. При відсутності в установі чи закладі відповідних приладів чи обладнання (як правило унікальних), які необхідні для виконання наукової тематики, такі дослідження можуть бути

проведені у тих організаціях чи установах, які мають ці прилади та обладнання, на основі заключення відповідних договорів, згідно яких може бути виконана дана робота за встановленою договірною ціною. Остання і заноситься до цієї статті калькуляції.

7. Інші витрати. Ця стаття витрат передбачає кошти, які можуть бути використані на опублікування отриманих в процесі наукових досліджень результатів, на сплату збору встановленого розміру за видачу патенту тощо.

8. Спецобладнання для наукових (експериментальних) робіт. Згідно цієї статті кошти можуть бути спрямовані на придбання спеціальних приладів, обладнання, комп'ютерної та іншої техніки, яка необхідна для забезпечення науково-дослідних робіт.

9. Накладні витрати. Ці кошти спрямовані на оплату установою комунальних послуг та на інші витрати, передбачені статтею. Як правило, сума накладних витрат визначається реальними об'ємами витрат по установі на всі послуги та інші виплати згідно статті, і визначається у відсотках від фонду заробітної платні. Проте реально сума накладних витрат визначається керівництвом установи чи закладу і розраховується у відсотках від загального об'єму фінансування науково-дослідних робіт.

10. Податок на додану вартість. Ця стаття витрат відсутня при виконанні держбюджетної тематики та деяких інших проєктів, які фінансуються з державного бюджету. При виконанні госпдоговірної тематики ця стаття витрат становить 20% від витрат на виконання запланованої теми наукових досліджень.

Спочатку керівник теми формує калькуляцію кошторисної вартості для всього періоду виконання запланованих робіт. Потім загальну суму витрат розподіляє на кожен рік досліджень. Витрати на поточний рік виділяються з загальної калькуляції, після чого керівник розраховує вартість науково-дослідної роботи для кожного кварталу відповідно до календарного плану.

### *Запитання для самоконтролю*

1. Що таке проект в контексті управління науковими дослідженнями?
2. Які ключові етапи проектної діяльності можна виділити?
3. Що означає концепція «SMART»?
4. Які основні функціональні рівні розглядаються у «проектному трикутнику»?
5. Чому інтеграція управління проектами в організаційні процеси є важливою?
6. Які специфічні фактори слід враховувати при управлінні проектами в аквакультурі?
7. Як планується матеріально-технічне забезпечення проектів в аквакультурі?
8. Які основні статті витрат враховуються в калькуляції кошторисної вартості проектів?
9. Що включає етап завершення проекту?
10. Як здійснюється управління ризиками у проектах в аквакультурі?
11. Які критерії якості проектної діяльності на вході та виході?
12. Як впровадження нових комунікаційних технологій може підвищити ефективність управління проектами?
13. Яка роль мотивації команди проекту в досягненні його успішного завершення?

## **ТЕМА 8. АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ. СТРУКТУРА НАУКОВИХ РОБІТ І ДОПОВІДЕЙ, РЕЦЕНЗУВАННЯ**

### *План*

1. Апробація наукових результатів
2. Наукова стаття
3. Науковий реферат та наукові тези
4. Наукова доповідь
5. Науковий звіт
6. Монографія
7. Рецензія

## 1. Апробація наукових результатів

*Наукові результати* представляють собою нові знання, отримані в процесі науково-дослідної роботи, і мають відповідати певним критеріям. По-перше, вони повинні бути актуальними в контексті сучасного розвитку науки та практики. По-друге, результати повинні бути новаторськими, тобто вперше отриманими, розвинутими чи розробленими.

Практичне значення результатів передбачає їх застосування в професійній діяльності спеціалістів.

Достовірність результатів забезпечується коректністю використання математичних моделей і формул, точністю розрахунків, повторюваністю експериментальних даних та однозначністю формулювань.

Наукові результати також повинні пройти апробацію, бути опублікованими в спеціалізованій науковій літературі та отримати відповідні рецензії. Процес апробації включає інформування про результати наукових досліджень, розробку рекомендацій щодо подальших досліджень, а також використання результатів у навчальному процесі чи виробництві. Це здійснюється через обговорення проблеми на кафедрі, участь у семінарах, симпозіумах спеціалістів та науково-практичних конференціях.

Види апробації включають проведення бесід з колегами, практичними працівниками та представниками наукового середовища; рецензування роботи авторитетними вченими або організаціями; складання і направлення до громадських та державних органів записок-пропозицій, які ще не були розглянуті; публікацію результатів наукового дослідження в рецензованих журналах; а також представлення доповідей претендента на обговорення в рамках наукових конференцій.

Для майбутнього фахівця-науковця надзвичайно важливо володіти методологією підготовки наукових публікацій. Написання рефератів, наукових статей та тез доповідей на конференції повинно відповідати вимогам жанру публікації, а також бути зрозумілим і доступним для читачів та слухачів. Це

ставити певні вимоги до логіки побудови, форми, стилю та мови цих робіт.

*Наукова публікація* (з латинського "publicato" - оголошення всенародно, оприлюднення) – це поширення інформації для загального доступу через засоби масової інформації, такі як преса, радіо, телебачення, або публікація в різних виданнях (газети, книги, підручники, журнали, збірки тощо).

Основні функції наукових публікацій:

- поширення результатів наукових досліджень;
- підтвердження пріоритету автора при схожих наукових статтях;
- відображення особистого внеску дослідника у вирішення наукової проблеми;
- підтвердження достовірності ключових результатів і висновків наукової роботи, її новизни та рівня, оскільки після публікації вона стає предметом вивчення та оцінки широкою науковою спільнотою;
- підтвердження апробації та впровадження результатів дослідження;
- відображення основного змісту, наукового рівня та новизни дослідження;
- забезпечення суспільства первинною науковою інформацією, повідомлення про нове наукове знання та його передача в загальне користування.

## 2. Наукова стаття

Кожна стаття починається зі вступу, в якому викладається постановка наукової проблеми, її актуальність, зв'язок із важливими завданнями державного та регіонального рівнів, а також значення для розвитку певної галузі науки або практичної діяльності. У вступній частині бажано навести короткий аналіз результатів наукових досліджень попередників, які розглядали подібну проблему. Особливу увагу слід приділити тим невирішеним питанням, які є основою власних наукових



напрацювань. Після викладення суті проблеми автор у стислій формі формулює мету статті, зміст якої повинен розкривати головну ідею публікації, яка доповнює або поглиблює вже відомі підходи. Важливо звернути увагу на введення до наукового обігу нових рекомендацій, закономірностей або уточнення відомих раніше, але недостатньо вивчених.

Читач зможе краще оцінити докази, викладені автором у науковій статті, якщо він знатиме, на досягнення якої мети вони спрямовані. Дуже важливою частиною наукового твору є виклад методики досліджень, як експериментальних, так і теоретичних. Достатня повнота матеріалу цієї рубрики дозволяє читачеві оцінити науково-методичний рівень наукового пошуку та достовірність його результатів. Крім того, повнота інформації методичного характеру дає можливість іншим дослідникам порівнювати свої результати з тими, що викладені в науковій статті.

У більшості видань результати досліджень подаються під рубрикою "Результати і обговорення". Однак багато науковців-початківців основну увагу приділяють лише висвітленню результатів досліджень, нехтуючи тим, що читача найбільше цікавить саме аналіз (обговорення) отриманих даних. Це особливо важливо, коли встановлюються нові закономірності, природа яких не є очевидною і потребує ґрунтовного пояснення.

Квінтесенцією наукової статті є висновки, в яких формулюються основні висновки автора, зміст пропозицій і рекомендацій, їх значення для теорії і практики, а також суспільна значущість. У цій рубриці можуть коротко окреслюватися перспективи подальшої наукової роботи у напрямку вирішення розглядуваної проблеми.

### **3. Науковий реферат та наукові тези**

*Інформаційний реферат* зазвичай розміщується у таких первинних документах, як книги, журнали, збірники наукових праць, звіти про науково-дослідну діяльність та інші подібні видання. *Розширений* або *зведений* реферат представляє собою детальний огляд певної кількості опублікованих і

неопублікованих документів на одну тему, викладений у формі зв'язного тексту. Типова структура такого реферату включає: Вступ, Розділ I - Аналіз сучасного стану проблеми, Розділ II - Перспективи розв'язання проблеми в умовах сьогодення, Висновки, Література та Додатки.

У вступі обґрунтовується актуальність теми, її специфіка, а також значення для соціальних потреб суспільства і розвитку відповідної галузі науки чи практичної діяльності. У Розділі I наводяться ключові теоретичні та експериментальні дослідження, що стосуються теми, вказуються науковці минулого, які займалися цією проблемою, і їхні основні ідеї. Визначаються суть проблеми, основні чинники, що впливають на розвиток явища або процесу, а також перераховуються основні змістові аспекти, що їх досліджували вчені. Окремо розглядаються недостатньо досліджені питання та причини їх слабкої розробленості.

У Розділі II проводиться детальний аналіз сучасного стану процесу або явища, розглядаються основні погляди та позиції щодо проблеми. Особлива увага приділяється новим ідеям, гіпотезам, експериментальним даним, новим методикам і оригінальним підходам до вивчення проблеми. У цьому розділі також аналізуються практичні питання та висловлюються власні думки щодо перспектив розвитку проблеми.

Висновки містять узагальнені висновки, ідеї, оцінки та рекомендації автора. До списку літератури включаються публікації, здебільшого за останні 5-10 років, з особливою увагою до робіт останнього року. У додатках подаються формули, таблиці та схеми, якщо вони суттєво полегшують розуміння роботи. Обсяг розширеного реферату складає приблизно 20-25 сторінок. Тези представляють собою стисло сформульовані основні ідеї, думки та положення наукової доповіді, повідомлення чи статті, зазвичай мають обсяг 1-3 сторінки формату A4, набраного через 1,0-1,5 інтервали.

Схематичне представлення структури *тез наукової доповіді* може виглядати таким чином: обґрунтування; доведення; аргументація; результати; перспективи. Посилання

на джерела та цитати у тезах використовуються досить рідко. В окремих випадках допустимо пропустити числові та фактичні дані, проте їх наявність може значно покращити розуміння розглядуваного питання. Кожна теза починається з нового рядка і містить чітко сформульовану думку, яка висловлюється в одному або кількох реченнях. Викладення суті ідеї чи положення може бути зроблено без конкретних прикладів.

#### 4. Наукова доповідь

Один з найпоширеніших способів усного представлення наукових результатів – це *доповідь*, яка є виступом науковця з певними питаннями, висновками та пропозиціями. Текст доповіді має подібну структуру до плану наукової статті, проте існують певні особливості. По-перше, доповідач зазвичай має обмежений час для виступу, який не перевищує 30 хвилин. Тому важливо організувати матеріал так, щоб вкластися в регламент і залишити кілька хвилин для непередбачених запитань від аудиторії. Для ефективної презентації доцільно заздалегідь підготувати текст доповіді на папері, враховуючи, що за 10 хвилин слухач може прочитати матеріал, надрукований на 4-5 сторінках.

По-друге, мультимедійний супровід, зокрема створений у популярному програмному середовищі PowerPoint, може суттєво покращити сприйняття доповіді. Однак, слід уникати великих таблиць із численними даними, оскільки їх важко читати через дрібний шрифт. Рисунки і схеми повинні бути інформативними, але не перенасиченими деталями.

По-третє, кожен слайд доповіді має бути детально прокоментований доповідачем. Просте показування результатів без їх тлумачення свідчить про недостатню підготовленість. Якість коментарів залежить від уміння доповідача чітко і професійно формулювати свої думки, говорити голосно і розмірено. Один з ефективних способів підготовки – прослуховування запису своєї доповіді на диктофон. Завершити доповідь слід чіткими і стиснутими висновками.

## 5. Науковий звіт

Звіти про науково-дослідну діяльність оформляються відповідно до ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки». Звіт умовно поділяється на три частини: вступну частину, основну частину та додатки.

Вступна частина включає титульний аркуш, список авторів, реферат, зміст, перелік умовних позначень (за потреби) та власне вступ.

Список авторів має особливе значення, оскільки він не лише перераховує виконавців, але і встановлює їхні права на результати роботи. Важливо вказати обсяг роботи, виконаної кожним автором.

Список виконавців не слід обмежувати лише іменами, як це часто буває на практиці.

Реферат є стислим, але інформативним оглядом звіту, що дозволяє оцінити доцільність ознайомлення з його повним текстом. Рекомендується, щоб реферат займав не більше однієї сторінки формату А4.

Основна частина звіту повинна починатися з викладення програмних питань дослідження, які мають формулюватися у вигляді конкретних завдань, а не як пункти календарного плану. Наприклад, «Дослідити вплив температури води на ріст молоді риби» є питанням програми дослідження, тоді як «Оновлення системи фільтрації в акваріумі» є пунктом календарного плану. Далі слід викласти мету, об'єкт і процес дослідження, а також описати фізичні об'єкти, що використовуються. Методика дослідження повинна бути детальною і окремо представлена для кожного завдання програми. Вона повинна включати інформацію про прилади і обладнання, вимірювальні параметри, методику проведення вимірів, обробку даних і їх відображення у звіті.

Основна частина закінчується висновками, які повинні бути чіткими і не носити анотаційного характеру. При наявності додатків, вони розміщуються наприкінці звіту відповідно до вимог ДСТУ 3008-95.

## 6. Монографія

*Монографія* представляє собою наукову працю, що забезпечує всебічне або детальне дослідження окремої проблеми чи теми, розроблену одним або кількома авторами. Існують два основних типи монографій: наукові та практичні.

Наукова монографія є результатом глибокого наукового дослідження, яке охоплює теоретичні аспекти певної проблеми або теми з критичним аналізом і формулюванням нових наукових концепцій. Вона служить для зафіксування наукового пріоритету, надає первинну інформацію для наукового співтовариства і висвітлює основні результати наукового або дисертаційного дослідження.

*Наукова монографія* відрізняється єдністю змісту та є важливим свідченням наукового внеску автора, виконуючи роль кваліфікаційної наукової праці. В даних умовах вона може слугувати як альтернативна форма до дисертаційної роботи. Композиційна структура наукової монографії традиційно включає такі елементи: титульний аркуш, анотацію, список умовних позначень (якщо потрібно), вступ або передмову, основну частину, висновки або післямову, бібліографію, довідкові покажчики, додатки та зміст.

Наукова монографія орієнтована насамперед на науковців і повинна відповідати жанровим вимогам наукової публікації як за змістом, так і за формою. Ключовими аспектами є точність формулювань, чіткість викладу матеріалу, а також логіка у висвітленні основних ідей, концепцій і висновків. Її обсяг має бути не меншим за 6 друкованих аркушів. Вимоги до структури та викладу матеріалу в розділах монографії подібні до вимог інших наукових публікацій, з урахуванням специфіки їх призначення.

*Практична монографія* є науковим виданням, яке фокусується на прикладних аспектах досліджень і рішень у конкретній галузі. Вона включає детальне описання методів, технологій і рішень, що використовуються в практичній діяльності, з метою впровадження наукових досягнень у реальні умови.

Композиційна структура практичної монографії, як правило, включає титульний аркуш, анотацію, список умовних позначень (при необхідності), вступ або передмову, основну частину, висновки або рекомендації, бібліографію, довідкові покажчики, додатки та зміст.

Основна частина практичної монографії зазвичай містить конкретні приклади та детальні описи методик, які застосовуються у практичній діяльності. Наприклад, у монографії, що досліджує методи оптимізації кормових раціонів для аквакультури, можуть бути наведені приклади успішного впровадження нових типів кормів, які підвищують ефективність вирощування риби. Іншим прикладом є монографія, присвячена технологіям моніторингу якості води в аквакультурних системах, що описує практичні рішення для підтримання оптимальних умов для риб і водоростей.

Практична монографія надає рекомендації для професіоналів, дозволяє ефективно інтегрувати нові технології та підходи в галузі, а також може служити основою для подальших досліджень і вдосконалення існуючих практик. Важливими характеристиками є чіткість викладу, практична орієнтація та наявність конкретних прикладів і кейсів, що демонструють застосування досліджень у реальних умовах.

## 7. Рецензія

*Рецензія на наукові праці* є критичним оглядом і оцінкою наукового видання, що містить аналіз його наукової цінності, новизни, методології та відповідності до сучасних наукових стандартів. Основна мета рецензії полягає в наданні об'єктивної оцінки якості роботи та її внеску в відповідну галузь знань.

Структурно рецензія зазвичай включає такі компоненти: титульний аркуш, вступну частину, де зазначаються мета та об'єктиви рецензії, основну частину, що містить критичний аналіз праці, висновки, рекомендації та, за потреби, додатки.

У вступній частині рецензент коротко представляє наукову працю, описує її основну тему, мету і значення. Основна частина рецензії містить детальний аналіз змісту роботи, включаючи оцінку теоретичної бази, методології дослідження, обґрунтованість результатів і висновків. Наприклад, рецензія на монографію з аквакультури, яка досліджує нові методи моніторингу стану води, буде оцінювати, наскільки ефективно ці методи адаптовані до реальних умов і чи внесли вони нові знання у цю область.

Висновки рецензії підсумовують основні оцінки та зауваження рецензента, надаючи рекомендації щодо покращення роботи або вказуючи на її значення для подальших досліджень. Рецензія може також включати пропозиції щодо можливих удосконалень або додаткових досліджень, які можуть підвищити цінність праці.

Рецензія є важливим інструментом наукового комунікаційного процесу, що забезпечує якісний контроль за науковими публікаціями, сприяє вдосконаленню наукових стандартів і допомагає читачам орієнтуватися у нових досягненнях у відповідній галузі.

### ***Запитання для самоконтролю***

1. Що таке апробація наукових результатів і для чого вона потрібна?
2. Які основні критерії повинні відповідати наукові результати для їх апробації?
3. Які види апробації наукових результатів існують?
4. Що включає в себе процес написання наукової статті?
5. Які основні відмінності між науковим рефератом та науковою статтею?
6. Що таке монографія і яка її роль у наукових дослідженнях?
7. Які основні елементи повинні бути включені у рецензію на наукову працю?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Антонюк В. С., Полонський Л. Г., Аверченков В. І., Малахов Ю. А. Методологія наукових досліджень : навч. посіб. К. : НТУУ «КПІ», 2015. 274 с.
2. Васильків І. М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 184 с.
3. Данильян О. Г., Дзьобань О. П. Методологія наукових досліджень : підручник . Харків : Право, 2019. 368 с.
4. Данильян О. Г., Дзьобань О. П. Методологія наукових досліджень : підручник. Харків : Право, 2023. 488 с.
5. Євтушенко М. Ю., Хижняк М. І. Методологія наукових досліджень у рибництві. К. : Центр навчальної літератури. 2018. 296 с.
6. Котловий С. А., Павлик Н. П., Сейко Н. А., Ситняківська С. М. Методологія наукових досліджень : навчально-методичний посібник. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2023. 89 с.
7. Котловий С. А., Павлик Н. П., Сейко Н. А., Ситняківська С. М. Методологія наукових досліджень. Навчально-методичний посібник. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2023. 89 с.
8. Мартинюк О. М. Академічне письмо (конспект лекцій) : навчально-методичне видання. Луцьк : Вежа, 2021. 48 с.
9. Юринець В. Є. Методологія наукових досліджень [електронний ресурс] : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 178 с. URL: <http://elib.chdtu.edu.ua/e-books/4042> (дата звернення: 11.03.2024).
10. Einarsson Á., Óladóttir Á. D. Fishing and fish farming. *Fisheries and Aquaculture*. 2021. P. 21–50. URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-821056-7.00008-1> (дата звернення: 17.03.2024).
11. Jirkof P., Schmutz J. B. Social and organizational factors affecting biosafety compliance in animal facilities: An integrative analysis of safety rules within the system. *Safety*



*Science*. 2019. Vol. 118. P. 538–550.

URL: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.05.053> (дата  
звернення: 11.03.2024).

12. Market opportunities seizing capability and fish farming firm performance: A dynamic managerial capability perspective / A. M. Houessou et al. *Heliyon*. 2023. Vol. 9, no. 8. P. e19019. URL: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19019> (дата звернення: 14.03.2024).