

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних робіт
з дисципліни
«ТЕОРІЯ ДИНАМІКИ СТАДА РИБ»**

Одеса – 2019

Методичні вказівки, до виконання практичних робіт з дисципліни «Теорія динаміки стада риб», для спеціальності „Водні біоресурси та аквакультура” / Матвієнко Т.І. – Одеса, ОДЕКУ, 2019. –46 с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних робіт
з дисципліни
«ТЕОРІЯ ДИНАМІКИ СТАДА РИБ»

Укладач: Матвієнко Т.І.

Підписано до друку _____. Формат 60x84 / 16. Папір офсетний.
Друк офсетний. Ум. друк. арк. 9,0
Тираж 50 прим. Зам. №

Надруковано з готового оригінал – макета

Одеський державний екологічний університет
65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15.

ЗМІСТ

Вступ	4
Правила техніки безпеки та охорона праці.	6
Практична робота № 1	
МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ РОЗМНОЖЕННЯ РИБ	7
Практична робота № 2	
МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ РИБ	17
Практична робота № 3	
ПРИНЦИПИ І МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ УЛОВІВ	24
Практична робота № 4	
МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПУЛЯЦІЙ	34
Практична робота № 5	
ФАКТОР ПРИРОДНОЇ СМЕРТНОСТІ І МЕТОДИ ЙОГО ВИЗНАЧЕННЯ	38
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	47

ВСТУП

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни „Теорія динаміки стада риб” включають розділи, які передбачені робочою програмою курсу. Головною метою практичних занять є: закріплення та поглиблення знань, які студенти отримали на лекціях; самостійне узагальнення експериментальних даних, зрівняння їх з теоретичними розрахунками; здобуття навичок користування приладами; пробудження інтересу до практичного використання теоретичних знань

Після виконання всіх практичних робіт з дисципліни „Теорія динаміки стада риб” студенти повинні знати: як впливають на динаміку чисельності популяції риб особливості живлення та забезпечення їжею, плодючості та умов нересту, росту, розвитку та статевої зрілості, змін популяційної структури, загальної та промислової смертності.

Після виконання всіх практичних робіт студенти повинні вміти: визначати основні закономірності динаміки чисельності та біомаси риб в природних водоймах, будувати математичні моделі динаміки популяції, прогнозувати імовірний вилов, визначати шляхи підвищення продуктивності популяції риб в водоймах.

Дана методична розробка є допоміжним матеріалом для виконання студентами практичних робіт і складається з 5 тем. Кожна робота містить конкретні теоретичні пояснення суттєвих положень даної теми та практичну частину, в якій детально описаний порядок роботи і наведено завдання. Наприкінці кожної теми написані запитання для самоконтролю.

До іспиту допускаються студенти, у яких фактична сума накопичення за семестр балів за практичну та теоретичну частину складає не менше 50%. В іншому випадку студент вважається таким, що не виконав навчального плану дисципліни і не допускається до іспиту.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

1.1. Загальні вимоги

1.1.1 До практичних робіт занять з дисципліни «Теорія динаміки стада риб» студенти допускаються лише після ознайомлення та складання індивідуального заліку з «Правил техніки безпеки та охорони праці», а до кожної окремої лабораторної роботи – після поточного інструктажу, відповідно темі роботи та особливостей її виконання.

1.1.2. Заборонено пересуватись по лабораторії без необхідності.

1.1.3. Категорично забороняється вживати будьщо (пити, їсти).

Користуватись виключно тим обладнанням, яке видане викладачем (лаборантом) для виконання поточного завдання.

1.1.4. Категорично забороняється приступати до роботи без інструктажу з техніки безпеки.

1.1.5. При випадковому отриманні травм або поганому самопочутті як особистому так і будь кого в лабораторії негайно повідомити про це викладача.

1.2. Вимоги безпеки перед початком роботи

1.2.1. Перед початком роботи необхідно уважно вивчити зміст і порядок виконання роботи, перелік необхідного обладнання, препаратів та матеріалів.

1.2.2. Підготувати робоче місце згідно вимогам до виконання роботи.

1.2.3. Про помічені пошкодження обладнання повідомити викладача.

1.3. Вимоги безпеки під час роботи

1.3.1. Роботи виконуються виключно згідно плану та методики поточної лабораторної роботи.

1.3.2. Роботи виконуються обов'язково з дотриманням обережності при використанні колючих чи ріжучих інструментів (не допускати різких рухів, направляти їх гострою частиною на себе і оточуючих тощо) .

1.3.3. Обережно поводитися з лабораторним посудом, розбиті склянки не прибирати руками.

1.3.4. До будь-якої речовини чи розчину відноситись як до хімічно небезпечної (не нюхати, не пробувати на смак, при попаданні на шкіру, одяг негайно їх промити).

1.3.5. Для проведення лабораторних робіт з фіксованим у формаліні матеріалом необхідно напередодні заняття витягнути його з розчину і ретельно промити під проточним струменем води.

1.3.6. Не відволікатися і не відволікати інших студентів сторонніми розмовами і діями.

1.3.7. Негайно повідомляти викладача про розливи розчинів, води, не прибирати самостійно будь-які речовини.

1.4. Вимоги безпеки по закінченні роботи

1.4.1. Робота вважається закінченою після відповідного дозволу викладача.

1.4.2. Прибирання робочого місця виконується за інструкціями, наданими викладачем.

1.4.3. З лабораторії можна вийти після дозволу викладача.

1.4.4. Ретельно вимити руки.

1.5. Вимоги безпеки при аварійній ситуації

1.5.1. Негайно припинити роботу.

1.5.2. Повідомити про випадок, що трапився викладачеві.

1.5.3. Зберегти ту обстановку, при якій відбувся нещасний випадок.

1.5.4. Не приступати до роботи на даній ділянці до отримання дозволу викладача.

1.5.5. При виникненні пожежі: а) припинити роботу; б) приготуватися до евакуації з приміщення; в) організовано, по команді викладача покинути приміщення згідно з планом евакуації.

Практична робота № 1

Тема: МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ РОЗМНОЖЕННЯ РИБ

Мета: ознайомитися з методами вивчення розмноження різних видів риб, прижиттєвої діагностики статі. Ознайомитися з визначенням відносної, робочої, видової плодючості.

Завдання: вивчити способи розмноження риб, способи запліднення ікри та опанувати методи вивчення розмноження риб. Вивчити методики визначення потенційної, кінцевої, абсолютної індивідуальної плодючості та індивідуальної плодючості.

Способи розмноження риб. Риби розмножуються статевим шляхом, хоча зрідка розвиток ікри відбувається без запліднення, тобто партеногенетически, і в більшості випадків такий розвиток не призводить до отримання життєздатної молоді.

У ряді випадків партеногенетичний розвиток деякої частини ікри сприяє більшій результативності нересту. Так у лососів, що вкривають свою ікру в нерестових буграх, незапліднені ікринки нерідко розвиваються партеногенетически. В результаті їх знаходження в гнізді протягом декількох місяців не відбувається загнивання, а тим самим загибелі всієї кладки.

Однією з форм розмноження є гіногенез (народження самок) відомий в наших водах у срібного карася, де популяції складаються з одних самок. При Гіногенез сперматозоїди близьких видів (сазана, ляща, золотого карася) проникають в яйце і стимулюють його розвиток, однак запліднення при цьому не відбувається. В результаті такого розмноження в потомстві спостерігаються одні самки. Однак в водоймах з несприятливими умовами проживання може бути велика кількість самців.

Риби, як правило, одностатеві, але серед них зустрічаються гермафродити. Природний гермафродитизм властивий деяким риbam, наприклад, морського окуня, морського карася, він найчастіше зустрічається в тропічних водах серед родин Serranidae, Maenidae, Serrasandidae, в інших родин гермафродитизм явище досить рідкісне. Як патологічне явище гермафродитизм відзначений у тріски, оселедця, лосося і деяких інших видів риб.

Протогінія - більш раннє порівняно з сперматоцїтов дозрівання овоцитів, в разі протоандрії - спочатку дозрівають сперматоцїти.

Дїхогамія - неодновременное дозрівання насінників і яєчників, внаслідок цього риби - гермафродити можуть бути спершу самцями, а потім самками.

Гомогамія - одночасне дозрівання обох статей.

При гермафродитизме дуже рідко статеві органи самців і самок однаково добре розвинені в анатомічному і функціональному відношенні.

Спостерігається односторонній, коли і чоловічі і жіночі статеві органи розвиваються як в лівій, так і правій частині, двосторонній гермафродитизм, коли на одній стороні статевих органів розвиваються чоловічі, а на іншій стороні жіночі статеві залози.

У кети було виявлено, що статеві залози обох сторін розділені на сегменти, що чергуються з жіночими та чоловічими статевими органами.

У деяких риб протягом життя відбувається зміна статі: у молодих особин гонади функціонують як яєчники, у більш старших - як семеннікі. Запліднення у більшості риб зовнішнє. Внутрішнє запліднення характерно для хрящових, а також деяких костистих (морських окунів, бельдюги), багатьох коропозубоподібні (гамбузій, гуппі, мечоносців) і ін.

У костистих риб розрізняють яйцекладучих, що відкладають яйця в зовнішнє середовище, і живонароджених, для яких характерне внутрішнє запліднення і розвиток ікри всередині яєчника.

Серед хрящових є яйцекладучі (полярна і котяча акули), але більшість видів виметивають мальків, розвиток яких, всередині материнського організму, відбувається по-різному. У яйцеживородящих - оплодотворення яйцеклітина затримується в задніх відділах яйцепроводів до повного розвитку малька, у живонароджених ембріон розвивається з утворенням «плаценти», через яку надходять поживні речовини з кров'ю матері.

Залежно від характеру розмноження риб ділять на моноциклічних і поліциклічних. Більшість риб є поліциклічності, тобто розмножуються протягом життя по кілька разів. Моноциклічні риби після однократного икротетання гинуть (річковий вугор, тихоокеанські лососі, річкова мінога, байкальська голомянка і ін.).

Вік настання статевої зрілості. Статеве дозрівання риб знаходиться в большое залежності від довжини тіла, ніж від віку, причому риби зазвичай дозрівають при досягненні половини своєї максимальної довжини і четвертої частини максимального віку, до якого могла б дожити риба. Вік настання статевої зрілості у риб значно коливається від 1-2 місяців до 15-30 років. Вік статевого дозрівання риб залежить від видової приналежності, умов проживання риб і в першу чергу від умов відгодівлі, тому у одного і того ж виду в різних водоймах і навіть в межах однієї водойми статева зрілість настає в різному віці. Наступ статевої зрілості пов'язано також з досягненням певного вмісту жиру в організмі. Як правило, чим краще риба живиться, тим швидше вона росте, а, отже, швидше дозріває. Самці зазвичай дозрівають раніше самок. На швидкість дозрівання впливають і кліматичні умови. Чим довший період відгодівлі, тим інтенсивніше зростання і дозрівання риби.

Статевий диморфізм. Статевий диморфізм, або вторинні статеві ознаки, в межнерестовий період проявляються не у всіх риб, і визначення їхньої статі без розтину утруднено. Прижиттєва діагностика статі у видів риб, які не мають зовнішніх ознак статевого диморфізму, ще дуже слабо розроблена. У осетрових для цих цілей беруться пункції гонад (ікорним щупом).

Співвідношення статей. Співвідношення статей є пристосувальним властивістю риб і направлено на забезпечення успішного відтворення. У більшості риб співвідношення статей близько 1: 1, але в залежності від розміру особин або інших факторів воно стає іншим і може змінюватися в одного і того ж виду. Розмірностатеві відносини у риб, тобто відсоток самок і самців, що припадають на кожну розмірну групу, можуть бути трьох типів.

Перший тип - розміри самців і самок в одновікових групах рівні. Статевий диморфізм за розміром у них відсутній. Сюди відносяться представники роду *Clupea*, у яких статеве дозрівання самців і самок відбувається одночасно і співвідношення статей 1: 1 спостерігається у всіх вікових групах.

Другий тип - самки більші за самців, а самці дозрівають в більш ранньому віці і тривалість їх життя менша (оселедця роду *Alosa*, морська камбала, аральський вусань, сибірська ряпушка). Частка самок у риб цього типу в міру збільшення їх довжини зростає, досягаючи 100% серед великих особин.

Третій тип - самці більші за самок (бички, амурський кета, мойва, європейський сом) і серед великорозмірних особин частка самок зменшується до мінімуму.

Співвідношення статей у період нерестового ходу і на нерестовищах може бути рівним (у риб першого типу), або на першому етапі ходу переважають самці, а потім зростає частка самок (у риб, що відносяться до другого і третього типів). Співвідношення статей на нерестовищах залежить від особливостей поведінки риб і впливу різних факторів в період розмноження. Так у вобли на нерестовищах переважають самці (до 90%) так як самки після ікрометання залишають нерестовища, а самці затримуються для участі в заплідненні ікри багатьох самок. Таким чином, оцінка співвідношення статей на різних етапах нерестового ходу і нересту дозволяє скласти уявлення про особливості нересту і нерестових міграцій, що має важливе значення для ведення раціонального промислу, оцінки стану запасів обловлюваних популяцій.

Серед риб є моногами і полігамери. У сьомги з однією самкою зазвичай нереститься один самець, а в нерестовій групі сазана на одну самку доводиться три-чотири, а іноді і більше самців. У звичайного карася нерест груповий, в якому бере участь кілька самців і самок.

Терміни розмноження. Залежно від термінів розмноження розрізняють риб з весняним (щука, окунь, харіус, атлантично-скандинавські оселедці), річним (сазан, осетер, хамса) і осіненому-зимовим нерестом (сьомга, тихоокеанські лососі, сиги, минь, наваги). Терміни розмноження кожного виду, а, отже, і терміни викльову личинок і розвитку молоді пов'язані з кращого забезпеченістю їх їжею.

Одноразова та порційне ікрометання. У поліциклічних риб з одноразовим ікрометанням вся ікра дозрівши кість одночасно. Для яєчника з Єдиного ремінним ікрометанням характерні такі комплекси овоцитів: не розвивається, які є «Запасом» овоцитів для наступного нересту, і дозрівають овоцити, все в одній фазі розвитку.

До поліциклічних типу з одноразовим виметений статевих продуктів відносяться стародавні риби: круглороті, осетровие, рід океанічних сельдей (*Clupea*), корюшки, лососі, щуки, вобла, лящ, навага, минь, окунь, судак і ін.

Для яєчника риб з порційних ікрометанням характерні наступні комплекси овоцитів: не розвивається овоцити - «запас» і дозрівають овоцити різних фаз розвитку (фаза первісного нагромадження жовтка, фаза накопичення жовтком овоциту, фаза зрілого овоциту).

При порційно ікрометання, а, отже, і порційно дозріванні кожна «порція» може випереджати іншу на 10-15 днів.

Про порційно ікрометання можна судити на підставі вимірювання діаметра ікринок в яєчнику в нерестовий період.

Риби з цілорічним порційних дозріванням, а, отже, і з порційних ікрометанням, живуть переважно в тропічних і теплих водах, риби з одноразовим дозріванням гонад, але сезонним порційних ікрометанням живуть переважно в теплих і помірних водах: до них відносяться чорноморсько-каспійські оселедця, кільки або тюльки, шпроти, плотва, карась, сазан, краснопірка, лин, шема, уклей, густера, сом, йорж.

Порційне ікрометання є адаптації виду до впливу несприятливих факторів середовища і сприяє збільшенню плодючості, більшу ймовірність виживання ікри та личинок, кращого харчування молоді, завдяки рівномірному використанню кормової бази.

У риб розрізняють плодючість потенційну, кінцеву, абсолютну, індивідуальну, відносну, робочу, видову і популяційної.

Плодючість вимірюється кількістю ікринок, а при живонароджених - ембріонів, личинок, мальків в яєчниках або яйцеводах (у хрящових риб), готових до вимету в цьому нерестовий сезоні.

Яєчники для дослідження плідності найкраще брати у самок, що йдуть на нерестовища.

Потенційна плодючість - це кількість ікри, відкладається самкою за все життя при проживанні в оптимальних екологічних умовах.

У моноциклічних риб найвищий рівень потенційної плідності закладається на стадії личинок (у міног і горбуші) і сеголетков (у кети, Сіми, нерки).

У поліциклічних риб з порційних так само як і риб з одноразовим ікрометанням, потенційна плодючість формується на третій стадії зрілості яєчників.

Кінцева плодючість - це фактична кількість ікри, викидає самкою за все життя.

Експериментальні дані вказують на тісний зв'язок умов проживання та рівня потенційної і кінцевої плодючості. Він може відрізнятись в 3,5-6,5 разів.

Абсолютна індивідуальна плодючість (ІАП) - це кількість ікри, відкладається самкою протягом одного нерестового періоду. У іхтіології зазвичай враховують абсолютну індивідуальну плодovitість, що називають плодючістю.

Індивідуальну плодючість можна визначати прямим методом, підраховуючи кількість всіх яєць в гонадах, взятих для дослідження, або ж застосовуючи автоматичні лічильники. Але найчастіше, враховувати величезну кількість яєць у риб можна тільки непрямим методом. Непрямий метод полягає у визначенні загальної маси (ваговий) або проб'єм (об'ємний) всіх яєць, взятих з яєчника, а також ряду взятих з них проб. Яйця в пробах рахують, співвідносять з одиницею виміру і збільшують або на всю масу, або на весь обсяг ястика.

Плодючість риб є пристосувальною властивістю виду і значно коливається. Найбільш низька плодючість спостерігається у хрящових риб, які виметують добре розвинених мальків або відкладають запліднені яйця, покриті міцною роговою оболонкою ікринок). Друге місце по плодючості займають віди, що відкладають ікру на рослинність і не виявляють турботи про потомство.

У риб, які піклуються про потомство, спостерігається менша плодovitість. Кількість і якість ікри знаходяться в залежності від маси довжини тіла, віку, жирності і ряду абіотичних і біотичних факторів, що має пристосувальне значення (рис.1). У міру зростання риби і збільшення її маси абсолютна індивідуальна плодючість підвищується. Однак у старих особин процес розвитку яєць може затухати, і вони стають безплідними.

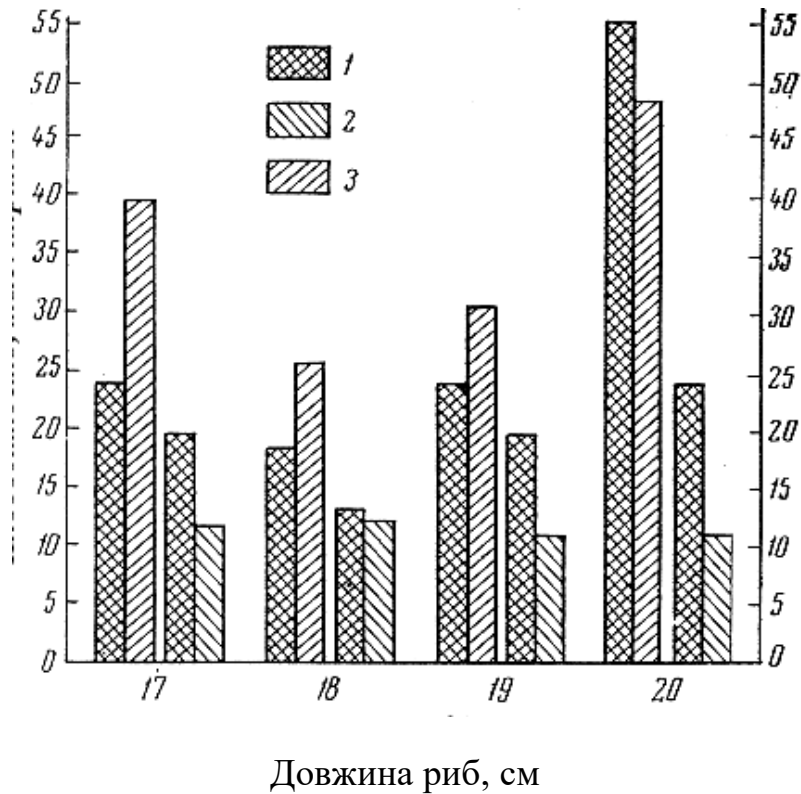


Рис. 1. Абсолютна індивідуальна плодючість (1), жирність худих (2) і жирних (3) самок весняно - нерестуючої салаки в 1957 р (Анохіна)

Риби мають властивість регулювати плодючість в залежності від зміни умов середовища і особливо від забезпеченості їжею. Поліпшення умов нагулу призводить до прискорення темпу зростання, а, отже, до більш високої плодючості однорозмірних риб. У зв'язку з цим, плодючість одного виду в різних водоймах різна, відображає умови існування риб і спрямована на забезпечення певної величини поповнення.

У азовського судака, наприклад, спостерігається тісний зв'язок між коливаннями плодючості і літніми заморами, що викликають ослаблення харчування, а також відзначена пряма залежність його плодючості від активності сонця, хоча в ці роки урожай молоді, навпаки, зменшується.

Відносна плодючість (ВП) - це кількість ікринок, що припадає на одиницю довжини або маси тіла самки, для чого ІАП ділиться на довжину або масу самки.

Відносну плодючість можна порівнювати лише у окремих стад одного виду. У більшості видів (лящ, щука, чорноморські кефалі і ін.) відносна, як і абсолютна індивідуальна, плодючість з ростом самок збільшується.

Робоча плодючість є кількість ікринок, що отримується від однієї самки для рибоводних цілей. У пеляді, наприклад, вона становить близько 70% абсолютної індивідуальної плодючості.

Видова абсолютна плодючість - це загальна кількість ікринок, що викидається рибою за все її життя.

Для визначення значення плідності в поповненні стада недостатньо точно мати абсолютну індивідуальну, відносну і видову плодючість. Для цього необхідно визначити показник видової плодючості. Показник видової плодючості - умовна величина, що залежить від ряду факторів: індивідуальної плодючості, віку настання статевої зрілості, числа ікрометання і ін.

Показник видової плодючості обчислюють за формулою С.А.Северцова (1):

$$q = \sqrt[pjs]{r}, \quad (1)$$

Де r - індивідуальна плодючість;
 p - період між двома ікрометанням;
 j - вік настання статевої зрілості;
 s - співвідношення статей в популяції.

Б.Г.Логанзен, доповнивши формулу С.А.Северцова числом ікрометання протягом життя (x) і опустивши співвідношення статей (воно близько 1: 1), представив її в наступному вигляді (2):

$$q = \sqrt[pj]{rx}, \quad (2)$$

Як видно з табл. 1, у риб з коротким життєвим циклом при низькій індивідуальної плодючості показник видової плодючості значно вище, ніж у поздносозреваючих. Отже, вони мають більш високу відтворювальну здатність.

Таблиця 1 - Показники видової плодючості риб

Вид риби	Середня індивідуальна плодючість, шт.ікринок	Вік настання статевої зрілості, роки	Період між двома ікрометаннями роки	Показник видової плодючості	Автор
білуга	2400000	16-20	5	1,17	Логанзен
севрюга	200000	10	3	1,50	«
стерлядь	25000	3-4	2	4,25	«
язь	80000	3-5	1	16,82	«
укляя	250000	3-5	1	22,36	«
окунь	1500000	2-3	1	117,60	«
Бичок-кругляк	800	1	1	800,0	Міхман

Для більш точної оцінки показника видовий плодючості В.С. Івлєв запропонував визначати популяційну плодючість, оскільки окремі популяції розрізняються за віковим складом, часом настання статевої зрілості у риб і інших біологічними показниками. Вона, як і показник видової плодючості, відображає відтворювальну здатність стада.

Вплив якості ікринок на відтворювальну здатність риб. У багатьох видів риб виявлена позитивна залежність рівня жирового обміну від їх відтворювальної здатності. Серед риб одного покоління швидше дозрівають особини з більшою жирністю тіла, проте риби що рано дозрівають, мають меншу відтворювальну здатність, ніж ті, що дозрівають пізніше: плодючість їх нижче, ікринки дрібніші, з меншою кількістю жиру (табл. 2).

Таблиця 2 - Характеристика самок одного покоління балтійської річкової камбали, що нерестяться в різному віці (по Шатуновському і Белянину)

Перший нерест в	Діаметр зрілої ікри, мм	Маса зрілої ікринки, мг	Вміст жиру в 1 ікринці, 10 - 3 мг	Абсолютна плодючість, тис. ікринок	Відносна плодючість, тис. ікринок на 1 г	Жирність тіла, % на сиру речовину
4 роки	0,36	0,068	1,75	309,0	2,3	1,4
5 років	0,40	0,093	2,20	550,0	3,0	1,8

Величина ікринок в гонадах навіть у самок з одноразовим ікрометанням неоднакова і залежить від близькості до кровоносних судин. Діаметр ікринок їх маса також не залишаються незмінними з ростом риби. У самок ляща, плотви, вобли, тарані та інших видів діаметр ікри і їх маса збільшуються з ростом риби (в межах, властивих даному виду). У старих риб діаметр ікринок зменшується і якість їх погіршується.

Багато дослідників, вважають, що відмінності в розмірах ікри і вміст в них жиру впливають на виживаємість потомства і його якість. З дрібної ікри викльовується менше личинок і меншого розміру. Тому у більшості риб найбільш високоякісне потомство виходить від риб середнього віку (табл. 3).

Безсумнівно, що для багатьох риб існує тісний взаємозв'язок між швидкістю росту виробників, життєздатністю потомства і його чисельністю.

Таблиця 3 - Показники якості потомства коропа різного віку (Мартишев)

Показники	Вік виробників			
	3+	4+	8+	17+
Середній діаметр ікринок, мм	1,26	1,39	1,71	1,64
Довжина личинок в момент вилуплення, мм	4,80	5,05	6,41	6,18
Маса цьоголітків до осені, г	-	32,08	34,5	25,04

Тривалість інкубаційного періоду у риб значно. Для інкубації ікри того чи іншого виду потрібна певна кількість тепла, яке виражається в градусоднях. Однак ця величина непостійна і в залежності від температури води різна. При підвищенні температури води (в межах, властивих даному виду) розвиток ікри відбувається швидше (табл. 4).

Таблиця 4 - Тривалість розвитку ікри деяких видів риб в залежності від температури води

Вид риби	Середня температура, град.	Число діб	Число градусоднів
Салака весняно-нерестуюча	11,8-18,3	8,0-4,5	94,6-81,4
Короп	16,0-21,1	6,0-3,0	96,0-63,3
Форель струмкова	2,0-7,0	200,0-65,0	400,0-455,0

У коропових ікра розвивається протягом 3-6 днів, у наваги - 3-4 міс., А у лососів - до 5-6 міс.

Виживання ікри і личинок. Чисельність популяції в основному залежить від виживання ембріонів і забезпеченості їжею личинок на етапі переходу на активне живлення. На ці періоди припадає найбільша смертність в порівнянні з усіма іншими періодами життя риби (табл. 5).

Таблиця 5 - Порівняльні показники загибелі деяких видів морських риб в ембріональній і личинковий періоди їх розвитку (по Дехнік)

Вид риби	Покоління	Загальна смертність від ікри до кінця личинкового періоду, %	Смертність, %		Автор
			у власне ембріональній і предличинковий підперіоди	у личинковий період	
Чорноморська хамса	1953	99,9	96,1	3,8	Дехнік
Азовська хамса	1962	99,8	97,9	1,9	»
	1963	99,91	97,3	2,61	»
Тихоокеанська сардина	1950	99,6	96,8	2,8	Альстрем
	1951	99,0	97,5	1,5	»
Чорноморська ставрида	1959	99,3	87,7	11,6	Дехнік

Основними факторами, що визначають виживаність ембріонів і предличинок, є температура води, солоність, газовий режим, вітер, хвилювання.

Як видно з наведених даних, величезна плодючість деяких риб не може свідчити про їх високу чисельність, так як виживаємість ікри і личинок дуже низька.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть способи розмноження у риб.
2. Одноразове та порційне ікрометання.
3. Яку плодючість називають кінцевою?
4. Назвіть способи визначення плодючості.
5. Дайте визначення індивідуальної або абсолютної плодючості.
6. Дайте визначення потенційній плодючості.
7. Як впливає якість ікринок на відтворювальну здатність риб?
8. Як визначити показник видової плодючості?
9. Як розрізняють риб за термінами розмноження?

Практична робота №2

Тема: МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ РИБ

Мета: ознайомитися з проблемами кількісного обліку чисельності риб та його динаміки, з методами визначення загальної або абсолютної чисельності риб та їх груп.

Завдання: вивчити абсолютні методи визначення чисельності стада (на одиниці площі або в одиниці об'єму).

Однією з серйозних проблем в сучасній іхтіології залишається проблема кількісного обліку чисельності та його динаміки під впливом факторів середовища. В іхтіології вона актуальна з моменту становлення її як науки до теперішнього часу. Вже накопичено величезний досвід визначення абсолютної і відносної чисельності риб, описано велике число методик і способів розрахунку щільності іхтіомаси в водоймах різного типу і на різних біотопах одного водойми, однак проблему ще не можна вважати вирішеною.

Існуючі в даний час методи визначення загальної або абсолютної чисельності риб умовно можуть бути розділені на 2 групи. До першої з них відносяться всі методи прямого обліку числа особин, що знаходяться над певною площею дна або в одиниці об'єму водної товщі. Цей облік здійснюється шляхом вилову ікри, молоді або дорослих риб різними знаряддями лову, за даними спостереження з повітря і аерофотозйомки, шляхом розшифровки ехолотних записів і підводного фотографування, прямими підрахунками риб, що проходять через фіксований стулку річки або рибоходи і особин, які загинули в процесі хімічної очистки водойм.

Другу групу складають розрахунково-аналітичні методи і методи математичного моделювання чисельності популяцій, засновані на прямих і непрямих показниках поповнення і убутку (природною і промисловий) і даних мічення.

Основним недоліком існуючих методів визначення чисельності риб в водоймах виявляється те, що вони можуть бути застосовні або тільки в строго певних екологічних ситуаціях (наприклад, всі методи прямого обліку), або за принципом застосовні широко, але неточні.

Основні труднощі використання прямого рахунку полягають в технічній складності облову за короткі терміни значної акваторії і в мінливості коефіцієнтів уловистості існуючих знарядь лову, пов'язаному з плямистістю розподілу скупчення риби, а також з віковими і сезонними змінами життєдіяльності утворюючих популяції угруповань особин.

Загальний недолік існуючих розрахунково-аналітичних методів визначень і математичних моделей чисельності полягає в тому, що всі вони

поки що побудовані на основі досить умовних уявлень про фактичний хід поповнення і спаду особин в досліджуваних популяціях і не враховують в потрібній мірі комплексного впливу на динаміку чисельності факторів середовища.

Розрахунок передбачуваного улову при застосуванні методів визначення відносної величини запасу залежить не тільки від динаміки вікового складу, тобто від врожайності поколінь і темпу їх вилучення промислом, а й від ступеня зміни біологічних властивостей популяції (темпу зростання, дозрівання, тривалості життєвого циклу та ін.). Ці зміни регулюються умовами зовнішнього середовища і залежать від чисельності популяцій, щорічно змінюється відповідно до ефективності відтворення, в деяких випадках - з інтенсивністю промислу.

Розрахунок промислового запасу ведеться в наступній послідовності: поповнення, зростання, природні втрати, промисел.

Поповнення розраховується на підставі кількісного обліку молоді та екстраполяції отриманих даних з аналогічними результатами попередніх років.

Кількісний облік молоді проводиться за середніми уловів виметаних ікринок з урахуванням етапів і стадій розвитку, за середніми уловів личинок в період переходу їх на активне живлення, за середніми уловів цьоголіток, за середніми уловів молодших вікових груп (до настання статевої зрілості), після того як пройшов масовий відхід ікринок і личинок.

При цьому переважне значення має облік цьоголіток (або молодших вікових груп), так як між відносною величиною покоління, врахованої по промислому поверненню, і середнім уловів цьоголіток даного покоління є тісний зв'язок.

Перші спроби визначення чисельності риб по пелагической ікрі були зроблені на трісці у 1892р. Гензеном і Апштейном.

Облов пелагічної ікри проводився планктонними мережами з млиновим газом № 3. Визначивши терміни ікрометання, район і глибини розподілення ікри і етапи розвитку ікри і личинок, підрахунки проводили множенням кількості ікри, що припадає на 1 м², на загальну площу моря, де зустрічалася ікра.

Потім, беручи до уваги плодючість однієї самки, визначалося кількість отнерестившихся самок: по співвідношенню самців і самок обчислювалася величина нерестового стада.

Для отримання відносних величин чисельності тріски цей метод, де він був вперше використаний, цілком можна застосувати, однак для визначення абсолютної чисельності нерестового стада цим способом потрібно облік настільки багатьох поправок, що практично і цей метод виявляється застосовним лише в рідкісних випадках.

Похибки цього методу пов'язані з недообліком загибелі ікри, що розвивається, з нерівномірністю розподілу її по глибинах, недоліками в

конструкціях знарядь лову, що відбивається на їх уловистість (щодо ікринок, які перебувають в одиниці об'єму, до числа ікринок потрапили в знаряддя лову).

За даними обліку ікри і личинок можна судити про відносну потужності поколінь, в меншій мірі ці дані можуть бути використані для абсолютних розрахунків. Найчастіше по врахованій ікри і личинкам можна скласти судження про тенденції зміни чисельності поколінь і використовувати ці дані для вивчення причин, які обумовлюють виживання ембріонів і личинок на ранніх стадіях їх розвитку.

Встановлено, що найбільш точні результати одержують при обліку ікри на стадії дроблення, пізніше кількість живої ікри відображає вплив усло вий середовища на її виживання.

Зіставлення кількості живих ікринок з кількісними параметрами основних чинників довкілля допомагає отримати в польових умовах дані про вимоги організму до чинників середовища і встановити оптимальні умови для виживання ембріонів. Кількісний облік ікринок і личинок представляє відомі труднощі, при цьому сеголетки вважаються менш активними, ніж наступні вікові групи, і облавливаються рівномірніше.

Перш ніж починати кількісний облік молоді, необхідно встановити ареал поширення її, переконатися в тому, що він відносно постійний. Потім необхідно виявити розподіл молоді за минулими сезонами відповідно до глибини, солоністю, розподілом кормових організмів і іншими факторами.

У дослідницькій практиці на внутрішніх водоймах для визначення чисельності різновікових риб найбільш широко застосовується метод площ, принцип якого досить простий і полягає в тому, що кількість риби, спійманої на певній площі або в певному обсязі води, відноситься до всієї площі (обсягу води) водойми або його частини, зайнятої скупченням риби. Величина контрольного вилову визначається досить точно, так як вилов враховується по кожному виду риб поштучно.

Обсяг процідженої тралом води і площа облову розраховуються за величиною розкриття трала і відстані його проходження в товщі води. Похибки у визначенні обловлюваних площі залежать від вибору галсів, від точності вимірювання швидкості та напрямку руху судна з тралом щодо дна. Зазвичай ця похибка становить 5-10%. Найбільш складно визначити коефіцієнти уловистості трала.

Як показують спостереження, уловистість будь-якого знаряддя лову залежить від чинників біотичного та абіотичного характеру. До перших слід віднести стан самих риб: їх рухливість, активність, реакцію на знаряддя лову, стайність, особливості розподілу та умови нагулу, до других - нерівності дна, конструкції знарядь лову, зміни температури, погодні умови.

Таким чином, практично неможливо встановити єдиний коефіцієнт уловистість навіть одного трала при різних екологічних ситуаціях. При цьому треба пам'ятати, що знаряддя лову мають чітко виражену селективність відносно розмірів і виду риби.

Коефіцієнт вертикальної уловистості в значній мірі визначається горизонтом тралення. Донний трал в 2-3 рази уловистій ший за пелагічний, що, ймовірно, обумовлено тим, що біля дна риби важче його уникнути. Для обліку вертикального розподілу іноді вводять поправку на відповідність висоти досліджуваного скупчення, що реєструється по показниках ехолота, до вертикального розкриття трала. Виходячи з багаторічної практики, похибка уловистості трала оцінюється в 60%. Вона в основному визначає точність розрахунку щільності риб по траловим умовам.

Ще більш істотну погрішність отримують при екстраполяції отриманих даних по щільності на всю водойму, де розподіл риби не рівномірний. Для зменшення дисперсії оцінки застосовують метод ізолій, що полягає в поділі досліджуваної акваторії на ділянки з однаковою щільністю риби. При цьому, чим більше частота вибірки щільності, тим менше дисперсія і відповідно похибка оцінки.

На внутрішніх водоймах не всі ділянки можуть бути однаково інтенсивно облавлювані тралом. Більш того, при високій рухливості риб необхідна синхронна зйомка всієї досліджуваної акваторії, що не завжди можливо. У цих випадках доводиться по 10-30 розрізах, де визначена щільність, розраховувати чисельність риб на акваторії, в десятки тисяч разів більшою.

З появою рибопошукової техніки метод площ різко підвищив об'єктивність. Вже накопичено великий досвід застосування гідроакустичних методів оцінки рибних запасів в морях. В останні роки ці методи широко впроваджуються у внутрішніх водоймах. Їх застосування дозволяє в розрахунках повністю виключити помилку уловистості знарядь лову, аналізувати весь стовп води (висоту досліджуваного скупчення риби), обстежувати будь-які ділянки водойми, де глибини відповідають режиму роботи рибопошукових приладів, забезпечивши потрібну швидкість знімання інформації з великої акваторії і запровадивши автоматизацію розшифровки показань приладів, зменшити суб'єктивну помилку підрахунку ехомішень.

Чисельність риб гідроакустичним методом знаходять наступним чином: виконують детальну ехометрическую зйомку досліджуваного району за системою певних розрізів, розбивають кожен з них на більш дробові ділянки і знаходять щільність риб на кожній ділянці, знаючи число «висвітлених» риб і обсяг зони дії приладу. Далі, провівши інтерполяцію даних на «непросвічену» область і підсумувавши все, знаходять численність риб в скупченні або у водоймі.

Розшифровка показань приладів проводиться або візуально, або автоматично за допомогою ехосчетчиків або ехоінтеграторів, які підсумовують показання приладу в заданий відрізок часу.

Візуальна розшифровка в даний час проводиться в основному не для дослідження чисельності, а при вивченні розподілу риб, але вона цілком застосовна і для кількісної оцінки розріджених скупчень, якщо в зоні дії приладу на одному горизонті знаходиться не більше однієї риби.

Для зграйних риб виділити окремі ехосигнали візуально не можна. В цьому випадку чисельність риб розраховується за кількістю і розмірами зграй на ехограмі, а щільність риби в зграї знаходиться по контрольним уловам, тобто неминуче вводиться коефіцієнт уловистості трала. Більш точно щільність зграй визначається за допомогою кіно- та фотозйомки і похибка в розрахунках тут оцінюється в 10-15%. Але фотозйомка можлива тільки в високопрозорих водах. Ідентифікація виду риб здійснюється за аналізом контрольних уловів, що проводяться в місцях ехозйомок. Зрозуміло, що для різновидових скупчень точність визначення співвідношення риб різного виду буде обумовлена можливостями облову. При цьому виникає похибка, пов'язана з неоднаковою уловистістю навіть одного і того ж знаряддя лову для різних видів. Досвід показує, що деякі види риб, наприклад судак в денний час в трал потрапляють значно рідше, ніж вночі. Це необхідно враховувати при оцінці чисельності риб в змішаних скупченнях за видами. Найменша різниця уловистості трала для різних видів риб відзначається в темний час доби.

Гідроакустичні методи, підвищуючи клас точності визначення величини рибних запасів, мають область обмежень, які обумовлені особливостями розподілу риб. Значна маса риб, переважно бентосоїдних, зосереджується в придонних шарах води. Мінімальна відстань від дна, при якому риба виявляється за допомогою рибопошукових приладів, визначається тривалістю імпульсу і шириною «висвічування».

Великі можливості в реєстрації придонних скупчень дають знання особливостей їх добових вертикальних міграцій, дозволяючи приурочити проведення гідроакустичних зйомок до періоду масового підйому риб від дна в товщу води.

Істотні обмеження застосування рибопошукових приладів пов'язані також з тим, що у внутрішніх водоймах значна маса пелагічних риб зосереджується в поверхневому шарі води, що знаходиться в «мертвій» зоні гідролокатора. Це обмеження повністю знімається при буксируванні приймально-передавальних пристроїв на глибині і при просвічуванні товщі води не від поверхні, а, навпаки, від дна до поверхні.

При роботі на малих глибинах неминучі похибки в обліку риб, пов'язані з їх відлякуванням від ходу за ехолотом судна і відходом з зони дії приладу. В цьому випадку допоможуть істотно знизити похибку буксирувальні приймально-передавальні пристрої, так як щільність риб

буде розраховуватися не під судном, де кількість риби падає в десятки разів, а в стороні від нього.

Діапазон застосування гідроакустичних методів значно розширюється при їх комбінуванні з біотелеметрією, контрольними обловами і засобами спостереження з підводних апаратів.

Методи визначення чисельності рухомих риб. Для обліку чисельності стада прохідних і напівпрохідних риб істотне значення мають способи оцінки кількості риби, що пройшла за певний відрізок часу через поперечний переріз ділянки річки, що лежить нижче нерестовища. Вперше метод оцінки чисельності мігруючого стада був запропонований Ф.І.Барановим для обліку чисельності мігруючої вобли. Для обліку користувалися закидним неводом. Проте у такий спосіб лише в рідкісних випадках вдається встановити абсолютну чисельність риб. Це пов'язано з нерівномірністю розподілу риб, що проходять поперек русла, різної уловистості невода щодо риб, що зустрічаються з неводом в різні фази притонення. Цей метод більш застосовний для обліку відносної чисельності мігруючих риб.

Облік чисельності стада шляхом мічення. Визначення абсолютної чисельності стада риби за допомогою мічення засновано на припущенні, що число помічених риб так відноситься до числа вдруге пійманих риб з мітками, як кількість здобутих промислом риб відноситься до всієї кількості риб промислового розміру в водоймі.

Основні помилки, пов'язані із застосуванням цього методу, пояснюються недообліком поведінки помічених риб, які розподіляються нерівномірно серед інших риб стада. Часто поведінка риб з мітками різко відрізняється від поведінки непомічених риб. Відсоток втрачених міток рибами, поміченими в різному біологічному стані, виявляється далеко неоднаковим, а це природно впливає на результати визначення величини стада. Невірний результат може вийти і тому, що смертність мічених риб виявляється іншою, ніж немічених.

Велика смертність мічених риб може пояснюватися тим, що риби, помічені певними типами міток, більш інтенсивно виїдаються хижаками. Смертність мічених риб в дуже великій мірі залежить від того, в якому стані вони були помічені. Певна частина міток, знайдена рибалками, ними не повертається. Досвід показує, що методи оцінки чисельності риб за допомогою мічення найбільш придатні для невеликих ізольованих популяцій. У великих водоймах цей метод дає набагато більшу похибку.

В даний час роль методу мічення в аналізі динаміки популяції риб, головним чином, зводиться до визначення деяких показників, таких як смертність і виживання.

Оцінка абсолютної чисельності риб за інтенсивністю виїданням кормів. В деяких випадках чисельність риб в скупченнях можна визначити за інтенсивністю виїданням кормів.

Користуючись цією методикою, іноді вдається приблизно оцінити величину стада риби, що годується. Складніше йде справа, коли доводиться шляхом ловів встановлювати відносну чисельність кожного виду; знаючи середній раціон особини кожного виду, можна визначити їх чисельність, виходячи з того ж принципу, який закладений в наведеній вище формулі. Цей метод більш застосовний до риб бентофагів, ніж до риб планктофагів. Раціони риби і скупчення визначаються з деякими похибками, а, отже, буде помилка при визначенні чисельності всього скупчення.

Метод оцінки чисельності риб за інтенсивністю виїдання корму абсолютно непридатний для вивчення чисельності риб в скупченнях, що складаються з різних видів риб, що мають близькі спектри харчування.

Питання для самоперевірки

1. Яка методика визначення чисельності рухомих риб?
2. Як здійснюють облік чисельності стада шляхом мічення?

Практична робота №3

Тема: ПРИНЦИПИ І МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ УЛОВІВ

Мета: ознайомитися з принципами короткострокового, довгострокового, перспективного прогнозування уловів та методами прогнозування уловів.

Завдання: вивчити принципи короткострокових (квартальний, місячний, двотижневий) прогнозів, довгострокове, перспективне прогнозування уловів і їх методи.

Оцінка величини запасу і допустимого улову - складний багатоступінчастий процес, що вимагає різнобічної інформації: біологічної, гідрологічної і промислової. При цьому доводиться враховувати не тільки особливості конкретної популяції: тривалість життєвого циклу, вікову структуру, співвідношення статей, темпи приросту іхтіомаси, закономірності поповнення і природного убутку, а й постійно мінливі умови в районах її проживання, від яких залежить врожайність поколінь, характер розподілу окремих стад, їх доступність промислу. На цій основі розробляються прогнози вилову об'єкта з різною завчасністю (короткострокові, довгострокові, перспективні). Для складання кожного з них необхідний певний набір вихідних даних, ці прогнози мають методичні особливості і відповідно до кінцевої завданням відрізняються по інформації, що міститься в них.

Короткострокові прогнози (квартальний, місячний, двотижневий)

Практика морського рибного промислу свідчить про значну мінливість результатів лову в тимчасовому діапазоні від однієї до декількох діб. Видобувні судна часто «втрачають» скупчення і змушені витратити до половини і більше промислового часу на пошук нових ділянок, що різко знижує ефективність їх роботи. Одним з головних шляхів скорочення цих непродуктивних витрат є забезпечення видобувного флоту якісними короткостроковими рибопромисловими прогнозами.

Під короткостроковими рибопромисловим прогнозом розуміється науково обгрунтоване передбачення ділянок і термінів освіти промислових скупчень, а також ряду характеристик цих скупчень, таких як щільність концентрації (улов промислового зусилля), співвідношення видів і розмірно-вагових груп в скупченні на період від одних до декількох діб.

Слід зазначити, що в даний час немає єдиної думки про часовому діапазоні короткострокового прогнозування. Досить однозначно визначається тільки нижня межа - доба (рідше - пів доби). Оцінка верхньої

межі коливається від декількох діб до кварталу. Причини такої невизначеності криються в комплексній природі проблеми короткострокового рибпромислового прогнозування. У загальному вигляді дане прогнозування ґрунтується на аналізі взаємодії процесів гідрометеорологічної, гідрологічної, біологічної та економічної природи. У кожному з перерахованих аспектів існують свої обґрунтовані поняття короткострокових і довгострокових періодів. Якщо для виробників, які використовують результати прогнозування при веденні промислу, місяць досить короткий період, то для синоптиків, що забезпечують метеорологічну базу прогнозування, місяць, безумовно, період довгий.

З огляду на основне призначення короткострокового прогнозу - забезпечити розстановку видобувних суден в районі промислу, оптимально відповідає існуючій промислової обстановці, його мінімальна завчасність повинна визначатися часом переходу суден до прогнозованих ділянок. Верхню межу слід визначати з можливого часу дії прогнозу, тобто з імовірною тривалості періоду, протягом якого передбачена обстановка істотно не зміниться. В умовах морського промислу таким періодом найчастіше є синоптичний, тривалість якого становить зазвичай 3-7 днів. Таким чином, часовий масштаб короткострокового рибпромислового прогнозу охоплює періоди від декількох годин до тижня. В межах цього терміну поведінку і розподіл промислових об'єктів визначаються, в основному, змінами навколишнього середовища під впливом погодних умов, і, отже, можна говорити про єдину методичну основу розробки прогнозів.

При прогнозуванні на місяць і більше стає істотним облік сезонного ходу умов середовища і біологічного стану гідробіонтів, що дозволяє відносити ці прогнози до середньострокових.

Найважливішою складовою частиною рибпромислового прогнозування в тимчасовому масштабі від тижня до місяця є передбачення термінів початку і кінця промислу, що визначаються «переломними» моментами в ході річного життєвого циклу організмів - переходами до нагулу, нересту, зимівлі або міграції.

Перш ніж розглянути конкретні методи прогнозу, необхідно визначити, що ж підлягає прогнозуванню в області короткострокових рибпромислових прогнозів. На перше місце слід поставити попередній прогноз місць (ділянок) розподілу скупчень в межах промислового району. При цьому вкрай бажано вказати також розміри скупчень і їх очікувану щільність (в величинах можливих уловів для того чи іншого типу суден та знарядь лову). Важливим моментом є передбачення переміщень утворилися скупчень, а також часу їх розосередження. У районах сезонного ходу промислу особливого значення набувають прогнози моментів початку утворення скупчень в районі і їх остаточного розпаду.

Попередній прогноз розподілу риби заснований на багаторічних спостереженнях за умовами зовнішнього середовища і розподілом кормових організмів, промисловими концентраціями, чисельністю стада в районах промислу. Точність такого прогнозу тим вище, чим стабільніше розподіл температури, течій, солоності, кормових організмів і чисельності стада, чим менше змінюється з року в рік становище скупчень риби в певні періоди року. Попередній прогноз розподілу риби уточнюється на основі гідрологічного прогнозу, прогнозу чисельності кормових організмів і стада риби.

Попереднім прогнозам передують фонові зйомки району. При проведенні фонових зйомок дотримуються певних пошукових маршрутів-галсів. Для фонових зйомок найбільш зручні прямокутні і косокутні системи галсів, які перетинають ізотерми, струмені течій, звали глибин. Відстань між гаслами залежить від гідрологічної та промислової обстановки. При пошуку промислових концентрацій, розташованих на невеликій площі, відстань між гаслами на перевищує 25-30 миль, а при пошуку концентрацій, що займають велику площу, відстань між гаслами може досягати 8-100 миль.

Гідрологічні та гідробіологічні спостереження проводять в середньому через 10-20 миль. Точки, в яких проводять такі спостереження, називають станціями. На станціях вимірюють температуру, солоність, швидкість течії, беруть проби ґрунту, планктону, бентосу і т.д. Контрольний лов сітками і тралами виконують тільки в тих точках, де виявлені скупчення риб.

Крім спостережень на станціях зазвичай ведуть безперервні гідроакустичні спостереження на переходах між станціями.

В результаті фонових зйомок визначають розподіл температури, солоності, течій і ділянки зі сприятливими для риб температурами; райони, багаті кормовою базою; звали глибин, місця з виходом на поверхню глибинних вод, багатих біогенними речовинами і т.д.

В даний час великий практичний інтерес представляє інформація по вмісту хлорофілу «а» в поверхневих водах. Вихідні дані в режимі реального часу можна отримувати за допомогою сканера кольоровості океану Sea WiFS (США), встановленого на супутниках серії Orb View-2 (рис.2). Починаючи із вересня 1997 з періодичністю приблизно 1 раз в 2 доби. Супутник сканує всю поверхню океанів і морів на каналах видимого спектру. Супутникова інформація обробляється і зберігається у вигляді карт кольоровості в національному Годдартському космічному центрі даних (США) і застосовується для дослідження біоптичних характеристик акваторії Світового океану. Встановлено зв'язки між різними колірними градаціями супутникових вимірювань хлорофілу «а» і продукційними показниками планктонних угруповань. На основі зіставлення супутникових карт кольоровості з результатами судових експедицій

розроблені перші методичні рекомендації з оцінки продуктивності різних акваторій Світового океану і визначенню товщини шару фотосинтезу, прозорості, первинної продукції і запасів фіто- і зоопланктону. Ці дані можуть бути використані з метою поточного і перспективного прогнозування промислової обстановки, для виявлення високопродуктивних районів і здійснення супутникової підтримки промислових експедицій. Ці райони виділяють для детального пошуку. Детальний пошук проводять аналогічно попередньому. Однак параметри галсів, відстань між станціями і місця проміжних спостережень вибирають так, щоб ймовірність виявлення скупчень була близька до одиниці. Відстань між гаслами визначають виходячи з дальності виявлення скупчення.

Дальність виявлення промислових концентрацій за допомогою гідролокатора не перевищує 2,5-3,0 миль. Поверхневі косяки можна виявити з борту судна на відстані до 3,0-4,0 миль.

Галси зазвичай розташовують перпендикулярно до загального спрямування ізотерм. На кожному галсі безперервно або через 1-2 милі вимірюють температуру, через 3-5 миль визначають склад і біомасу планктону і виконують тралення. Іноді ці відстані зменшують в залежності від конкретних умов пошуку.

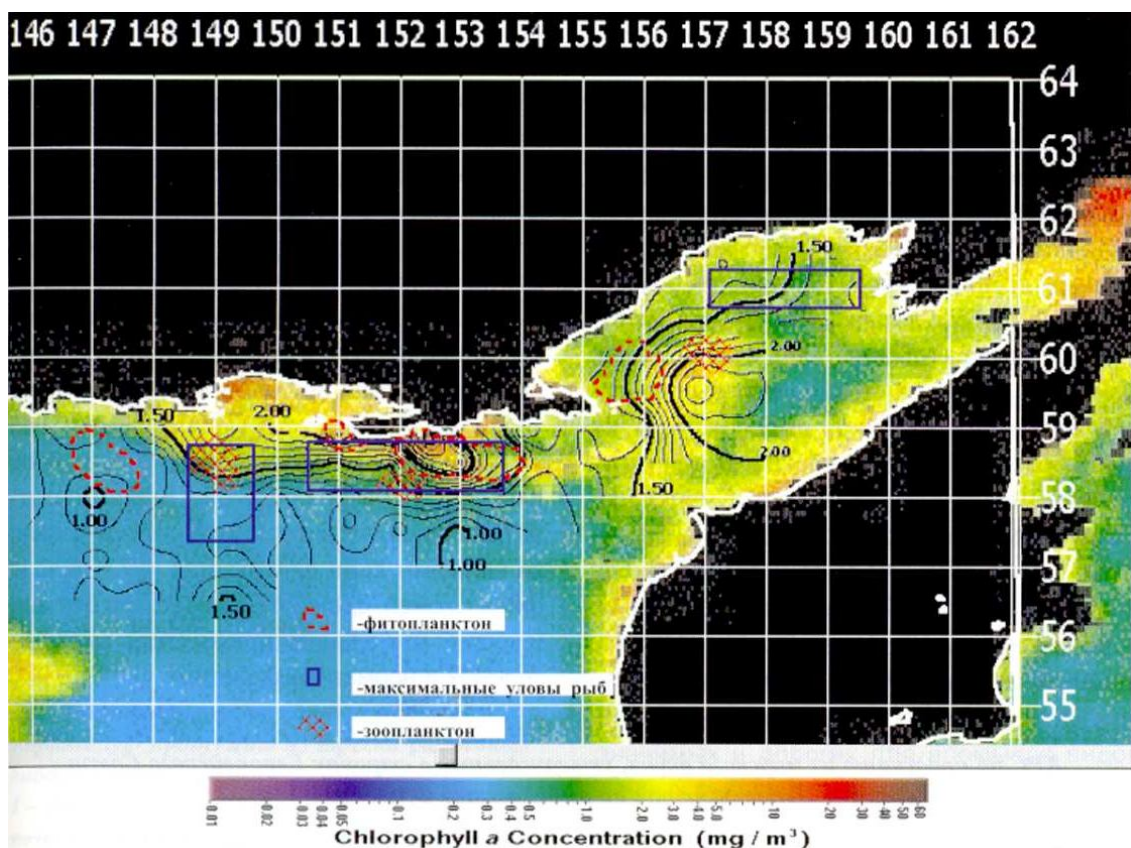


Рис.2 Карта кольоровості. Розподіл хлорофілу «а» на поверхні по супутниковим (*SeaWiFS*) та судовим (НІС «Зодіак») даними.

При виявленні промислових скупчень їх оконтурюють, ведуть спостереження за їх переміщенням, дають якісну і кількісну оцінку

Для оконтурення скупчення його перетинають серією галсів, причому судно йде одним курсом до тих пір, поки прилади реєструють рибу або знаряддя лову вловлює її (рис.3).

При оконтуренні розрідженого пелагічного скупчення його висоту приймають рівною деякого середнього значення, а при оцінці окремих косяків визначають їх довжину, висоту і ширину. За переміщенням скупчення стежать, періодично реєструючи їх положення. Чим менш стабільна обстановка в промисловому районі, тим частіше контролюють положення скупчень.

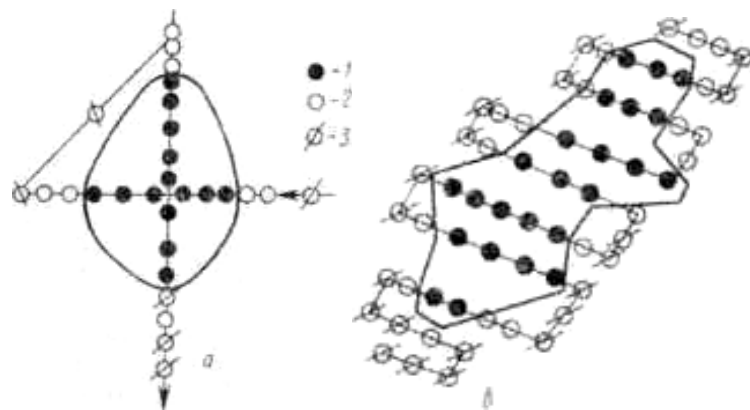


Рис.3 Оконтурення скупчень: а - двома пошуковими гаслами; б - серією пошукових галсів; 1 - промисловий вилов; 2 - непромислових улов; 3 - улову немає.

Видовий і розмірний склад скупчень встановлюють за результатами аналізу уловів під час контрольних обловів. Якісна оцінка скупчень включає також визначення таких елементів поведінки, як вертикальні міграції та їх закономірності, зміна структури скупчень протягом доби, вивчення реакції на знаряддя лову та матеріальні ресурси оптимізації лову, шуми судів і т.д., включає також оцінку стійкості скупчень.

Поведінку риби вивчають на спеціально обраній ділянці площею 10-20 квадратних миль шляхом гідроакустичної зйомки і контрольних тралень.

Кількісна оцінка оконтуреного скупчення пов'язана з визначенням вилову за цикл тралення, величини загального улову на скупченні, загальної кількості риби в скупченні, щільності косяків і скупчень. Способи кількісної оцінки донних, розріджених пелагічних скупчень і скупчень косяків істотно відрізняються.

При організації промислу на шляхах міграцій, поряд з прогнозами термінів підходу риби на ту чи іншу ділянку, виключно важливі передбачення основних напрямків і траєкторій руху скупчень і його

інтенсивності. У ряді випадків потрібен (і виявляється можливим) прогноз розподілу різних розмірно-вікових і статевих груп обловлюваних видів, а також частки можливого «прилова» небажаних або заборонених для промислу видів організмів, що можна досягти тільки вивчаючи міграції.

Одним із способів вивчення міграцій є використання біологічних відмінностей між популяціями. Знаючи морфометричну характеристику, розмірно-віковий склад, вгодованість, фізіологічні показники, склад паразитофауни і інші ознаки, характерні для особин даної популяції, можна спостерігати за її переміщенням. Отримати уявлення про міграції риб можна шляхом аналізу складу уловів в досліджуваному районі. Шляхи міграцій пелагічних риб можуть бути встановлені в результаті спостережень з літака або вертольота. Однак одним з основних методів вивчення міграцій є мічення. Мічення може бути індивідуальним і масовим (груповим). При індивідуальному міченні кожна мітка має свій номер, при масовому - всіх риб (або групи) мітять однаково і індивідуального номера у міток немає.

При міченні риб необхідно дотримуватися ряду умов. Мічення не повинно травмувати рибу, підвищувати її смертність в порівнянні з неміченими. Мітки не повинні стояти на заваді руху або дихання риби. Їх слід виготовляти легкими і недорогими; мітки повинні бути чітко видні або легко виявляємі, однак не привертати хижаків і зберігатися досить довго. Поведінка міченої риби не повинна відрізнятися від поведінки немічених. На кожній мітці зазвичай вказують номер і адресу установи, куди треба доставити мітку.

Для індивідуального мічення використовують різні мітки: дужкові, перстньові, гідростатичні, пластинчасті, підшкірні, ультразвукові, електричні, порожнинні, радіоактивні, мічення фарбами, флуоресцентне мічення, спосіб таврування, хірургічне та т.д.

Вторинне піймання мічених риб залежить від багатьох чинників: кількості мічених риб, інтенсивності рибальства, типу мітки, техніки мічення, характеру оповіщення рибалок і працівників виробничих галузей промисловості, винагороди.

Мічення дозволяє не тільки вивчити шляхи міграцій, але й визначити швидкість руху риби, чисельність популяцій, ступінь їх промислового використання.

Існуючий стан короткострокового рибпромислового прогнозування не дозволяє дати його однозначну оцінку.

Аналіз таких матеріалів показує, що все різноманіття методів і прийомів короткострокового рибпромислового прогнозування можна умовно розділити насамперед на дві нерівні групи. Першу, досить обмежену за кількістю, але найбільш поширену по використанню групу складають методи і прийоми, що ґрунтуються на аналізі промислової інформації. Сутність цих методів полягає в екстраполяції поточних

показників промислу в районі (навантаження на зусилля, ділянки лову, переважаючі розміри риб) в припущенні інерційності їх ходу в найближчому майбутньому, а також в припущенні наявності аналогів розвитку процесів в минулому.

Принцип аналогій застосовується в короткостроковому рибпромисловому прогнозуванні досить широко. Суть його полягає в тому, що в масиві ретроспективної інформації розшукуються роки, сезони, періоди з аналогічним спостережуваним ходом прогнозованої характеристики. Найчастіше «факт аналогічності» встановлюється якісним порівнянням рядів. Існують і кількісні методи оцінки аналогічності.

Основний недолік методу аналогів полягає в проблематичності самого поняття аналогії. Практика показує, що при досить великій кількості факторів ймовірність відшукування абсолютно аналогічних випадків стає дуже малою. Не менш складною проблемою є облік біологічного стану об'єктів промислу: розмірно-вагових показників і стадій зрілості гонад, від яких в значній мірі залежить характер поведінки організмів, а також створення безлічі можливих комбінацій.

Склад методів другої групи включає метеорологічну, океанологічну, біологічну та промислову частини. У кожному конкретному методі окремі аспекти можуть і не міститися, але в будь-якому випадку поряд з промисловою частиною в таких прогнозах повинна бути хоча б ще одна.

Розроблено і використовуються на практиці цілі комплекси короткострокового прогнозу різних океанологічних процесів за прогностичними метеорологічними даними. Найбільш відома схема Р. Джеймса, яка дозволяє давати прогнози з завчасністю 48 годин, що включає наступні етапи:

- визначення початкового стану температурного поля верхнього шару моря (спостереження термобатіграфом);
- розрахунок адвекції за рахунок дрейфового течії і її впливу на перенесення або перебудову температурного поля;
- розрахунок теплового балансу поверхні океану за наявними метеоданими (радіаційний і контактний обмін);
- розрахунок процесів перемішування (вітрове і конвективне перемішування);
- формулювання прогнозу.

Довгострокові прогнози (завчасністю 1-2 роки) ґрунтуються на більш-менш точній (в залежності від вивченості об'єкта) уяві про величину запасу в даному році і найбільш ймовірну його зміну на прогнозований період. У біологічно обґрунтованих рекомендаціях за обсягом вилову використовуються знання про властиві даній експлуатованій популяції темпи поповнення, чисельності нових поколінь, їх біомасі в промислових віках, оптимальні розміри нерестового стада і інших параметрах, з

урахуванням яких визначається допустима ступінь промислового вилучення, що забезпечує нормальне (незнижене) відтворення запасів.

Таким чином, рибпромисловий прогноз включає в себе два основних етапи: оцінку запасу і розрахунок тієї частки, яка може бути виловлена. Стосовно до більшості промислових популяцій визначається допустимий розмір вилову, перевищення якого може привести до негативних наслідків. Для деяких популяцій високої чисельності, коли розмір вилову лімітується не розмірами запасу, а можливостями флоту, основою для прогнозу служить передбачувана продуктивність промислу і очікуваний рівень промислових зусиль. З метою впорядкування термінології такі прогнози варто було б називати прогнозами можливого улову на відміну від прогнозів допустимого вилову.

До цих пір немає і не може бути єдиного універсального методу оцінки рибних запасів і прогнозів вилову, оскільки часто прийоми розрахунків, цілком задовільні для одних промислових видів, виявляються абсолютно непридатними для інших, а нерідко і для тих же самих видів, але займають інші місця проживання. До труднощів, пов'язаних зі специфікою біології, додається необхідність врахування особливостей самого водоймища. У зв'язку з цим, зрозуміло різноманітність шляхів і способів визначення чисельності (біомаси) різних популяцій або окремих угруповань всередині них.

Можливість отримати вичерпні дані, що характеризують об'єкт дослідження і середовище її проживання, на практиці буває скрутно, але прагнення до найбільш повної вивченості цих питань є запорукою правильного прогнозування.

Показовими в цьому відношенні є методи, розроблені радянськими іхтіологами ще в 20-30 роках, надійність результатів яких спирається на глибоку емпіричну інформованість. Ці матеріали базуються на обліку молоді, зв'язку врожайності поколінь з умовами середовища, на даних про величинах промислового поповнення і залишку, зростанні і фактори, що впливають на його швидкість, віці дозрівання виробників, їх плодючості і періодичності нересту, віковому складі стада, величинах промисловий і природною убутку і ін.

Великим досягненням науки є створення цілого методичного спрямування - методів, відомих в літературі як біостатичний облік складу поповнення, метод віртуальних (фактичних) популяцій, когортний (за поколіннями) аналіз.

Таке різноманіття в назвах виправдано, так як підкреслює особливості конкретної методики, проте в основі їх знаходиться загальний принцип - відновлення чисельності поколінь за даними величинам уловів і їх вікового складу. Цей принцип вперше запропонований А.Н. Державіним (1922), розвивався і вдосконалювався спочатку вітчизняними (Бойко, 1934;

Чугунов, 1935; Монастирський, 1935; Дементьєва, 1952), а потім зарубіжними дослідниками (Gulland, 1966; Schumacher, 1970).

Одночасно з цим розвивався інший напрямок, заснований на спробі розробити «формальну» теорію життя риб, що містить узагальнене уявлення основних закономірностей, що характеризують кількісні зміни в популяції.

Останнім часом ці методи стали називати математичними, на відміну від першої групи методів, що відрізняються відсутністю в їх арсеналі елементів математики. Насправді ж всі існуючі методи оцінки чисельності містять математичний апарат: один простіший, при якому найчастіше використовується попередній емпіричний аналіз зв'язків між умовами середовища і станом популяції або між окремими її параметрами і подальшою аппроксимацією даних в кожному конкретному випадку, інший більш складний, де, як правило, реалізується універсальне стандартизоване уявлення про основні закономірності всередині популяції чи в зв'язках її з середовищем, так що вид кривих, відображаючих ці закономірності, буває зумовлений; а специфіка конкретного об'єкта позначається лише на коефіцієнтах задалегідь обраних рівнянь.

Беручи до уваги найбільш характерні риси кожного напряму, можна назвати методи, об'єднані в одну групу емпіричними (досвідченими), в іншу стандартизованими (формалізованими). Зрозуміло, треба мати на увазі, що в основі стандартизації лежать ті ж дослідження, а емпіричні методи містять деякі стандартні прийоми.

Перевагою стандартизованих методів є зручність їх формалізації і пов'язана з ним і оперативність отримання необхідної інформації, недоліком - небезпека використання невірних передумов, що орієнтуються на одну зі стандартних схем розрахунку, що може привести до висновків, далеким від конкретної ситуації. Застосування емпіричних методів дозволяє забезпечувати більшу надійність отриманих даних стосовно до конкретного об'єкта, але теоретичне узагальнення результатів при цьому не завжди допустимо.

Що стосується окремих, умовно ізольованих популяцій серед оціночних методів, що дають кількісну характеристику запасу, найбільш популярний в даний час віртуально-популяційний аналіз (VPA). У ньому використовується принцип відновлення промислової частини поколінь за віковим складом уловів, тобто той же принцип, на якому заснований біостатистичний метод розрахунку щодо величини запасу.

Введення в схему обчислень показника природної смертності та універсального рівняння, що характеризує взаємозв'язок чисельності вікових груп поколінь, дозволяє перейти до оцінки абсолютного запасу. Однак точність прогнозу, отриманого методом VPA в порівнянні з біостатистичним методом - нижче.

Фактичні дані, покладені в основу різних модифікацій біостатистичного методу, дозволяють оцінити рівень чисельності тільки вступили в промисел поколінь. Екстраполяція ж початкової чисельності, здійснювана при використанні VPA, Цілком залежить від того, наскільки фактичне зменшення популяції відповідає прийнятим законом динаміки смертності. У зв'язку з цим заслуговує на увагу безпосереднє визначення чисельності ще не вступили в промисел поколінь, яке проводиться шляхом обліку молоді, що живе на певній площі. Виконаний таким чином розрахунок увійшов в практику під назвою методу обліку складу поповнення (Дементьєва, 1952; Монастирський, 1952), що зарекомендував себе як один з найбільш надійно виправдовуються методів прогнозування. Введення в алгоритм розрахунків коефіцієнтів природної смертності, диференційованих за віком (Бойко, 1964; Тюрін, 1972), значно підвищують точність оцінок, особливо, якщо коефіцієнт природної смертності використовується з урахуванням мінливого по роках вікового складу стада. Техніка обліку та методика оцінки поповнення постійно удосконалюються

Питання для самоперевірки

1. Назвіть етапи схеми Р. Джеймса, яка дозволяє давати прогнози з завчасністю 48 годин?
2. Дайте визначення короткострокового, довгострокового, перспективного прогнозування уловів.
3. Назвіть методи оцінки рибних запасів і прогнозів вилову.

Практична робота № 4

Тема: МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПУЛЯЦІЙ

Мета: ознайомитися з методами дослідження популяції.

Завдання: вивчити варіаційно-статистичний, цитогенетичний, генетико-біохімічний і фенетичний методи дослідження популяцій.

При популяційних дослідженнях і для розпізнавання таксономічних груп риб в сучасній іхтіології використовується кілька методів, в тому числі варіаційно-статистичний, цитогенетичний, генетико-біохімічний і для популяції фенетичний.

Варіаційно-статистичний метод

Досить надійним засобом для розпізнавання таксономічних груп риб є варіаційно-статистичний метод, що включає описову характеристику риб і математичну оцінку кожної ознаки.

Методи варіаційної статистики висвітлені в посібниках та підручниках, якими користуються вітчизняні іхтіологи. Цими методами можна характеризувати будь-яку вибірку (групу риб) за основними статистичними показниками, використовуючи метод випадкового відбору риб для біологічного аналізу.

Зазвичай, якщо матеріалу досить, аналізують однорідні вибірки, що включають 50 екз. Такий обсяг дозволяє отримати достовірні статистичні показники біологічних характеристик при заданому рівні значущості, досить обґрунтовано оцінити загальну мінливість виду, а також з'ясувати природу і ступінь внутрішньо- і міжпопуляційної його мінливості.

Первісна інтерпретація вихідної цифрової інформації зводиться до вивчення розподілу ознаки у вибірці, побудови варіаційних рядів, визначення величини класового проміжку і частоти народження особин за кожним класом і за кожною ознакою.

Побудова варіаційних рядів і аналіз кривих розподілів дозволяє краще побачити свій матеріал і оцінити його біологічну сутність.

Коли варіаційна крива має не одну, а, наприклад дві-три вершини, можна припустити, що досліджуваний матеріал являє собою генетично неоднорідну групу особин. Аналіз кривих розподілу ознаки завжди корисний як контроль математичної оцінки результатів вимірювань.

У біологічних дослідженнях для статистичної обробки великої вихідної цифрової інформації застосовуються математичні формули, які є алгоритмами багатьох програм, що розробляються ЕОМ різних систем.

Для оцінки ступеня схожості двох і більше популяцій риб застосовується показник трансгресії, який виражає частку спостережень, що перекриваються, в сумі обох розподілів при попарному порівнянні морфологічних ознак у одновікових вибірок.

Вивченню достовірності відмінностей двох або декількох вибірок останнім часом надається велике значення, оскільки не вироблена єдина оцінка достовірності відмінностей між вибірками. Факторний аналіз одночасно оцінює дисперсію або розкид, багатьох ознак, або об'єктів і, концентруючи інформацію великого числа ознак в декількох факторах, істотно полегшує вирішення проблем класифікації. Використовуючи факторний аналіз, можна відокремити істотні ознаки від несуттєвих, визначити їх інформативність, взаємозв'язок і заміність, кількісно охарактеризувати діагностичну цінність і т.д..

Середні значення ознак і кордони довірчих інтервалів генеральної середньої дозволяють більш точно визначити значення кожної ознаки окремо і виявити достовірні відмінності між вибірками по досліджуваним ознаками. Саме ці показники поряд з іншими статистичними показниками можуть бути в комплексі використані в якості критеріїв для виявлення інформативних таксономічних критеріїв для виявлення інформативних таксономічних ознак, що характеризують морфологічну специфіку виду при вивченні систематики риб.

Цитогенетичний метод

Як відомо, термін «каріотип» запропонував вітчизняний цитолог і ботанік Г. А. Левитський, опублікувавши в 1931р. роботу «Морфологія хромосом і поняття «каріотипу» в систематиці». Макоедов А.Н. (1999) на підставі власних і літературних даних висловив думку, що еволюція організмів зазвичай йде двома шляхами. У першому випадку каріотип може лишатися практично незмінним у сильно диверговних груп. У другому, істотні каріологічні відмінності можуть виявлятися у близьких видів. В міру розвитку техніки каріотипування і розширення робіт в цьому напрямку стало ясно, що в еволюційних перетвореннях хромосомного набору визначальне значення має наявність системи заборон і дозволів на ті чи інші типи хромосомних перебудов. Дослідження останніх років ще раз показали, що каріотип в ряді випадків може виступати інтегруючою ознакою для цілих родів і навіть родин.

В основному еволюція каріотипу може йти двома шляхами. По-перше, за рахунок зменшення або збільшення кількості хромосом в наборі при незмінному числі хромосомних плечей. По-друге, за рахунок збільшення або зменшення числа хромосомних плечей при сталості числа хромосом. Треба відзначити, що в дійсності ці тенденції в різного ступеня доповнюють один одного в ході еволюції хромосомних наборів тієї чи іншої групи.

Обговорюючи питання про еволюційні перетворення каріотипу, неможливо залишити без уваги проблему хромосомної мінливості на видовому і популяційному рівнях. Для деяких видів доведено, що в клітинах, пов'язаних спільністю свого походження, відносно розташування хромосом не випадково. Більш того, кожна хромосома стійко зберігає своє становище щодо інших не тільки в метафазі, але і в проміжках між поділами.

Крім того, не можна не враховувати, що відхилення кількості хромосом на одержуваних метафазних пластинках від модального значення можуть бути обумовлені впливом використовуваних методик.

Генетико-біохімічний метод

Початкові етапи розвитку біохімічної генетики пов'язані з роботами, виконаними в другій половині 50-х років минулого століття. Саме тоді були розроблені способи, що дозволяють проводити електрофоретичний поділ білків і гістохімічне фарбування електрофореграм. Був запропонований новий метод, досить надійний, простий і придатний для масових аналізів. Виявилось, що більшість ферментів представлених у тварин і рослин декількома формами, званими ізозимами або ізоферментами. За визначенням, ізоферменти - це молекулярні форми ферментів, які виявляються у особин одного і того ж виду, що володіють субстратною специфічністю, але різняться своєю первинною структурою і фізико-хімічними властивостями, рухливістю в електричному полі, спорідненістю до субстрату і інгібіторів, термостабільністю і т.д. Сучасне трактування ізозимів має на увазі генетично обумовлені варіанти ферментів, на відміну від неуспадковоємих змін білків - конформацій. Крім ізоферментів, як відомо, існують білки, що не володіють ферментативною активністю. Алельні варіанти їх називають зазвичай аллоформами. Використання електрофореза для виявлення варіантів білків дозволяє досить надійно визначати гетерозиготи і гомозиготи в досліджуваній вбірці. На жаль, не завжди просто на основі електрофореграм ідентифікувати генотипи. Труднощі зазвичай пов'язані з наявністю декількох конформаційних станів одного ізозимів. Дуже важко

піддаються розшифровці електрофореграми, на яких зони активності в гелях, що відповідають різним ізозимам, сильно зближені або навіть повністю збігаються. Найбільш ефективним способом, що дозволяє вийти на визначення генного контролю того чи іншого поліморфного фокуса, є гібридологічний аналіз. Для цього проводять схрещування особин з різними білковими фенотипами і подальше електрофоретичне дослідження потомства.

Переваги вивчення генетичної мінливості, пов'язані з електрофоретичним поділом білків, привели до збільшення швидкості проникнення цього методу в популяційно-генетичні дослідження.

Популяційно-фенетичний метод

Фенетичний підхід полягає у виявленні та вивченні дискретних варіацій будь-яких ознак (морфологічних, фізіологічних і т.д.), маркуюючих своєю присутністю генетичні особливості різних груп особин всередині виду.

Більш докладно всі перераховані методи викладаються в спеціальних інструкціях.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть методи дослідження популяцій і таксономічних груп риб.
2. Дайте визначення варіаційно-статистичному, цитогенетичному, генетико-біохімічному, популяційно-фенетичному методам.

Практична робота № 5

Тема: ФАКТОР ПРИРОДНОЇ СМЕРТНОСТІ І МЕТОДИ ЙОГО ВИЗНАЧЕННЯ

Мета: ознайомитися з факторами, що впливають на смертність риб та методами їх визначення.

Завдання: вивчити визначення природної, загальної смертності та смертності від уловів, коефіцієнта природної смертності.

За П.В.Тюрніним (1963) «смертність від промислу або вилову» - це спад частини популяції в результаті її вилучення промислом. Ставлення виловленої частини популяції протягом року до величини всієї популяції на початку року, виражене у відсотках, буде характеризувати собою «коефіцієнт вилову» даної популяції (F).

«Природна смертність» - загибель частини популяції, що викликається усіма іншими причинами (недоліком кормів, хижаками, хворобами і т.д.) крім промислу. Ставлення відмерлої частини популяції протягом року до величини всієї популяції на початку року, виражене у відсотках, буде характеризувати собою «коефіцієнт природної смертності» даної популяції (M).

«Загальна смертність» - це сумарний спад частини популяції в результаті вилову і природної смертності ($Z = F + M$).

Першим вченим в галузі вивчення закономірностей загальної убитку поголів'я стада промислової риби від вилову і природної смертності був Ф.І.Баранов. У роботі, опублікованій у 1918 р. Баранов Ф.І. виклав теорію динаміки стада промислової риби на прикладі ізольованої водойми, де промисел має постійну інтенсивність, стадо риби постійно поповнюється новими поколіннями, абіотичні і біотичні умови середовища також постійні. Головні положення, до яких прийшов Ф.І.Баранов, зводяться до наступного:

1. Спад населення промислової риби, за винятком промислових вікових груп, йде по негативній показовій кривій (спадної геометричної прогресії).

2. Коефіцієнт вилову не повинен перевищувати коефіцієнта природної смертності.

3. Зі збільшенням мінімальної промислової заходи маса улову спочатку зростає, а потім починає падати.

На закінчення Ф.І.Баранов обумовлює, що його теорія не є всеосяжною, що умови промислу в багатьох випадках відрізняються від розібраних і піддаються періодичним коливанням. У роботі 1925 р.

Ф.І.Баранов, розвиваючи свою теорію, запропонував метод визначення граничного віку риби в уловах в залежності від інтенсивності рибальства на підставі середніх проб в 250, 500, 1000 примірників. Згідно Ф.І.Баранову, якщо наше уявлення про улов виходить з перегляду проби, приблизно в 500 прим., якщо граничною (найстарішою) ми вважаємо ту вікову групу, яка буде представлена в цій пробі одиничним екземпляром, то питання про визначення граничного віку риб зведеться до знаходження числа членів геометричної прогресії, сума якої дорівнює 500, останній член дорівнює одиниці, а знаменник відповідає заданій інтенсивності рибальства. В результаті відповідних розрахунків Ф.І.Баранов приводить таблицю 6 граничних вікових груп риб при різних показниках інтенсивності рибальства, точніше коефіцієнтів загальної смертності для різних за кількістю примірників середніх проб. Ця таблиця природно має і зворотну силу: за граничним віком риби в середній пробі можна визначити коефіцієнт загальної смертності. Останній показник потрібно визначати набагато частіше, ніж граничний вік виловленої риби.

Таблиця 6 - Промислова чисельність поколінь різних років народження з улову цьоголітків

Показники	Рік народження покоління						
	1956	1957	1958	1958	1960	1961	1962
Кількість цьоголітків на 1 ч тралення	20	32	52	62	83	134	90
Промислова чисельність покоління, млн.екз.	131	156	170	197	205	250	?

Спочатку Ф.І.Барановим, а потім П.В.Тюріним розроблені універсальні таблиці (табл. 7) (рис. 4) і побудовані криві переживання різних риб, включно з давніми. Криві мають вигляд параболи. Показники асиметрії кривих темпів природної смертності у риб знаходяться в межах 35:65 з деякими коливаннями в ту чи іншу сторону. Для побудови кривої темпів природної смертності виду необхідно мати три точки, з яких дві

крайні відображають дуже високу смертність на першому році життя і в кінці життєвого циклу, а третя відповідає найменшій смертності в центрі середніх вікових груп. За допомогою цих таблиць (графіків) можна визначити теоретично граничний вік риб, якому відповідав би шуканий найменший коефіцієнт смертності.

Таблиця 7 - Експоненціальна таблиця для визначення найменших показників природної смертності риб в середніх віках

Граничні віки риб у залежності від показника загальної смертності та величини проб (по Ф.І.Баранову, 1925)					Теоретичні(потенційні) граничні віки риб, відповідні найменшим показникам природної смертності, в залежності від їх відносної середньої маси у водоймі (по П.В.Тюрину, 1963)					Теоретичний граничний вік для	K _{с.м} в середніх віках, %
K _{заг.см} , %	Кількість риб у пробі, екз.				Дуже мала (<2%) 5000	Мала (2-10%) 1000	Середня (10-20%) 25000	Висока (20-40%) 50000	Дуже висока (>50%) 10000		
	100	250	500	1000							
90	3	3,5	3,5	4	4,5	5	5,5	5,5	6	4	90
80	4	4,5	4,5	5	6	6,5	7	7,5	8	5	80
70	5	5,5	6	6,5	7,5	8	9	9,5	10	6,5	70
60	6	6,5	7	8	9,5	10	11,5	12	13	8	60
50	7	8	9	10	12	13	14,5	16	17	10	50
40	8,5	10	11	13	15,5	17	19	20,5	22	13	40
30	10,5	13	15	17	21	23	26	28	30	17	30
20	15	19	22	25	31	35	39	42	45	25	20
10	23	32	39	45	60	67	75	82	89	45	10
5	36	52	64	78	109	122	140	153	166	78	5

Примітка:

1. Групи «відносної біомаси» або «чисельності» риб ґрунтуються на біомасі споживаного корму. Судження про питому біомасу видів риб робиться або на підставі надійних даних промислової статистики, або на підставі спеціальних аналізів і даних з експериментальних уловів різних знарядь і в різних ділянках водойм.

2. Для точної інтерполяції параметрів слід застосовувати додається до таблиці графік.

3. Дуже численні види, що складають в даній водоймі переважну частину (не менше половини) річного улову (сюди, перш за все, відносяться дрібні і скоростиглі види);

численні види - складові 20-40% річного улову; види середньої чисельності - від 10 до 20% річного улову;

нечисленні види - від 2-3 до 10% річного улову; вельми нечисленні види - не менше 2% річного улову (сюди відносяться, перш за все, довговічні або великі за розмірами види).

У довговічних видів темпи природної смертності протягом тривалого часу постійні і зростають лише до старості. У видів з коротким життєвим циклом зростання смертності починається раніше і постійно прогресує з віком.

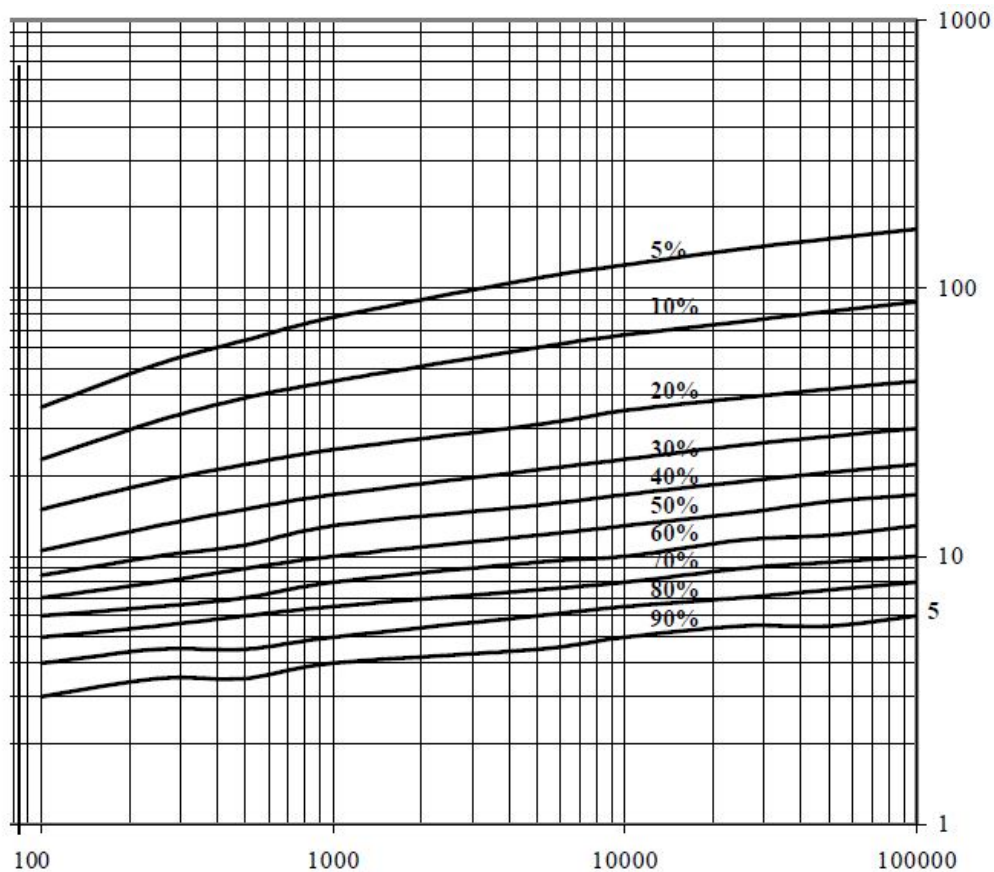


Рис.4. Логарифмічна номограма для визначення теоретичного (експоненціального) граничного віку риби і відповідного йому річного найменшого показника природної смертності в середніх віках, % (ордината - вік в роках; абсциса - число риб в «середніх» пробах і в «групах відносної чисельності по біомасі »).

Таким чином, при визначенні коефіцієнта природної смертності завдання полягає у встановленні «природного граничного віку», що можливо за літературними даними, наприклад, за фактами затримання рідкісних за розмірами і віком примірників; велику цінність можуть представити дані археологічних розкопок; матеріали досліджень свідомо незайманих водойм, де граничні віки можуть бути встановлені безпосередніми спостереженнями; при стабілізованому промислі - теоретичними розрахунками на підставі цілком репрезентативних проб з промислових уловів по таблиці Ф.І.Баранова, доповненої П.В.Тюріним стовпцями середніх проб в 5 тис., 10 тис., 25 тис., 50 тис. і 100 тис. прим .;

в разі припинення рибальства (як це буває під час війни або з інших причин) можуть бути отримані дані про граничні віках риб, життєвий цикл яких не перевищує періоду запуску. В даний час коефіцієнт природної смертності у риб визначають з улову тралів, за результатами мічення, математичними і графічними методами та ін.

Згідно з методом В.А.Ріхтера і В.Н.Єфанова, середня величина природної смертності (M) пов'язана з часом масового дозрівання (t) емпіричною залежністю (1):

$$M = \frac{1,521}{t \cdot 0,720} - 0,155, \quad (1)$$

Де t - одна четверта граничного віку.

За методом Алверсон-Карні коефіцієнт природної смертності визначається за формулою (2):

$$M = \frac{3K}{e^{TK} - 1}, \quad (2)$$

де T - час кульмінації біомаси покоління

K - коефіцієнт катаболізму в рівнянні зростання риб Берталанфі

$$L_t = L_\infty \cdot (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (3)$$

Де L_∞ - граничний розмір риби;

k - константа (швидкість досягнення цього розміру);

t_0 - граничний вік риб;

e - основа натурального логарифма (2,72).

t - одна четверта граничного віку.

$$k = \frac{L_\infty - L_t}{L_\infty};$$

Найменші промислові розміри визначають по кульмінації іхтіомаси популяції, знайденої з урахуванням коефіцієнта природної смертності. При

цьому віковій групі, при яких їхтіомаси має вищі показники, повинні вступати в нормальну промислову експлуатацію.

Таблиця 8 - Визначення віку каспійського осетра, відповідного його найменшому промислового розміром

Вік, роки	Вихідна чисельність за віком, шт.	Загибель при природній смертності	Довжина абсолютна, см	Маса 1 екз., кг	Маса вікової групи, кг
2	1000	70	43	0,65	650
3	930	65	56	1,3	1210
4	865	61	64	1,9	1645
5	804	56	71	2,5	2010
6	748	52	78	3,45	2580
7	696	49	83	4,0	2780
8	647	45	89	5,0	3230
9	602	42	93	5,6	3370
10	560	39	100	6,8	3810
11	521	36	107	8,1	4220
12	485	34	115	9,3	4510
13	451	32	120	11,1	5000
14	419	29	125	12,8	5360
15	390	27	139	14,2	5540
16	363	25	-	15,3	5550
17	338	24	-	16,5	5580
18	314	22	-	17,8	5580
19	292	20	-	19,2	5600
20	272	19	-	20,7	5630
21	253	18	-	21,0	5300
22	235	-	-	21,4	5030

Визначивши коефіцієнт природної смертності і знаючи ваговий зростання осетра за віковими групами, неважко розрахувати, як наростає їхтіомаси по віковим групам, і вирішити питання, до якого віку слід охороняти молоді вікові групи від передчасного вилову. Ці розрахунки наведені в табл. 7.

При подібних розрахунках найзручніше виходити з 1000 прим. і рахунок починати з дворічного віку, враховуючи, що в перші два роки коефіцієнт природної смертності вищий. Дані таблиці свідчать, що у каспійського осетра, не дивлячись на спад популяції від природних причин, їхтіомаси неухильно зростає до 20-річного віку, після чого

починає падати. Кульмінація іхтіомаси в популяції доводиться на віки 17-20 років; ці вікові групи і повинні вступити в нормальну експлуатацію.

Статева зрілість самців настає у віці 8-14 років, у самок - у віці 14-20 років. Найменший промисловий розмір повинен відповідати віку 17 років, коли абсолютна довжина дорівнює приблизно 135 см. При такій довжині самці статевозрілі все, а самки - в більшості.

При визначенні найменших промислових розмірів хижаків необхідно враховувати підвищення показника кормового коефіцієнта з віком. Ця закономірність певною мірою властива і мирним риbam, у яких вона компенсується підвищенням якості та вартості рибної продукції. Але у хижаків при перекладі на першоїжу кормові коефіцієнти зростають до вельми великих величин. У молоді щуки, яка споживає три вагових одиниці плотви, в трьох-чотирирічному віці цей показник зростає до 5 одиниць.

Іхтіомаси щуки бурхливо зростає з віком, кульмінація іхтіомаси падає на 7-8 однорічні групи. З огляду на різке зростання показника кормового коефіцієнта щуки з віком, доцільно ловити щуку з трирічного віку, тобто на 4 роки раніше досягнення кульмінації іхтіомаси.

Статевої зрілості щука досягає в 3-4 роки, отже, найменший промисловий розмір повинен відповідати віку першої статевої зрілості.

Коефіцієнти природної смертності дуже різні і пов'язані з тривалістю життя особин в популяціях видів. В даному відношенні риб можна розділити на три основні групи. До першої групи належать досить довговічні риби з пізнім настанням статевої зрілості. Живуть понад 30 років. Коефіцієнт природної смертності низький (16%). Кульмінація наростання іхтіомаси (з урахуванням природної смертності) настає при масовій статевій зрілості виду (осетер), іноді пізніше (стерлядь). Коефіцієнт вилову вище коефіцієнта природної смертності. Тому обмеження в промислі обов'язкові: головні з них: а) лімітування улову; б) охорона нерестовищ і пропуск на них достатньої кількості виробників; в) охорона від передчасного вилову молодих вікових груп шляхом встановлення найменших промислових розмірів, відповідних віку настання масової половозрілості виду.

До другої групи належать риби із середньою тривалістю життя в межах 15-25 років, масова половозрілість настає у віці (4) 5-7 (8) років. Коефіцієнт природної смертності від 20 до 35%. Кульмінація наростання іхтіомаси у одних видів збігається з віком масової половозрілості (судак, лящ) або навіть перевищує його (щука), у інших видів - при досягненні лише початкового статевого дозрівання (сиги); коефіцієнти вилову риб дорівнюють або перевищують коефіцієнти їх природної смертності. Тому на промисел цінних видів риб цієї групи повинні існувати такі ж обмеження, які вказані в відношенні риб першої групи.

Найменші промислові розміри мирних видів даної групи повинні приблизно на один рік передувати віком, при якому вид досягає найвищих показників іхтіомаси. У хижих риб цієї групи має враховуватися збільшення показника КК (кормового коефіцієнта) з віком. Тому їх найменші промислові розміри повинні відповідати віку, на 2-4 роки, що передре досягненню кульмінації іхтіомаси.

До третьої групи належать види з дуже коротким життєвим циклом, швидкостиглі. Живуть зазвичай від 3 до 10-13 років. Статевої зрілості досягають у віці 1-3 років. Коефіцієнт природної смертності дуже високий (90-40%), тому кульмінація наростання іхтіомаси відбувається на першому або другому-третьому роках життя. У цю групу можуть бути віднесені такі широко поширені види, як йорж, окунь, плотва, укля та багато інших малоцінні види, зазвичай численні. Коефіцієнт вилову зазвичай нижче коефіцієнтів їх природної смертності. У зв'язку з цим промисел на них може бути підвищений шляхом вилучення частини популяції, яка неминуче гине в результаті природної смертності.

Відносно цінних видів риб цієї групи доцільно встановити терміни або ділянки лову, які обмежують чи забороняють лов нерестової або виснаженої і некондиційної риби, а також найменші розміри вічка в знаряддях лову, відсівають, якщо це необхідно, першу вікову групу.

У видів, життєвий цикл яких дорівнює одному року, тобто коефіцієнт природної смертності дорівнює 100%, цей коефіцієнт, природно шляхом прямого вилучення частини популяції промислом знижується на такий відсоток, який являє собою сам вилов. У видів середньої довговічності не можна собі уявити такого положення, що підвищення коефіцієнта вилову, припустимо на 10%, знижувало б коефіцієнт природної смертності на ті ж 10%. Насправді це зниження може бути пропорційно кореням з послідовно зростаючими ступенями в залежності від довговічності виду.

Кожній окремій популяції того чи іншого виду властивий свій коефіцієнт природної смертності і свій тип динаміки наростання іхтіомаси. При цьому у видів з великим ареалом південні популяції мають більш високі, а північні популяції більш низькі коефіцієнти природної смертності. У зв'язку з цим, повинні бути різними і найменші промислові розміри риб.

Залежно від коливань чисельності популяції по роках в цілому і по окремих поколіннях, а також забезпеченості їх кормом темп зростання у риб може змінюватися. У зв'язку з цим, може змінюватися динаміка наростання іхтіомаси, вік і розміри риб при настанні статевої зрілості. Все це може зумовити зміну найменших промислових розмірів в ту або іншу сторону. Звідси випливає необхідність систематично контролювати встановлені правилами рибальства найменші розміри промислових риб.

Практично молодь риб виловлюється в величезних кількостях, у багато разів перевищують встановлені правилами рибальства норми.

Відбувається це в багатьох випадках тому, що лов ведеться на місцях нагулу, де мешкають і дорослі і молодші вікові групи різних видів. По суті лов в таких районах повинен бути заборонений.

Чинними правилами рибальства дозволяється прилов риби непромислового розміру: для неводів і пасток не більше 5%, а для інших знарядь лову не більше 8% за рахунком від улову риб за притонення або перегородку.

Біологічна основа дозволеного прилову молоді полягає в тому, щоб відсоток прилову молоді (за рахунком) виходив з коефіцієнта природної смертності охороняється виду. У тому випадку, коли вид нечисленні, відсоток прилову молоді (за рахунком), допустимий в розмірі коефіцієнта природної смертності виду, що охороняється. Якщо вид численний і займає в уловах стійке положення протягом ряду років, відсоток допустимого прилову може бути рівним полуторному або подвоєному коефіцієнту природної смертності охороняється виду. У сенсі дуже нечисленних і особливо цінних видів (осетрових) необхідно зробити виняток, а саме заборонити всякий прилов, а в разі затримання молоді вимагати випуску її назад у воду.

Питання для самоперевірки.

1. Дайте визначення природної, загальної смертності та смертності від уловів.
2. З чим пов'язаний коефіцієнт природної смертності
3. Як визначається коефіцієнт природної смертності?
4. Головні положення теорії динаміки стада промислової риби на прикладі ізольованої водойми Ф.І.Баранова.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Баранов Ф.И. Техника промышленного рыболовства. – М.: Пищепромиздат, 1960.
2. Дементьева Т.Ф. Биологическое обоснование промысловых прогнозов. – М.: Пищевая промышленность, 1976.
3. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. – М.: «Пищевая промышленность», 1974. – 447 с.
3. Меншуткин В.В. Математическое моделирование популяций и сообществ водных животных. – Л.: «Наука», 1971. – 196 с.
4. Засосов А.В. Динамика численности промысловых рыб. – М.: «Пищевая промышленность», 1976. – 312 с.
5. Засосов А.В. Уравнения теории рыболовства и способы их решения. – М.: «Пищевая промышленность», 1969. – 144 с.
6. Анохин Л.В. Закономерности изменения плодовитости рыб. – М.: Наука, 1969. – 234 с.
7. Пак С.В. Математическое моделирование динамики популяции с раздельным местообитанием молодежи и взрослых рыб. – М.: ВЦ АН СССР, 1988. – 36 с.
8. Йоргансен С.Э. Управление озерными системами. (пер. с англ.). – М.: Агропромиздат, 1985. – 159 с.
9. Ивлев В.С. Принцип математического моделирования динамики промысловой популяции рыб // Труды совещания по динамике численности рыб. – 1961. – С. 185-196.
10. Шульман Г.Е., Руденко С.Ю. Продуктивність риб Чорного моря. – К.: Наукова думка, 1990. – 185 с.
11. Злобін Ю.А. Основи екології. – К.: Лібра, 1998. – 248 с.