

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

**05-03-103М**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни  
**«Теорія динаміки популяції риб»** для здобувачів вищої освіти  
другого (магістерського) рівня за освітньо-професійними  
програмами «Водні біоресурси» та «Охорона, відтворення та  
раціональне використання гідробіоресурсів» спеціальності  
207 «Водні біоресурси та аквакультура»  
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-  
методичною радою з якості  
ННІ агроєкології та землеустрою  
Протокол № 8 від 18.05.2021 р.

Рівне – 2021

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Теорія динаміки популяції риб» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійними програмами «Водні біоресурси» та «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів» спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Петрук А. М. – Рівне : НУВГП, 2021. – 47 с.

Укладач: Петрук А. М., к.с.-г.н., доцент кафедри водних біоресурсів.

Відповідальний за випуск: Полтавченко Т. В., к.вет.н., доцент; завідувач кафедри водних біоресурсів.

Керівник групи забезпечення спеціальності 207

«Водні біоресурси та аквакультура»

Сондак В. В.

### Зміст

Вступ .....	3
Практична робота № 1 Методи вивчення розмноження риб.	4
Практична робота № 2 Методи визначення чисельності риб.....	12
Практична робота № 3 Принципи і методи прогнозування уловів .....	24
Практична робота № 4 Методи дослідження популяцій.....	31
Практична робота № 5 Фактор природної смертності і методи його визначення.....	37
Тематика індивідуальних завдань.....	42
Список використаних літературних джерел.....	46

© Петрук А. М., 2021

© НУВГП, 2021

## Вступ

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни „Теорія динаміки популяції 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 популяції риб” студенти повинні знати: як впливають на динаміку чисельність популяції риб особливості живлення та забезпечення їжею, плодючість та умови 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 ймовірний вилов, визначати шляхи підвищення продуктивності популяції риб в водоймах. 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.

## Практична робота № 1

### 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 партеногенетичний, 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 партеногенетичний. 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, Cnragacandidae, в інших родинах гермафродитизм явище досить рідкісне. Як патологічне явище гермафродитизм відзначений у тріски, оселедця, лосося і деяких інших видів риб. Протогінія - більш раннє порівняно з сперматоцитів дозрівання овоцитів, в разі протоандрії - спочатку дозрівають сперматоцити. Діхогамія - неодноразове дозрівання чоловічих і жіночих гамет, внаслідок цього риби - гермафродити можуть бути спершу самцями, а потім самками. Гомогамія - одночасне дозрівання обох статей. При гермафродитизмі 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 сім'яники. Запліднення у більшості риб зовнішне. Внутрішнє запліднення характерно для хрящових, а також деяких костистих (морських окунів), багатьох коропозубоподібних (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 виметують мальків, розвиток яких, всередині материнського організму, відбувається по-різному. У яйцеживородящих – запліднена 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 поліциклічними, тобто розмножуються протягом життя по кілька разів. Моноциклічні риби після одноразового ікрометання гинуть (річковий вугор, тихоокеанські лососі, річкова мінога, ін.).

Вік настання статевої зрілості. Статеве дозрівання риб в більшій мірі залежить від довжини тіла, ніж від віку. 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 міжнерестовий 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 пристосувальною властивістю риб і направлена 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 кожен 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* (родина оселедцевих), 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 (оселедці роду *Alosa*, морська камбала). 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 полігамори. 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 рибу з весняним (щука, окунь, хариус, атлантичноскандинавські оселедці), річним (сазан, осетер, хамса) і осінньо-зимовим нерестом (сьомга, тихоокеанські лососі, сиви, минь, наваги). Терміни розмноження кожного виду, а, отже, і терміни викльову личинок і розвитку молоді пов'язані із забезпеченістю їх їжею. До поліциклічного типу з одноразовим виметанням статевих продуктів відносяться стародавні риби: круглороті, осетрові, рід океанічних оселедців (Clupea), корюшки, лососі, щуки, вобла, лящ, навага, минь, окунь, судак і ін. Для яєчника риби з порційним ікрометанням характерні наступні комплекси овоцитів: не розвиваються овоцити - «запас» і дозрівають овоцити різних фаз розвитку (фаза первісного нагромадження жовтка, фаза накопичення жовтком овоциту, фаза зрілого овоциту). При порційному ікрометанні, а, отже, і при дозріванні кожна «порція» може випереджати іншу на 10-15 днів. Про порційність ікрометання можна судити на підставі вимірювання діаметра ікринок в яєчнику в нерестовий період. Риби з цілорічним порційним дозріванням, а, отже, і з порційним ікрометанням, живуть переважно в тропічних і теплих водах, риби з одноразовим дозріванням гонад, але сезонним порційним ікрометанням живуть переважно в теплих і помірних водах: до них відносяться чорноморсько-каспійські оселедці, кільки або тюльки, шпроти, карась, сазан, червонопірка, лин, шемая, уклей, густера, сом, йорж. Порційне ікрометання є адаптацією 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 - ембріонами, личинками, мальками в яєчниках або яйцєводах (у хрящових риб), готових до вимету в цьому нерестовому 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 плідности закладається на стадії личинок (у міног і горбуші) і цьоголіток (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, яка викидається самкою за все життя. Експериментальні дані вказують на тісний зв'язок умов проживання та рівня потенційної і кінцевої плодючості. Він може відрізнятиса 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 плодючість. 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 (об'ємний) об'ємом 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 об'єму. 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 за плодючістю займають види, що відкладають ікру на рослинність і не виявляють турботи про потомство. У риб, які піклуються про потомство, спостерігається менша плодючість. Кількість і якість ікри знаходяться в залежності від маси довжини тіла, віку, жирності і ряду абіотичних і біотичних факторів, що має пристосувальне значення.

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

### 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 однієї 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 рибиходи 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 застосовані 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 даними уловів виметаних ікринок з урахуванням етапів і стадій розвитку, за середніми уловів личинок в період переходу їх на активне живлення, за середніми уловів цюголіток, 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 промисловому поверненню, і середнім уловів цьоголіток даного покоління є тісний зв'язок.

Перші спроби визначення чисельності риб за пелагічною ікромю були зроблені на трісці у 1892р. Гензенем 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 м<sup>2</sup>, на загальну площу моря, де зустрічалася ікра. Потім, беручи до уваги плодючість однієї самки, визначалося кількість самок, які віднерестилися: за співвідношенням 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 за глибинами, 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 за врахованою ікрою і личинками 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 умов 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 цьогорітки вважаються менш активними, ніж наступні вікові групи, і обловлюються 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 за кожним видом риби поштучно. Обсяг процідженої тралом води і площа облову розраховується за величиною розкриття трала і відстані його проходження в товщі води. Похибки у визначенні обловлюваних площ 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 риби: їх рухливість, активність, реакцію на знаряддя лову, зграйність, особливості розподілу та умови нагулу, до других - нерівності дна, конструкції знаряддя лову, зміни температури, погодні умови.

Таким чином, практично неможливо встановити єдиний коефіцієнт уловистості 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 уловистіший 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 за показниками ехолота, до вертикального розкриття трала.

Виходячи з багаторічної практики, похибка уловистості трала оцінюється в 60%. Вона в основному визначає точність розрахунку щільності риб за траловими уловам. Ще більш істотну погрішність отримують при екстраполяції отриманих даних за щільністю на всю водойму, де розподіл риби не рівномірний. Для зменшення дисперсії оцінки застосовують метод ізоліній, 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 обловлювані тралом. Більш того, при високій рухливості риб необхідна синхронна зйомка всієї досліджуваної акваторії, що не завжди можливо. У цих випадках доводиться робити 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 ехометричну 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 ехорахівниць 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 за контрольними уловами, 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 у 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. 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

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 убитку, 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 за інформацією, 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 рибпромисловими прогнозами.

Під короткостроковими рибпромисловим прогнозом розуміється науково обґрунтоване передбачення ділянок і термінів освіти промислових скупчень, а також ряду характеристик цих скупчень, таких як щільність концентрації (улов промислового зусилля), співвідношення видів і розмірностей 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 передує фонові зйомка району. При проведенні фонові зйомки дотримуються певних пошукових маршрутів галсів.

Для фонові зйомки 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 фонові зйомки 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.

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 ікротетання і ін.

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.

Основними факторами, що визначають виживаність ембріонів і мальків, 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 виживаемість ікри і личинок дуже низька.

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

### 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  $i$ , 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». Макоєдов 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 неспадкових 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 вибірці. 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 ізозімам, 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.), маркуючих 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  
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 популяції промислових риб на прикладі ізольованої водойми, де промисел має постійну інтенсивність,

популяція риб 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.

Таблиця 1

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.Тюріну, 1963)					Теоретичний граничний вік для $K_{г.см}$ в середніх віках, 0/	$K_{г.см}$ в середніх віках, 0/
$K_{заг.см}$ , %	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 умов різних знарядь і в різних ділянках водойм.

2. 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.

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 за таблицею 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 віки 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..

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.

#### ТЕМАТИКА ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ (САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ):

Закономірності динаміки популяцій риб Загальні біологічні закономірності формування промислового стада риб

Вплив умов відтворення на чисельність поколінь. Вплив клімату на довготривалі запаси. Зміни росту риби. Темп дозрівання поколінь та тривалість життєвого циклу риби. Значення кормової забезпеченості риби у формуванні чисельності поколінь. Вплив кількості та якості плідників на величину нащадків.

Динаміка структури та чисельності популяцій риби з різною тривалістю життя

Проблеми взаємодії промислу з популяціями риби. Залежність структури популяції від змін величини поповнення та

втрати. Форми зв'язку між чисельністю батьківських та дочірніх стад риб.

### Основні принципи побудови прогнозів динаміки популяцій риб.

Біологічні принципи побудови прогнозу динаміки стада риб. Довготривалий промисловий прогноз, елементи які він в себе включає: максимальна допустима величина вилову кожного виду риб; розмірний та віковий склад нерестового стада; статева структура нерестового стада: якісна характеристика (маса, жирність, вгодованість) риб кожної вікової групи.

### Запаси риб та фактори, які впливають на них.

#### Методи вивчення запасів риб.

Чисельність та управління чисельністю популяцій риб  
Фактори які впливають на чисельність популяцій риб: чисельність молоді, швидкість росту особин окремого виду, віковий склад нерестової популяції, величина поповнення та втрати.

### Сучасні методи визначення чисельності риб

Абсолютні та відносні методи. Абсолютні прямі та опосередковані методи. Метод ділянок, метод обліку чисельності мігруючих риб, метод мічення, метод оцінки абсолютної чисельності стада риб по інтенсивності видання кормів, аерофотографічний метод, гідроакустичний метод, біостатистичний метод оцінки запасів.

## Принципи побудови прогнозу динаміки стада риб.

### Основні методи і біологічні принципи прогнозування

#### МОЖЛИВОГО ВИЛОВУ

Оцінка чисельності та біомаси стад риб які експлуатуються промислом. Прогноз чисельності стада і можливості вилову на основі аналізу статистики уловів. Прогнози на основі аналізу гідрологічних умов водойми. Прогноз на основі аналізу чисельності окремих поколінь та співвідношення поповнення та залишку.

#### Схема побудови прогнозу вилову риб

Методи збирання та оброблення іхтіологічної інформації для визначення величини запасів та складання щорічних прогнозів вилову риб. Збір матеріалів з оцінювання складу промислового стада; розрахунок величини поколінь з промислової смертності; встановлення величини поповнення залежно від темпу дозрівання, плодючості і росту риб; визначення величини покоління, складання прогнозу величини можливого улову. Моделювання динаміки запасів риб на прикладі дніпровських водосховищ.

### Екологічне прогнозування іхтіофауни прісноводних

#### ВОДОЙМ

Зоогеографічне районування іхтіофауни. Іхтіофауна та фауністичні комплекси. Процес природної гібридизації. Фактори та механізми перебудови рибних угруповань. Основні принципи екологічного прогнозування складу рибного населення.

## Направлене формування іхтіофауни та управління чисельністю популяцій риб.

Розглядаються загальні методи формування іхтіофауни, в залежності від мети досліджень та характеристики водойми. Серед методів відокремлюються основні: вселення нових видів, пересадка плідників з інших водойм, меліоративний, спеціалізований відлов, установка ліміту та раціонального графіку волову риби, заборона вилову в окремий період окремих видів риби та інші.

### Закономірності динаміки популяцій риб.

Вивчення розмірно-вікової структури популяції риби.  
Вивчення статеві структури популяції риби та відтворювальних можливостей популяції риби. Визначення плодючості та ступеня зрілості статевих продуктів у риби. Вивчення етапів ембріонального, личинкового та малькового періодів розвитку риби. Визначення ефективності відтворення нерестового стаду риби.

### Запаси риби та фактори, які впливають на них.

#### Методи вивчення запасів риби

Визначення чисельності популяції риби різними методами. Розрахунок природної смертності у риби. Принципи побудови прогнозу динаміки стада риби. Складання короткострокових прогнозів вилову риби. Складання довгострокових прогнозів уловів риби.

Самостійна робота студентів з навчальної дисципліни поділяється на дві складові – підготовка до навчальних занять і виконання індивідуальних завдань. До початку навчальних занять студенти мають самостійно опрацювати рекомендований перелік літературних джерел.

Список використаних літературних джерел

Основний:

1. Андрющенко А. І. Ставове рибицтво: підручник. К. : Видавничий центр НАУ, 2008. 636 с.
2. Інтенсивні технології в аквакультурі : навчальний посібник / Р. В. Кононенко, П. Г. Шевченко, В. М. Кондратюк, І. С. Кононенко. К. : «Центр учбової книги», 2016. 410 с.
3. Козлов В. И., Никифоров-Никишин А. Л., Бородин А. Л. Аквакультура. М. : Колос, 2006. 445 с.
4. Перевезенцев Ю. А., Власов В. А. Рыбоводство. М. : «Мир», 2004. 458 с.
5. Технологія вирощування і годівлі об'єктів аквакультури півдня Росії. За редак. Андрющенка А.І. К. : Урожай, 2006. 212 с.
6. Товстик В. Ф. Рибицтво. К. : Навч. посіб. Х., 2004. 272 с.
7. Шерман І. М. Годівля риб. К. : Вища освіта, 2001. 269 с.
8. Шерман І. М. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риб. К. : Вища освіта, 2002. 128 с.

Додатковий:

1. Довідник рибовода. За ред.. П. Т. Галасуна. К. : Урожай, 1985. 184 с.
2. Перевезенцев Ю. А. Интенсивное прудовое рыбоводство. М. : Агропромиздат, 1991. 368 с.