

✓ +
Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии (ВНИРО) Госкомитета РФ по рыболовству

На правах рукописи

УДК 639.2.081.1 : 639.2.055

БОРОДИН РУДОЛЬФ ГЕОРГИЕВИЧ
КРИТЕРИИ И МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛА
МОРСКИХ БИОРЕСУРСОВ ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ

Специальность 05.18.17 - Промышленное рыболовство

Автореферат
диссертации на соискание
ученой степени доктора
технических наук

Москва
1997

Работа выполнена во Всероссийском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор **В.Н.Мельников**

доктор технических наук,
профессор, заслуженный деятель
науки и техники **В.Д. Кулагин**

доктор биологических наук **Т.Г.Любимова**

Ведущее предприятие - Межведомственная ихтиологическая комиссия
(Госкомитет РФ по охране окружающей среды, Госкомитет РФ по
рыболовству, Российская Академия наук)

Защита диссертации состоится " 17 " IV 1997г.
в 11 часов на заседании диссертационного ученого совета Д 117 01 01 при
Всероссийском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и
океанографии по адресу:
107140, Москва, В.Красносельская 17а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "12" IV 1997г.

И.о. Ученого секретаря
диссертационного совета

к.т.н. Э.А.Карпенко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Проблема рационального использования и охраны природных ресурсов относится к наиболее актуальным теоретическим и практическим задачам науки.

В Федеральной программе развития рыбной отрасли до 2000 года, принятой на правительственном уровне, первыми основополагающими задачами являются (Федеральная программа "Рыба", 1995г.):

- "- повышение эффективности использования сырьевых ресурсов;
- обеспечение воспроизводства и охраны рыбных запасов; ...
- развитие международного научно-технического сотрудничества и внешнеэкономических связей в области рыболовства".

Настоящая работа прямо относится к проблеме научного обоснования и повышения эффективности эксплуатации и сохранения биоресурсов Мирового океана, в частности, разработке и практическому применению критериев регулирования промысла, методов определения возможной добычи морских животных, сохранению и оценке перспектив возможного восстановления запасов и др. В данной работе большое внимание уделяется также и развитию научно-технического сотрудничества в рамках Международных организаций по рыболовству.

В настоящее время рыболовная деятельность государств проходит, как правило, в экономических зонах, где выделяются лимиты добычи, определяются районы промысла, ограничивается промысловое усилие и т.д. Все это приводит к конкуренции между странами и поэтому надежные и научно обоснованные рекомендации являются важным фактором при защите интересов отечественного рыболовства.

Разработка стратегии промысла и прогнозирование возможной добычи морских животных дает возможность оценить дальнейшие перспективы и масштабы промысловой деятельности. Для решения этой сложной проблемы необходимо комплексно учитывать экологические, политические, экономические, социальные и другие факторы.

многовидовом промысле (конкурирующие виды китов, "усатые киты - криль"); исследованы, обобщены существующие и разработаны новые биопромысловые критерии регулирования промысла морских животных; разработаны новые методы определения лимитов добычи (квот) и степени эксплуатации морских животных; разработаны новые методы оценки перспектив возможного восстановления охраны истощенных запасов и сохранения биоресурсов на определенном уровне; исследовано новое направление теории рыболовства - эффективность использования промысловых биоресурсов с учетом экономических факторов в условиях рынка; сделан анализ с помощью современных моделей "запас-промысел-потребитель" влияния основных экономических факторов в относительных единицах (цена на продукцию, стоимость затрат на промысловое усилие, рентабельность промысла, дисконтирование и др.) на уровне оптимальной эксплуатации биоресурсов; впервые в стране применены современные методы новой теории регулирования промысла для управления эксплуатируемыми запасами морских млекопитающих; впервые разработаны практические рекомендации по оптимальному режиму эксплуатации всех основных видов морских млекопитающих Мирового океана, получены новые оценки промысловых запасов и возможных уловов антарктических рыб; предложены практические рекомендации по стратегии и методам регулирования промысла морских живых ресурсов Антарктики.

Всего исследовано и даны рекомендации более чем по 35 промысловым запасам гидробионтов в разных районах Мирового океана.

В диссертации подведены итоги почти 30-летних исследований автора и продолжающихся в настоящее время, как часть комплексных разработок ВНИРО в области изучения и промышленного освоения биоресурсов Мирового океана.

Личный вклад отражают опубликованные работы, разработанные практические рекомендации, материалы, представленные в отечественные и международные рыбохозяйственные организации и др., которые содержат теоретические и эмпирические исследования автора.

Реализация результатов работы. Результаты исследований, отраженные в работе, были использованы при определении лимитов добычи и организации рационального промысла основных видов морских млекопитающих и основных промысловых видов рыб в водах Антарктики и др. (Справки-акты внедрения ВНИРО, ГОСКОМРЫБОЛОВСТВА).

Регулярно готовились прогнозы и практические предложения по возможным объемам добычи и эффективному использованию отечественного промыслового флота. Были разработаны и опубликованы Методические рекомендации "Критерии и методы управления промысловыми запасами морских животных", "Методические рекомендации по применению математических моделей для оценки запасов и возможной добычи морских животных" и др.

В работе отражены материалы, представленные автором на сессиях и заседаниях Научных комитетов Антарктической комиссии (АНТКОМ) и Международной китобойной комиссии (МКК) и ставшие, наряду с данными из других стран, основой для принятия практических рекомендаций.

Регулярно проводилась координация отраслевых рыбохозяйственных исследований. Совместно с коллегами организовывалась отраслевая школа - семинар. Материалы методических рекомендаций используют специалисты, занимающиеся рыбохозяйственными исследованиями биоресурсов Мирового океана.

Теоретическое и практическое значение работы. Теоретическое значение работы заключается в разработке и усовершенствовании теоретических основ определения возможной добычи, величины промысловых запасов, критериев и методов регулирования промысла морских животных. Теоретическое значение определяется созданием нового подхода к регулированию промысла морских животных и на его основе возможностью дальнейшего развития общей теории рыболовства.

Разработанная методология дала возможность подготовить автору типовые методические рекомендации и подойти к управлению промысловыми запасами с позиции системного анализа.

Практическое значение работы состоит в разработке научного обоснования и практических рекомендаций по организации оптимального промысла важнейших эксплуатируемых гидробионтов с целью получения наиболее эффективным путем наилучших результатов в отечественной рыбохозяйственной деятельности.

Результаты работы использовались для практических потребностей отечественного промышленного рыболовства в виде промысловых прогнозов и конкретных рекомендаций по наиболее важным видам морских гидробионтов:

- китов Антарктики и Северной части Тихого океана (финвалы, сейвалы, малые полосатики, серые киты и кашалоты); котиков о. Тюлений и Командорских о-вов; моржей Дальнего Востока; тюленей Белого моря; рыб (основные промысловые виды Антарктики, тунцы Северной части Тихого океана и др.)

Разработанные автором принципы и методы, теоретические и методические положения могут быть использованы в учебном процессе при подготовке специалистов в области промыслового использования и охраны биоресурсов Мирового океана.

Апробация работы. Результаты исследований апробировались на следующих совещаниях: 27-40 сессиях Международной китобойной комиссии (1974-1990гг., г. Кембридж, Брайтон, Лондон (Англия); Канберра (Австралия) и др.); Международное совещание по оценке состояния запасов кашалотов в Мировом океане (г. Ла-хойя, США, 1976г.); на заседании Консультативного совета по морским млекопитающим Ихтиологической комиссии (г. Москва, 1976, 1978гг.); на совещании-семинаре "Применение количественных методов для оценки промыслового запаса и возможного улова" (г. Батуми, 1976г.); на VI- IX-ом Всесоюзных совещаниях по изучению морских млекопитающих (г. Киев, 1975г., г. Симферополь, 1978г., г. Астрахань, 1982г., г. Архангельск, 1986г.); на совещании Научного комитета по малым полосатикам (г. Сиэтл, США, 1978 и 1981гг.); на совещании научного комитета МКК (г. Ла-хойя, США, 1979г.); на совещании по рациональной организации котикового хозяйства

в стране (г. Владивосток, 1976г.); на конференции "Экономическая эффективность научно-технического прогресса в рыбной промышленности СССР" (г. Москва, 1986г.); на Всесоюзной конференции молодых ученых "Научно-технический прогресс в рыбной промышленности (г. Москва, 1988г.); на Всесоюзной конференции по теории формирования численности стад промысловых рыб (г. Москва, 1982г.); на II-ом Всесоюзном совещании "Сырьевые ресурсы Южного океана и проблемы их рационального использования (г. Керчь, 1987г.); на отраслевой школе-семинаре по применению математических методов для прогнозирования уловов (п. Рыбное, 1983-1989гг.); на Всесоюзных школах-семинарах по методам анализа эксплуатируемых гидробионтов ВГБО АН СССР (г. Тарту, 1984г., г. Петрозаводск, 1987г.); на совещании Научного комитета МКК по охраняемым видам и аборигенному промыслу китов (г. Кембридж, Англия, 1987г.); на совещании Научного комитета МКК по малым полосатикам Южного полушария (г. Кембридж, Англия, 1986г.); на заседаниях Научного комитета Антарктической комиссии по сохранению морских живых ресурсов (АНТКОМ) (г. Хобарт, Австралия, 1985-1988гг.); на заседании Рабочей группы АНТКОМа по разработке стратегии сохранения морских живых ресурсов Антарктики (г. Хобарт, Австралия, 1988г.); на межлабораторном коллоквиуме лабораторий промышленного рыболовства, Антарктики, морских млекопитающих и системного анализа промысловых биоресурсов (ВНИРО, 1996г.)

Публикации. По теме диссертации опубликовано около 90 работ, в том числе монография (26,6 п.л.). Общий объем публикаций, принадлежащих лично автору, составляет около 70 п.л.

Объем работы. Работа изложена на 311 страницах машинописного текста, состоит из введения, пяти глав, списка использованной литературы из 337 наименований, включает 39 рисунков и 61 таблицу.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Теоретические основы принципов и методов анализа состояния запасов и промысла морских гидробионтов заложены в работах Ф.И. Баранова,

Н.Н.Андреева, А.В.Засосова, В.Н.Мельникова, Ю.В.Кадильникова, Г.В.Никольского, И.В.Никонорова, С.А.Студенецкого, Ю.М.Свирижева, А.И.Трещева, В.В.Меншуткина, С.Е.Шевцова, К.И.Юданова, Ю.Б.Юдовича, Д.Бивертонна и С.Холта, Д.Гулланда, В.Рикера, М.Шефера, Т.Дои, Н.Танака и др.

Дальнейшей разработке и практическому применению таких методов посвящены оригинальные работы В.К.Бабаяна, В.В.Блинова, Т.И.Булгаковой, Д.А.Васильева, П.С.Гасюкова, Ю.Н.Ефимова, Е.А.Криксунова, А.В.Мельникова, И.Г.Проценко, Ю.Т.Сечина, В.Л.Третьяка и др. Фундаментальных, обобщающих трудов по современным методам и критериям регулирования промысла морских млекопитающих до настоящего времени не было. Ранее автором (Бородин Р.Г., 1974, 1983, 1984) были сделаны попытки более широкого охвата и подробного исследования математических методов теории рыболовства, но в них не отражены полностью все стороны данной проблемы.

При этом следует отметить, что автор основное внимание уделяет разработке и совершенствованию критериев и методов регулирования промысла морских животных Южного полушария. Принципы управления запасами рыб обстоятельно рассмотрены в работах В.К.Бабаяна.

В 1-ой главе дается анализ существующих, усовершенствованных и разработанных автором методов определения величины промысловых запасов и возможной добычи на основе промысловой статистики.

Возможный улов в каком-либо году зависит прежде всего от величины промыслового запаса, промыслового усилия и возраста промыслового пополнения (селективности промысла).

При определенной величине промыслового запаса N_t , сведения о промысловом усилии f_t являются основным фактором, характеризующим давление промысла на запасы. Для уравновешенного состояния промысла улов на промысловое усилие C_t/f_t является показателем или индексом численности запаса.

Определение величины промыслового усилия - весьма трудоемкая задача, поскольку на промысле, как правило, работают различные суда различных

Наиболее перспективны для промысла запасы электроны Карлсберга. Для подрайона 48.3 рекомендован ОДУ = 109 тыс.т, в районе скал Шаг ОДУ=14,5 тыс.т. Также перспективны для промысла запасы антарктической серебрянки (промысловый запас оценивается на уровне 800 тыс.т) и светящийся анчоус (промысловый запас составляет около 12 млн.т, на выявленных участках, возможный вылов - 3 млн.т).

Результаты расчетов и практические рекомендации, разработанные автором наряду с другими, были использованы при составлении прогнозов и планов по уловам рыб, а также при отстаивании интересов отечественной промышленности в Международных организациях по регулированию промысла (CCALMR).

21. В настоящее время можно утверждать, что в Антарктике создано новое относительно уравновешенное (устойчивое) состояние экосистемы.

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Применение метода виртуальных популяций для оценки некоторых параметров промыслового стада рыб. Промышленное рыболовство сер. 2,1, 1972, М., ЦНИИТЭИРХ, с.25-26.
2. Оценка некоторых параметров промыслового стада рыб методом сравнения фактических и ожидаемых уловов (метод Аллена). Промышленное рыболовство сер. 2, вып.2, 1972, М., ЦНИИТЭИРХ, с.1-10.
3. Оценка степени влияния промысла на состояние запасов тунцов в центрально-восточной части Тихого океана. Промышленное рыболовство сер. 2, вып.4, 1972, М., ЦНИИТЭИРХ, с.20-35.
4. Применение методов математического моделирования для перспективного прогнозирования уловов трески в Северной Атлантике. Промышленное рыболовство сер.2, вып.12, 1972, М., ЦНИИТЭИРХ, с.1-17.
5. Некоторые аспекты регулирования промысла. Сборник трудов по промышленному рыболовству, вып.1, 1973, М., ЦНИИТЭИРХ, с.19-30.
6. Состояние запасов и промысла китов в Антарктике (методы исследования). Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана. Сер. 1, вып.2, 1974, М., ЦНИИТЭИРХ, 1-71 с.

7. Основные методы оценки динамики численности объектов рыболовства. Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана, сер.1, вып.3, 1974, М., ЦНИИТЭИРХ, 1-42 с. (И.Б.Буханевич, М.Я.Драпацкий, М.А.Павлов).

8. Некоторые аспекты современного состояния популяции котиков о.Тюлений. Материалы совещания по рациональной организации котикового хозяйства в стране, сер. 1, вып.7, 1975, М., ЦНИИТЭИРХ, с.5-6. (В.А.Владимиров).

9. К оценке современного состояния командорской популяции котиков. Материалы совещания по рациональной организации котикового хозяйства в стране, сер. 1, вып.7, 1975, М., ЦНИИТЭИРХ, с.7-8. (В.А.Владимиров).

10. Исследование математических методов оценки состояния запасов и промысла китов. Материалы VI Всесоюзного совещания. Морские млекопитающие. 1975, Киев. Тез. докл. Изд. "Наукова думка", с.53-54.

11. Оценка величины запасов антарктических сейвалов. Экономическая эффективность научно-технического прогресса в рыбной промышленности СССР, вып. 1, 1976, М., ЦНИИТЭИРХ. Тез. докл. С.124-125.

12. Исследование динамики численности антарктических финвалов с помощью математической модели, реализованной на ЭВМ. Экономическая эффективность научно-технического прогресса в рыбной промышленности СССР, вып. 1, 1976, М., ЦНИИТЭИРХ, с.125-126.

13. Регулирование промысла морских млекопитающих с помощью методов математического моделирования. Всесоюзная конференция молодых ученых "Научно-технический прогресс в рыбной промышленности". Тез. докл. 1976, М., ЦНИИТЭИРХ, с.3-5.

14. Принципы и методы регулирования промысла китов. Рыбное хозяйство N8 с.15-18 и N9 с.14-16, 1977, М. с.15-19. (И.В.Никоноров, М.В.Ивашин).

15. К итогам XXX сессии Международной китобойной Комиссии. Рыбное хозяйство N 11, 1977, М. с.21-24. (И.В.Никоноров, М.В.Ивашин).

параметрами в большинстве применяемых на практике моделей), а относительное пополнение r_t , промысловое усилие f_t и фактическая добыча C_t изменяются во времени. Для оценки параметров N_1 , q и ϕ_M разложим выражение улова в ряд Тейлора для функции нескольких переменных. Пренебрегая производными второго и более высоких порядков, получим выражение для оценки C_t

$$C_t = \left[\left(\frac{N_1 (1 - \phi_M)^{t-1}}{\prod_{j=2}^t (1 - r_j)} - \sum_{i=1}^{t-1} \frac{(1 - \phi_M)^{t-1}}{\prod_{j=i+1}^t (1 - r_j)} - \frac{C_t}{2} \right) q f_t \right] + \frac{\partial C_t}{\partial N_1} \Delta b_1 + \frac{\partial C_t}{\partial q} \Delta b_2 + \frac{\partial C_t}{\partial \phi_M} \Delta b_3 \quad (5)$$

где Δb_1 , Δb_2 и Δb_3 - поправки к параметрам N_1 , q и ϕ_M .

Так, параметры N_1 и q при известном $[r - \phi_M]$ можно найти, минимизируя полученное нами выражение.

Если ежегодная добыча C_t распределена в течение сезона неравномерно, а естественная убыль $\phi_M \neq \text{const}$, но коэффициент мгновенной смертности $M = \text{const}$, то значения N_1 , q и M можно оценить, минимизируя полученное нами выражение (Бородин, 1983):

$$\sum_t \left[C_t - \frac{q f_t}{q f_t + M} \left(N_1 \prod_{i=1}^{t-1} K_i - \sum_{j=1}^{t-1} C_j \prod_{i=j+1}^{t-1} K_i \right) (1 - e^{-(q f_t + M)}) \right]^2 \rightarrow \min \quad (6)$$

Для практических целей интересен случай, когда имеются данные по уловам C_t и последовательный ряд индексов численности запасов N_t^* (полученных по результатам съемок, визуальных наблюдений, уловы на усилие и др.). Автором для таких случаев был предложен метод оценки первоначального промыслового запаса N_1 и степени эксплуатации E_t по отношению индексов запасов ($N_{t+1}^* / N_t = (K - E)_t$). Значения N_1 можно найти минимизируя выражение:

$$\sum_t \left[C_t - \left(N_1 \prod_{i=1}^{t-1} (K - E)_i \right) E_t \right]^2 \rightarrow \min \quad (7)$$

Преимущество предложенных автором методов и их модификаций состоит в том, что с использованием одной и той же (весьма

ограниченной) имеющейся информации можно получить оценки промысловых запасов и возможных уловов, учитывая при этом основные факторы (ежегодно изменяющаяся естественная убыль, относительное промысловое пополнение и др.).

Также следует отметить, что в методах данной группы используется сравнительно простой аналитический аппарат, имеющий достаточно веское теоретическое обоснование.

Разработанные методы и их модификации были использованы автором для оценки промысловых запасов и возможной добычи финвалов, сейвалов, малых полосатиков, кашалотов и др. (Бородин, 1976, 1979, 1983, 1984, 1990, Borodin, 1977, 1979, 1987 и др.).

Динамика промысловых запасов с учетом возраста промыслового пополнения t_c оценивается по предложенной автором (Бородин, 1978) формуле:

$$N_{t+n} = N_t + \sum_{i=t_c}^{t+n-1} N_i (\alpha - \beta N_i) - \sum_{i=t}^{t+n-1} C_i \quad (8)$$

Данный метод, объединенный с некоторыми идеями, взятыми из других методов, позволяет получить эффективную методику анализа динамики запасов и промысла различных морских животных. Автором методы данной группы использовались практически для всех исследуемых морских промысловых объектов (все виды китов, моржи, тюлени, рыбы).

В области использования рыбных ресурсов методам типа "запас-пополнение" посвящено множество работ (Ricker, 1954; Бивертон и Холт, 1969; Charpen, 1975; Shepherd, 1982; Булгакова, 1976; Криксунов, 1985 и др.).

В соответствии с гипотезой о изменении коэффициента естественной смертности (M), возраста наступления половозрелости (t_m), возраста промыслового пополнения (t_c) и коэффициента беременности самок (p) нами предложен сравнительно простой и надежный подход к определению относительного промыслового пополнения g_t .

Промысловое пополнение можно найти путем анализа репрезентативной выборки (добычи) по количеству половозрелых самок среди всех животных промыслового размера.

Как будет показано ниже, для определения оптимальной стратегии промысла морских млекопитающих методы данной группы являются основополагающими.

Методы, основанные на соотношении "запас - пополнение" в комплексе или в комбинации с другими методами, автором использовались практически для всех видов морских млекопитающих (Бородин, 1974-1996).

Если гипотезы и допущения, лежащие в основе рассмотренных выше методов, не содержат принципиальных противоречий, то, с учетом преимуществ каждого, для достижения на практике наибольшего эффекта, их можно объединять в различных комбинациях. Как правило, кроме биопромысловых данных, стараются принять во внимание и любую другую информацию (визуальные наблюдения, радиомечение и др.). В первую очередь необходимо найти надежные оценки (реперные точки) каких-либо наиболее важных параметров и, приняв их за основу, рассчитать все остальные необходимые величины.

В этих моделях учитывается эффект запаздывания наступления возраста промыслового пополнения t_c или возраста половозрелости t_m .

Если есть хотя бы одна надежная оценка промыслового запаса N_t , то динамику промысловых запасов можно описать выражениями (IWC, 1992):

$$N_{t+1} = (N_t - C_t)S_t + R_{t+1} \quad \text{и} \\ R_{t+1} = (1 - S_t)N_{t-t_m} \{1 + A[1 - (N_{t-t_m}/N_t)^n]\} \quad (9)$$

где S_t - ежегодное выживание; A и n - коэффициенты, учитывающие плотность запаса и его компенсационные возможности.

Затем находим MSY и уровень запаса N_{MSY} , обеспечивающий получение MSY.

Рассматриваются все возможные варианты изменения исходных параметров в заданных пределах. Делается проверка модели на чувствительность. Так было определено, что изменение коэффициента естественной смертности или коэффициента, характеризующего плотность запаса, на 1% приводит к изменению величины MSY также примерно на 1%. В то же время значения MSY малочувствительны к изменениям параметра t_m .

Следует также отметить высокую чувствительность значений MSY к уровню N_{MSY} , который характеризуется типом выбранной кривой воспроизводства.

Можно разработать и другие комбинированные методы анализа промысла. Так автор (Бородин, 1976, 1983, 1984, 1992) использовал комбинации методов VPA и "запас - пополнение", обобщенный метод и "запас - пополнение" и др. для разработки практических рекомендаций в промысле финвалов, сейвалов, кашалотов, малых полосатиков, моржей, рыб.

Во II-ой главе рассматриваются промыслово-био-экономические критерии и методы управления эксплуатируемыми запасами морских животных. Прежде чем выработать оптимальную стратегию использования ресурсов, необходимо корректно поставить задачу оптимизации. Выбор цели регулирования зависит от того, что является результатом промысла - получение максимальной стабильной добычи (MSY), максимальной прибыли от промысла, продукции определенного вида и качества, охрана запасов и т.п., вплоть до учета социальных и политических факторов.

В зависимости от этих целей выбирается тот или иной критерий (принцип) регулирования промысла. При этом возможный лимит добычи при использовании различных критериев будет разным по величине.

Как правило, при решении конкретных задач регулирования промысла приходится модифицировать известные методы или разрабатывать новые.

Наибольшее распространение в рыбохозяйственных исследованиях нашел критерий получения максимальной стабильной (уравновешенной) добычи MSY и его модификации.

Основные теоретические положения принципа получения максимальной стабильной добычи (MSY) разработаны Шефером (Shafer, 1957), Гулландом (Gulland, 1969), Пелла-Томлинсоном (Pella, Tomlinson, 1969), Холтом (Holt, 1975) и др. Любому состоянию промысловых запасов, в том числе и N_{MSY} , соответствуют только какие-то одни конкретные

значения коэффициентов r, ϕ_M , а также мгновенной общей смертности Z ($Z=F+M$), степени эксплуатации E и др., обеспечивающие его стабильность.

В теории рыболовства разработаны различные кривые воспроизводства и поэтому целесообразно сравнить, как влияет соотношение "запас - пополнение" на кривую зависимости между стабильной уравновешенной добычей C_{st} и величиной запаса N_{ft} (и, соответственно, на условия получения MSY для разных типов кривых воспроизводства). Для такого сравнения нами были построены зависимости между C_{st} и N_{ft} по следующим известным кривым воспроизводства: Бивертон-Холта, Чепмана, Дои, Рикера, а также для моделей Пелла-Томлинсона при $n=3$ и $n=4$. При этом кривые $C_{st} = f(N_{ft})$ сравнивались с кривой (парабола, $n=2$), построенной в соответствии с моделью логистического роста, для которой принято $N_{fmax}=1,0$, $N_{MSY}=0,5$, $MSY=1,0$. На рис.1 приведены кривые $C_{st}=f(N_{ft})$, построенные в относительных координатах для различных типов кривых воспроизводства.

Из рис.1 видно, что стабильная добыча C_{st} растет значительно быстрее для запасов, подчиняющихся зависимости $C_{st} = f(N_{ft})$, максимум которых находится правее максимума для параболы (например, такой зависимости подчиняются запасы самцов кашалотов и котиков), чем для $C_{st} = f(N_{ft})$, находящихся слева (такая зависимость соответствует запасам многих усатых китов). Соответственно, и уровни запасов, обеспечивающие MSY, для первых $C_{st}=f(N_{ft})$ будут ближе к первоначальному запасу, чем для вторых.

MSY для кривых $C_{st}=f(N_{ft})$, находящихся левее параболы, обеспечивается меньшим запасом, чем находящиеся правее ее. Как видно из рис.1, уровень запаса, обеспечивающий MSY для разных типов кривых $C_{st} = f(N_{ft})$, изменяется от $N_f=0,37$ (кривая 1) до $N_f=0,63$ (кривая 7). MSY для разных видов кривых изменяется незначительно и больше MSY для логистической модели для кривой 1 примерно на 7%. Запасы, которым соответствуют кривые $C_{st} = f(N_{ft})$ с максимумом, лежащим левее MSY для логистической модели, менее восприимчивы к нарушению воспроизводительной способности, межвидовой конкуренции и вообще к воздействию факторов, подавляющих их численность.

Таким образом, анализ кривых $C_{st} = f(N_{ft})$ показывает, что величина максимальной добычи для разных кривых изменяется незначительно, в то время как уровень запаса, обеспечивающий MSY , для них будет отличаться до $\pm 25\%$ от N_{MSY} для параболы. Следовательно, при исследовании важно оценить не только величину MSY , но и уровень запаса, обеспечивающий MSY . Оценив MSY и N_{MSY} , а также некоторые другие параметры, характеризующие современное состояние запасов и промысла, можно приступить к первому этапу организации рационального промысла, т.е. к введению такого режима промысла, который способствовал бы доведению запасов до уровня, обеспечивающего максимально возможную добычу при сохранении запасов на высокопродуктивном уровне.

Критерий MSY использовался автором при подготовке рекомендаций по регулированию промысла финвалов, сейвалов, кашалотов Антарктики, моржей Северной части Тихого океана и др. (Бородин, 1976-1990)

Другой критерий, наиболее часто используемый при регулировании промысла - улов на единицу пополнения (Бивертон - Холт, 1969). Этот критерий также строится на определенных гипотезах, основными из которых являются постоянство пополнения, параметров роста и естественной смертности в условиях уравновешенного промысла.

Использование данного критерия для стратегических целей чревато опасными последствиями, и прежде всего потому, что постоянно изменяются входящие в модель параметры.

Высокую чувствительность улова/пополнение от входящих в модель параметров можно показать на примере промысла китов (Аллен, 1981). В течение длительного промысла параметры, характеризующие запасы резко изменились. Так, например, для сейвалов Антарктики коэффициент R_m увеличился с 0.27 в 1930г. до 0.40 в настоящее время. За это же время возраст t_m уменьшился на 2.6 года. Та же картина и для других видов китов.

Анализ показывает, что добыча на единицу пополнения со временем может существенно измениться, особенно в зависимости от используемой кривой воспроизводства (более, чем в 1.5-2 раза при $n = 1.4$).

Таким образом, использование критерия Y/R в промысле китов малоэффективно. В то же время для тактических целей, например, в промысле рыб, этот критерий может быть применим с определенным успехом. Принцип регулирования промысла, в основе которого лежит концепция возмещаемой добычи (Рикер, 1976), может быть использован, когда имеется очень мало информации для оценки первоначального запаса (N_0); запаса, обеспечивающего получение максимальной уравновешенной добычи (N_{MSY}); MSY и др. Если промысел вести на основе данного критерия, то есть все основания не опасаться за состояние запасов. Биоресурсы, начиная с определенного уровня, перестанут сокращаться под действием промысла. При хорошем состоянии запасов (например, в начале промысла нового гидробионта) эта концепция может служить надежной основой для управления запасами.

Принцип получения RY достаточно прост для практического использования. Чтобы запас не уменьшился, добыча C_t не должна превышать RY , т.е. $C_t < RY_t$. Если принять возможную добычу для ряда лет ($t, \dots, t+k$) постоянной ($RY = \text{const}$), то можно найти ее значение по выражению:

$$RY = \frac{\sum_{i=t+1}^{t+k} R_i e^{-(t+k-i)M} - (1 - e^{-kM}) N_t}{\sum_{i=1}^k e^{-iM}} \quad (10)$$

Данный критерий использовался автором для практических рекомендаций по добыче кашалотов (Бородин, 1976), сейвалов (Бородин, 1976; Borodin, 1978), и малых полосатиков (Borodin, 1987, 1990).

Ниже рассматриваются несколько новых способов регулирования промысла, предложенных автором (Бородин, 1984, 1990; Borodin, 1977, 1988). Если $K = \text{const}$ и $Q = \text{const}$, то возможная ежегодная квота добычи будет равна (Бородин, 1988)

$$Q = \left(\frac{N_1 K^{t-1} - N_n}{K^{t-1}} \right) (K-1) \quad (11)$$

Динамику запасов можно также оценить с учетом ежегодной степени эксплуатации E по выражению (Бородин, 1979; Borodin, 1988)

$$N_n = N_1 \prod_{i=1}^{n-1} (K - E)_i \quad (12)$$

Выражение $\lambda = (K-E)_i = [(1 + r_i - \varphi_{M_i}) - E_i]$ характеризует ежегодные изменения промыслового запаса N_c и его можно назвать коэффициентом динамики промысловых запасов. Если $\lambda = (K-E) = 1$, то запас находится в стабильном (уравновешенном) состоянии. При $(K-E) < 1$ запас сокращается и, напротив, при $(K-E) > 1$ запас увеличивается. Если ежегодно берется постоянная квота $Q = \text{const}$, то ее выражение

$$Q = \frac{N^1 - \sum_{i=1-t_c}^{n-1} [N_i (r - \varphi_{M_i})] - N_n}{n-1} \quad (13)$$

Для случая, когда промысловое пополнение происходит сразу же на следующий год ($t_c = 0$), соотношение между запасом на первоначальном уровне N_1 и уровне N_t можно выразить следующим образом:

$$N_t = N_1 \prod_{i=1}^{t-1} K_i - \sum_{j=1}^{t-1} Q_j \prod_{i=j+1}^{t-1} K_i, \dots, \quad (14)$$

где $K_i = 1 + (r - \varphi_{M_i})$.

Возможный лимит добычи (квота Q) при заданной степени эксплуатации E в период $(1, \dots, n)$ лет определяется как:

$$Q_t = E^n N_1 \prod_{i=1}^{n-1} (K - E^i)_i \quad (15)$$

Здесь E^n - степень эксплуатации половозрелых животных. Если квота $Q \neq \text{const}$, то соотношение квот для разных лет запишется в виде:

$$Q_t = Q_1 \prod_{i=1}^{n-1} (K - E^i)_i \quad (16)$$

Если добывают животных определенного пола и возрастной группы (например, в промысле морских котиков), то возможная добыча может быть оценена анализом матрицы, элементы которой представляют собой

распределение животных по поколениям, возрастам и годам с учетом убыли от естественной смертности.

Поскольку для воспроизводства запасов необходимо оставить определенное количество половозрелых животных каждого пола N^n , то возможная добыча из k -го поколения определяется как (Бородин 1990):

$$Q_k = C_{k1} \prod_{i=1}^{t-1} (1 - \varphi_{M_i})_i + C_{k2} \prod_{i=2}^{t-1} (1 - \varphi_{M_i})_i + C_{k3} \prod_{i=3}^{t-1} (1 - \varphi_{M_i})_i + \dots + C_{kt-1} (1 - \varphi_{M_i})_i = N_{k1} \prod_{i=1}^{t-1} (1 - \varphi_{M_i})_i - N^{n_{kt}} \quad (17)$$

Возможная ежегодная добыча не должна превышать $\sum_{i=1}^k Q_i / k$ и в любой момент должно выполняться условие

$$\sum_{j=1}^k N^{n_j} \prod_{i=1}^k (1 - \varphi_{M_i})_i \geq \sum_{i=1}^k N^{n_i} \quad (18)$$

Время перехода запаса с одного уровня на другой при непостоянном относительном "чистом" приросте $(r - \varphi_{M_i})_i$ и возрасте пополнения t_c может быть оценено как величина индекса n .

Когда запас ниже уровня N_{MSY} , формулу для оценки времени n возможного восстановления запасов можно записать в виде:

$$n = 1 + \frac{\ln[N_n(r - \varphi_{M_n})] - \ln[N_1(r - \varphi_{M_1})] - Q}{\ln[1 + (r - \varphi_{M_n})]} \quad (19)$$

Кроме проанализированных принципов и методов регулирования промысла существует еще и много таких мер (часто имеющих локальный характер), как ограничение времени промысла, охрана воспроизводящей части запаса, ограничение района промысла, контроль за мощностью промыслового флота и т.д.

Для регулирования промысла конкретных видов морских гидробионтов можно разработать и другие критерии, в основе которых положить самые разные биопромысловые обоснования. Например, для консервативного управления запасами можно взять принцип определения возможного улова на уровне максимального пополнения R_{\max} (Бородин, 1984). Применение этого критерия позволяет надежно охранять запасы морских животных, но как правило, не устраивает добывающую промышленность.

Некоторыми исследователями иногда делаются попытки для определения ОДУ использовать концепцию равенства промысловой и естественной смертности. Однако легко показать, что в подавляющем большинстве промыслов применение такого критерия неправомерно (Бородин, 1984). Можно также за критерий взять принцип поддержания определенного соотношения полов (у полигамных животных с учетом их полового диморфизма) и т.д.

Ранее были рассмотрены критерии управления одновидовыми запасами. Существуют также модели для управления многовидовыми ресурсами. Несомненный интерес представляет управление промысловыми запасами конкурирующих видов морских животных. Вольтерра (Volterra, 1928) предложил динамическую модель двух конкурирующих видов. Этой проблеме посвящены также работы Гаузе (1934), Булгаковой (1977) и др.

Промысел усатых китов в Антарктике является типичным примером многовидовой эксплуатации биоресурсов. В водах Южного полушария добывались пять видов усатых китов - синий кит, горбач, финвал, сейвал и малый полосатик.

Рассмотрим для примера в общем виде двухвидовой промысел синих китов и финвалов в Антарктике (Clark, 1973, Tanaka, 1986), который ведется одними и теми же судами. Если для двух видов имеется достаточно жизненного пространства и корма, то их численности N_1 и N_2 будут изменяться со свойствами для каждого из них показателями воспроизводства r_1 и r_2 . Совместный промысел этих двух независимых друг от друга видов китов можно описать системой уравнений

$$\begin{aligned} dN_1/dt &= r_1 N_1 (1 - N_1 / K^*_1) - F_1 N_1 \\ dN_2/dt &= r_2 N_2 (1 - N_2 / K^*_2) - F_2 N_2 \end{aligned} \quad (20)$$

где K^*_1 и K^*_2 - численность первоначального неэксплуатируемого запаса (емкость среды) синих китов и финвалов.

При двухвидовом промысле точка равновесия для самого простого случая должна отвечать условию (21):

$$dN_1/dt = dN_2/dt = 0$$

(21)

$$\text{или } \frac{r_1}{F_1} (1 - N_1 / K^*_1) = \frac{r_2}{F_2} (1 - N_2 / K^*_2)$$

где $0 < N_1 < K^*_1$ и $0 < N_2 < K^*_2$.

Примем коэффициенты улавливаемости q для синих китов и финвалов одинаковыми. Для синих китов и финвалов известны следующие параметры: $K^*_1 = 180$ тыс. китов; $r_1 = 0.06$; $K^*_2 = 380$ тыс. китов и $r_2 = 0.08$. Тогда по приведенному выше уравнению можно найти численность финвалов, при которой синие киты могут исчезнуть. Получаем, что при двухвидовом промысле в случае, когда численность финвалов снизится до 95 тыс. голов, запасы синих китов попадают в условия исчезновения. Такая ситуация собственно и сложилась в действительности в промысле синих китов и финвалов в Антарктике.

Двухвидовая модель также показывает зависимость критического уровня запаса от соотношений r_1 и r_2 .

В промысле китов в Антарктике шло постепенное замещение видов с более низким значением относительного пополнения (синие киты, $r_1 = 0.06$) на более высокие (финвал, $r_2 = 0.08$; сейвал, $r_3 = 0.10$; малый полосатик, $r_4 = 0.12$).

Характерным примером для построения моделей типа "хищник - жертва" является совместный промысел усатых китов и криля, тюленей и криля, кашалотов и кальмаров и др. Однако для разработки реально действующих моделей в настоящее время недостаточно данных (кроме данных по китам).

В таких случаях для анализа удобно пользоваться моделями в общем виде, построенными в относительных единицах (Tanaka, 1986; Mau, Beddington et al., 1986)

Можно сказать, что величина улова для обоих видов при неизменных остальных характеристиках зависит от соотношения промысловой смертности (усилия) и относительного промыслового пополнения F_1/r_1 и F_2/r_2 . Если эти отношения будут больше единицы, то промысловые запасы могут исчезнуть.

Как и прежде, для анализа удобно воспользоваться относительными величинами. Так относительная биомасса криля $N_1 = (0 \div 1)K^*$ и относительная биомасса китов $N_2 = (0 \div 1)aK^*$, коэффициенты F_1 и F_2 меняются от 0 до 1. Здесь $a = K^*_2 / K^*_1$ и $K^* = K^*_1$.

Анализ уравнений улова криля и китов показывает, что уловы криля будут увеличиваться с ростом F_1 и F_2 и достигнут максимума при $F_2 = 1$ (т.е. когда киты исчезнут).

Для того, чтобы оценить условия получения максимального общего улова китов и криля ($C_s = C_{s1} + C_{s2}$) при совместном промысле необходимо в модель ввести параметр, позволяющий сравнивать их биомассы (например, по цене единицы продукции, содержанию белка и т.д.). Очевидно, что величина общего вылова будет более высокой в случае умеренной эксплуатации криля. Резкое увеличение интенсивности промысла криля ведет к быстрому сокращению китов. Если интенсивность промысла китов велика, то устойчивость системы увеличивается. Умеренная эксплуатация запасов криля не оказывает существенного влияния на устойчивость системы. При очень интенсивном промысле китов и криля система становится неустойчивой.

Интенсивный промысел усатых китов сократил их биомассу до 20% от первоначальной. Численность всех видов китов до начала эксплуатации составляла около 1.1 млн. особей общей биомассой порядка 45 млн.т. Ежегодно все киты потребляли в среднем 190 млн.т. криля (*Euphausia superba*) (Laws, 19.; Gambell, 1985; May Beddington et al., 1986).

В настоящее время биомасса всех видов усатых китов составляет чуть более 10 млн.т. и они потребляют в среднем около 42 млн.т. криля. В результате интенсивной эксплуатации запасов китов образовались "излишки" запасов криля в 150 млн.т.

Однако криль является пищей не только для китов, но в значительной мере и для тюленей. Общая численность тюленей в Антарктике составляет около 17 млн. особей общим весом примерно 4 млн.т. (80% мировых запасов тюленей). Тюлени Антарктики потребляют ежегодно до 70 млн.т. криля. В

настоящее время все тюлени потребляют криля больше, чем киты. Снижение численности китов привело к появлению "излишков" криля, что привело к росту численности других хищников, в том числе тюленей и птиц.

Определенный интерес может представлять также разработка моделей типа "усатые киты - тюлени - криль" или моделей, состоящих из трех трофических уровней - "кашалоты - кальмары - криль".

Для развития отрасли в целом выгоднее получать не MSY для отдельных запасов, а максимальную экономическую прибыль от всего промысла. В связи с этим биоресурсы уже становятся экономической категорией (Ивченко, 1970).

Первые разработки в области оценки экономической эффективности промысла с помощью методов математического моделирования были предложены в работах (Shaefer, 1957; Gordon, 1953). Затем были продолжены исследования в этом направлении в работах (Clark, 1973, 1976, 1983; Gulland, 1977; Holt, 1975, 1979; Tanaka, 1986 и др.) В целом эта область знаний крайне мало изучена. Практическое применение методов оценки экономической эффективности использования запасов морских гидробионтов очень незначительно. В отраслевой научной литературе можно насчитать буквально несколько работ, в том числе автора (Бородин, 1972, 1979, 1984).

Общая чистая экономическая прибыль от промысла определяется разностью между общей прибылью TR (total revenue) и общими затратами на промысловое усилие TC (total cost), (Clark, 1973; Tanaka, 1986).

На основе логистического уравнения роста простейшая био-экономико-промысловая модель может быть записана как:

$$dN/dt = rN(1 - N/K^*) - EN \quad (22)$$

$$TR - TC = pEN - cE$$

где E - промысловое усилие,

K^* - емкость среды,

r - цена продукции (улова) на единицу промыслового усилия,

c - цена затрат на единицу промыслового усилия.

Можно показать, что промысловое усилие E при определенных биологических параметрах r (относительное промысловое пополнение) и K^* ("емкость среды") является функцией отношения затраты/цена (c/p). Если затраты на единицу промыслового усилия значительно выше цены продукции на единицу усилия, то и промысел будет невыгоден. При цене p выше затрат на единицу промыслового усилия c , биологическое равновесие может установиться где-то на уровне $E^2 < E_{MSY}$. В этом случае нет оснований для беспокойства за состояние запасов - перелов не должен наступить.

Но если отношение c/p будет очень малым, то равновесное состояние наступит при $E^3 > E_{MSY}$ и может появиться перелов.

Как показывает анализ, возможный улов и возможная экономическая прибыль от промысла прямо связаны с основными параметрами состояния запасов (относительное промысловое пополнение r , "емкость среды" K^* , численность запаса N и др.).

Исследование условий определения оценок экономической эффективности промысла целесообразно, как и прежде (Holt, 1975; Бородин, 1984), провести в относительных единицах. Так, цена продукции (улова) на единицу усилия равна $p=1$; промысловое усилие изменяется от 0 до 1; при $E=E_{MSY}=0.5$, $MSY=1$.

Зависимости общей экономической прибыли от уровня промыслового запаса $TR(N)$ и промыслового усилия $TR(E)$, чистой экономической прибыли от уровня промыслового запаса $D(N)$ и промыслового усилия $D(E)$, а также добычи на единицу промыслового усилия от уровня промыслового запаса $C/E(N)$ и от промыслового усилия $C/E(E)$ показаны на рис.2.

Сравнивая условия получения MEY на различных уровнях запаса или усилия, можно сказать, что, например, при $E_0 = 0.75$ MEY больше D_{MSY} примерно на 11%. В этом случае общая прибыль, полученная на уровне N_{MEY} , будет составлять 94% от общей прибыли, полученной на уровне N_{MSY} . Это говорит о том, что при снижении валового продукта на 6% можно получить чистую экономическую прибыль на 11% больше, сократив затраты на промысловое усилие на 24%. При этом добыча на единицу промыслового

усилия при $D_{max} = MEY$ будет в 1.25 раза больше, чем при D_{MSY} и в 3 раза больше, чем при $D_0 = 0$.

Если интенсивность промысла увеличивается до уровня E_{MSY} , то средний валовой продукт в оптово-отпускных ценах всегда будет больше средних затрат на единицу промыслового усилия. Интенсивность промысла не следует увеличивать выше уровня E_{MSY} , поскольку и общая продукция снижается, и рентабельность сокращается вплоть до 0. При этом, если затраты на единицу усилия постоянны, то сократив промысловое усилие, можно получить и большую валовую продукцию и некоторую экономическую прибыль.

Для практических целей очень важно оценить уровень запаса, при котором можно получить максимальную чистую экономическую прибыль, уровень запаса, при котором промысел становится нерентабельным и т.д.

В общем виде в относительных единицах (при $n > 1$) три критических случая состояния промысловых запасов можно охарактеризовать следующими выражениями:

I. $C_s = 0$; $E_t \neq 0$; $E_t = n / (n-1) N_{MSY}$ (запас под действием интенсивного промысла полностью исчез) (23)

II. $D_0 = 0$; $E_0 < E_t$; $E_0 = E_t (1 - N_0^{n-1})$ (промысел нерентабелен)

III. $D_{max} = MEY$; $E_{mey} = n / (n-1) (1 - N_{MEY}^{(n-1)})$ (получение от промысла максимальной чистой прибыли).

Чистая экономическая прибыль PV (present value) с учетом коэффициента дисконтирования δ для ряда лет $0, \dots, T$ может быть выражена интегралом (Clark, 1973, 1986):

$$PV = \int_0^T \psi(N, dN/dt) e^{-\delta t} dt; \quad (0 < \delta < \infty) \quad (24)$$

Формула (24) имеет вид, позволяющий для нахождения $PV = \max$ применить известную формулу Эйлера. С помощью этого уравнения можно найти оптимальный уровень промыслового запаса N_{opt}^δ , соответствующий MEY при определенном уровне дисконтирования δ .

Анализ показывает, что оптимальный уровень запаса N_{opt}^{δ} при определенном δ лежит между уровнем запаса N_{MEY} , соответствующим получению максимальной чистой экономической прибыли, и уровнем запаса N_0 , соответствующим нулевой рентабельности промысла. При увеличении коэффициента дисконтирования δ ($0 < \delta < \infty$) уровень запаса N_{opt}^{δ} понижается и приближается к уровню, соответствующему нулевой рентабельности.

При высоких значениях коэффициента дисконтирования добывающая промышленность в нерегулируемом промысле по экономическим соображениям всегда стремится ловить столько и так, чтобы можно было наиболее быстрым образом достигнуть оптимального уровня запаса N_{opt}^{δ} (т.е. получить максимальную прибыль), что при определенных условиях может привести к перелову.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что величина оптимального улова и соответствующего ему уровня промыслового запаса зависит не только от биологических свойств популяций гидробионтов и интенсивности промысла, но и от экономических параметров.

Характерным примером влияния экономических факторов на состояние запасов и промысла служит эксплуатация китов в Антарктике. Первоначальная численность N_1 синих китов оценивается в 200 тыс. голов. Возьмем за основу регулирования промысла критерий получения максимальной стабильной добычи (MSY). В соответствии с логистической моделью уровень запаса $N_{\text{MSY}} = 100$ тыс. голов, а $\text{MSY} = 2,33$ тыс. голов.

Поскольку нами за основу принята концепция MSY, то запасы с первоначального уровня следует довести до уровня N_{MSY} , обеспечивающего получение MSY. На международном рынке цена продукции, полученной из одного среднего кита составляла 10 тыс. долларов США (Clark, 1976). Следовательно, при $\text{MSY} = 2,33$ тыс. голов ежегодно можно было бы получать 23,33 млн. долларов США. Однако добывающая промышленность для доведения запасов до уровня N_{MSY} может пойти другим путем - добыть как можно быстрее 100 тыс. китов и получить около 1000 млн. долларов.

Затем инвестировать эти деньги в надежную промышленность или положить в банк под 5% в год и получать ежегодно до 50 млн. долларов.

Отсюда видно, что для достижения одной и той же цели (получение MSY) можно идти разными путями с различной прибылью. Добывающие страны, в целом, пошли наиболее экономически выгодным путем. В те годы еще не было разработанных принципов и методов управления промысловыми запасами и китодобывающие страны в отсутствие регулирования промысла быстро истребили наиболее экономически выгодных китов.

Анализ влияния роста коэффициента дисконтирования на оптимальный уровень эксплуатации запасов показывает, что последний при этом резко снижается.

Ситуация, когда коэффициент дисконтирования небольшой, характерна для промысла, в котором стремятся к долговременной эксплуатации гидробионтов (внутренние водоемы, прибрежный промысел) и, наоборот, при промысле в открытом океане, отличающимся большими капиталовложениями и мобильностью, придается большое значение скорейшему получению максимальной чистой прибыли. Это приводит, соответственно, к увеличению уровня дисконтирования.

Таким образом, регулирование промысла должно проводиться в соответствии с выбранными критериями. Смысл регулирования промысла сводится к тому, чтобы промысловые запасы были приведены к уровню, обеспечивающему выполнение поставленных целей. Промысел следует вести на оптимальном уровне в соответствии с выбранными критериями.

Независимо от выбранных критериев управления запасами регулирование промысла можно проводить с помощью следующих основных мер:

- установление сезонов промысла;
- установление районов промысла (включая закрытые для промысла районы);
- лимитирование величины улова;
- лимитирование размера добываемых животных;
- лимитирование нижнего уровня запаса (уровня риска), особенно для пульсирующих запасов;

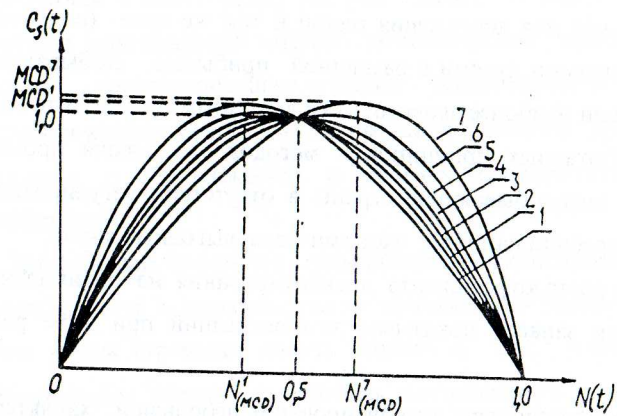


Рис. 1. Зависимость $C_s(N_1)$, построенная в относительных координатах для различных типов кривых воспроизводства

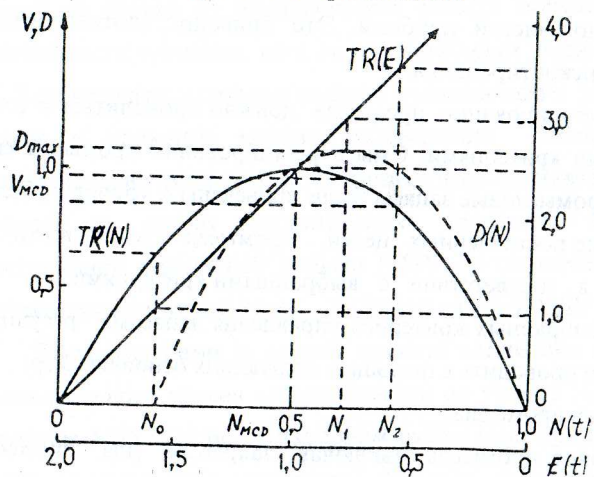


Рис. 2. Зависимости общей экономической прибыли от уровня промыслового запаса $TR(N)$ и промыслового усилия $TR(E)$, чистой экономической прибыли от уровня промыслового запаса $D(N)$ и промыслового усилия $D(E)$, а также добычи на единицу промыслового усилия от уровня промыслового запаса $C/E(N)$ и от промыслового усилия $C/E(E)$.

- лимитирование промыслового усилия;
- лимитирование улова на усилие и др. Все эти меры регулирования при разумном применении могут обеспечить осуществление любой из рассмотренных стратегий.

С целью придания таким исследованиям системного подхода необходимо также проводить мониторинг экосистемы, контролировать промысел (инспекция и наблюдение) и вести комплексные исследования по видам, районам и по экосистеме в целом.

В III-ей главе получены оценки основных параметров состояния промысла, запасов и возможной добычи морских млекопитающих.

Морские млекопитающие занимают практически все (за небольшим исключением) экологические области Мирового океана. Численность усатых китов и кашалотов составляет 1-1,5 млн. особей, ластоногих около 30 млн., несколько сот млн. китообразных, общей биомассой не менее 60 млн. т. При этом они потребляют ежесуточно около 3 млн. т живых организмов (рыбы, ракообразных, моллюсков) (А.Г.Томилин, 1970; В.А.Земский, 1977). Поэтому, очевидна важная роль и влияние этих животных в морских экосистемах.

Также очевидно и правомерно то значение, которое приобрели вопросы оценки величины запасов, регулирования промысла и охраны этой группы морских животных.

Биологии морских млекопитающих посвящено очень много работ (тысячи публикаций). Наряду с фундаментальными трудами (А.А.Арсеньев и др., 1979; В.А.Берзин, 1971; В.А.Земский, 1962, 1973; А.Г.Томилин, 1957; А.В.Яблоков, В.М.Белькович, 1972 и др.) и справочными пособиями (М.В.Ивашин и др., 1972) имеется большое число опубликованных оригинальных статей по различным разделам биологии этих животных (Л.С.Богословской, Г.А.Будыленко, В.А.Владимировым, Ю.А.Михалевым, Д.Д.Тормосовым и многими др.).

В тоже время в нашей стране исследованиями в области управления промысловыми запасами морских млекопитающих практически (кроме автора) никто не занимался.

Нами были разработаны и предложены новые модификации различных принципов и методов оценки возможной добычи и регулирования промысла морских млекопитающих. Были разработаны практические рекомендации использования ресурсов всех основных промысловых видов морских млекопитающих, в том числе: Южное полушарие - финвалы (6 промысловых запасов), сейвалы (6 промысловых запасов), малые полосатики (6 промысловых запасов), кашалоты (9 промысловых запасов); Северное полушарие - кашалоты и серые киты, а также морские котика острова Тюлений и Командорских островов, гренландские тюлени Белого моря и моржи Дальнего Востока.

Основное внимание было уделено управлению промысловыми запасами морских животных Южного полушария. Это объясняется требованиями рыбохозяйственной науки, потребностями промышленности и большой заинтересованностью международной общественности.

Для анализа состояния запасов и промысла китов Южного полушария были использованы все рассмотренные выше принципы и методы регулирования промысла.

Все оценки промысловых запасов и возможной добычи были сделаны по официальной статистике Международной китобойной комиссии (МКК), отчетов китобойных стран и опубликованных работ специалистов. Проведенный анализ показывает, что запасы основных видов китов в результате интенсивного промысла резко сократились. Катастрофически в 30 раз снизилась численность синих китов. Запасы финвалов сократились в 5 раз, горбчатых китов в 5-10 раз. Общая биомасса всех видов китов снизилась за период промысла в 5 раз. В то же время в последние годы наметился рост запасов почти всех видов китов, но даже значительное увеличение численности малых полосатиков не приведет в недалеком будущем к восстановлению общей биомассы усатых китов.

Динамика запасов основных видов морских млекопитающих в Южном полушарии приведена на рис.3. Как видно на рис.3, после снижения запасов крупных усатых китов начала резко возрастать численность не только малых полосатиков, но и ластоногих. При этом следует учитывать, что

специалистами разных стран обстоятельно исследовались только районы прибрежных льдов (В.А.Земский, 1983), где располагаются зимовочные станции (моря Росса, Уэдделла, острова Южные Оркнейские, Южные Шетландские - и др.), что составляет одну четвертую всей акватории.

В Антарктике обитают представители двух подотрядов ластоногих - настоящие тюлени и ушастые тюлени. К наиболее многочисленным представителям настоящих тюленей относятся ледовые формы крабоедов, морских леопардов и тюлень Уэдделла. Ушастые тюлени представлены южными морскими котиками и южными морскими львами.

В настоящее время общая численность крабоедов возросла до 17 млн. зверей. Промысел не ведется, однако возможная добыча лимитирована. Численность морских леопардов и тюленя Уэдделла намного меньше. В морях Уэдделла и Беллинсгаузена их запасы не превышают 850-900 тыс. животных. Возможная добыча также лимитирована.

Запасы южного морского котика и южного морского слона в прошлом подвергались интенсивному промыслу. Общая численность морских слонов в настоящее время составляет около 600 тыс. животных. В соответствии с Международной конвенцией по антарктическим тюленям южные морские слоны находятся под охраной на акватории южнее 60 ю.ш. вплоть до Антарктиды.

Популяции южного морского котика находились на грани исчезновения, но к настоящему времени их численность резко возросла и находится в удовлетворительном состоянии.

Таким образом, в настоящее время в Южном полушарии из всех видов морских млекопитающих в хорошем состоянии находятся запасы малых полосатиков и два вида ластоногих - крабоеды и морские леопарды.

В IV-ой главе рассматриваются стратегия и методы управления запасами морских млекопитающих Южного полушария.

На основе полученных оценок основных параметров, характеризующих состояние запасов морских животных, можно начинать разрабатывать стратегию регулирования промысла, предварительно выбрав цель (критерий) управления биоресурсами. За основу регулирования промысла

был принят критерий получения максимальной уравнишенной добычи (MSY). Теоретическое обоснование этого критерия, его модификации и возможности применения приведены выше и в работах автора (Бородин, 1974, 1977, 1984, 1990).

На рис. 4 приведен график изменения стабильной добычи C в зависимости от уровня запаса N . Из этого же рисунка видны категории, к которым можно отнести те или иные запасы китов.

В соответствии с принятым критерием MSY все запасы китов должны быть классифицированы и отнесены к одной из трех категорий:

1. Первоначальный запас, I (Initial). К этой категории относятся запасы, находящиеся на 20% выше уровня, обеспечивающего стабильную добычу $N(MSY)$, т.е. $I > 1.2 N(MSY)$.
2. Устойчивый регулируемый запас SMS (Sustainable Management Stock). Сюда могут быть отнесены запасы, находящиеся на уровне между $-10\% N(MSY)$ и $+20\% N(MSY)$, т.е. $0.9N(MSY) < SMS < 1.2N(MSY)$.
3. Охраняемые запасы, PS. (Protection Stock). К этой категории могут быть отнесены запасы, находящиеся на уровне ниже, чем $90\% N(MSY)$, т.е. $PS < 0,9 N(MSY)$.

Однако, как показывает практика, при использовании данной классификации возникают проблемы и запасы некоторых видов китов не могут быть точно отнесены к той или иной категории. Для точной классификации необходимо иметь надежные научно обоснованные оценки первоначальной величины запасов, на уровне MSY и современной величины половозрелого и промыслового запасов, а также величины половозрелого и промыслового пополнения, MSY и др.

Есть промысловые виды китов сравнительно давно эксплуатируемые, но по которым нет необходимой информации по биологии и промыслу. По таким запасам невозможно получить надежных оценок и их нельзя точно классифицировать. Очень трудно применить критерий MSY для регулирования промысла малых полосатиков в Южном полушарии. В настоящее время для них не представляется возможным оценить уровень запаса, обеспечивающего получение MSY. Во-первых, еще мало накоплено данных

по их биологии и промыслу. И, во-вторых, существуют гипотезы о росте численности запасов малых полосатиков в связи с резким сокращением запасов других видов усатых китов, что подтверждается изменением ежегодного индекса численности и визуальными наблюдениями. Эти и другие факторы не дают возможности достаточно надежно классифицировать запасы малых полосатиков в Южном полушарии.

В 1992 г. МКК принимает на основе того же критерия MSY другую более совершенную схему управления запасами усатых китов RMP (Revised Management Procedure).

В усовершенствованной процедуре управления запасами китов уровень запаса, обеспечивающий получение MSY, заменяется на так называемый целевой уровень TL (Target Level) и охраняемый уровень PL (Protection Level). При этом охраняемым считается запас, находящийся ниже 54% от первоначального.

Усовершенствованная процедура является методикой управления популяциями китов по видам, запасам и районам с целью сохранения их численности и обеспечивая при этом допустимое стабильное изъятие. RMP не допускает ведение промысла запасов, находящихся ниже 54% от первоначального уровня. В соответствии с RMP в настоящее время могут эксплуатироваться некоторые запасы китов, в частности, запасы малых полосатиков в Южном полушарии.

В V-ой главе рассматривается стратегия управления запасами и меры регулирования промысла рыб в Антарктике.

В международных комиссиях по рыболовству наибольшее распространение получил критерий MSY и его модификации (ИАТТК, ИКЕС, АНТКОМ, МКК и др.). В одних комиссиях (МКК и др.) MSY оценивают с помощью зависимости между уравнишенной добычей и половозрелым запасом. В других комиссиях (ИАТТК и др.) для определения MSY наряду с другими используются регрессионные биопродукционные модели изменения улова на усилия в зависимости от промыслового усилия. Общий допустимый улов (ОДУ) в этом случае оценивается с помощью так называемого правила

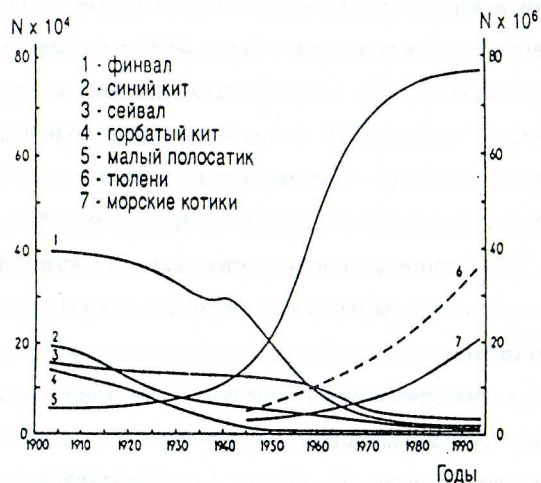


Рис.3. Динамика запасов основных видов морских млекопитающих в Южном полушарии.

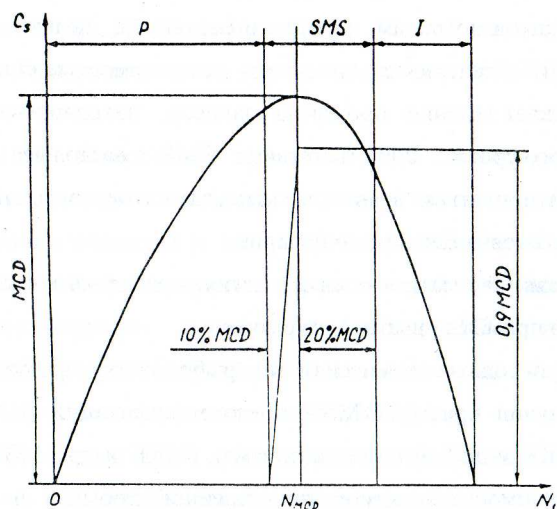


Рис.4. Схема регулирования промысла на основе критерия MSY.

$F_{0.1}$ или $f_{0.1}$. В комиссиях ИКЕС и АНТКОМ большее предпочтение отдается концепции улова на промысловое пополнение. Автором (Бородин, 1987; Borodin, 1988, Borodin, 1989 и др.) использовались некоторые из этих концепций для оценки промысловых запасов и разработки стратегии управления ими для основных эксплуатируемых видов рыб в Антарктике (ледяная рыба Гуннара (*Cham-psocephalus gunnari*), нототения Гюнтера или жётоперка (*N. guntheri*) и др.

Ранее возможность применения методов математического моделирования показана также на промысловых запасах трески (Бородин, 1972) и желтоперого тунца (Бородин, 1972).

Крупномасштабный промысел рыбных ресурсов Антарктики начался в конце 60-х годов. Основной рыбодобывающей страной в этом районе являлся б.СССР. Наибольший научный вклад в рыбохозяйственные исследования внесла также наша страна. Исследованию биологии рыб Антарктики посвящены работы многих авторов (А.П.Андряшева, Т.Г.Любимовой, Ю.Е.Пермитина, К.В.Шуста, В.Л.Юхова, К.Коск, Яковлева В.И. и др.). В тоже время применению критериев регулирования промысла, оценке эксплуатируемых запасов и возможных уловов с помощью математических методов уделялось намного меньше внимания. В отечественной рыбохозяйственной науке можно лишь отметить работы П.С.Гасюкова и др., а также автора.

В открытых водах Антарктики на шельфе о-вов Южная Георгия, Южные Сандвичевы, Буве, Кергелен, Херд и др. (Т.Г.Любимова, К.В.Шуст, 1983, 1987 и др.) обитают два представителя массовых доминирующих по численности рыб: собственно нототениевые (*Notothenioidae*) и белокровные щуки (*Chaenichthyidae*).

Исследования специалистов показывают, что в водах Антарктики рыбопродуктивность, в зависимости от района, различна. Так, в р-не о-ва Ю.Георгия средняя рыбопродуктивность составляет 4,7-4,8 т/км², в то время как в р-не Кергеленских о-вов - 2,0-2,5 т/км² и т.д.

Первые уловы рыб в Антарктике связаны с китобойным промыслом. Рыбу, в основном нототению, ловили недалеко от китобойных баз, используя иногда китобойные и зверобойные суда.

Крупномасштабный коммерческий промысел в Антарктике начался в сезон 1969-70 гг. в водах о-ва Ю.География и затем распространился на Ю.Оркнейские о-ва (1977-78 гг.) и Ю.Шетландские о-ва Антарктический п-в (1978-79 гг.). За весь период крупномасштабного промысла в районе 48 всеми странами было добыто около 2 млн. т рыбы, из которых более 88% приходится на нашу страну.

В 1982 г. вступила в силу Конвенция о сохранении морских живых ресурсов Антарктики и была создана Межправительственная комиссия того же названия - АНТКОМ (CCAMLR).

Целью данной Конвенции является сохранение (рациональное использование) морских живых ресурсов Антарктики.

До появления АНТКОМа в водах Антарктики велся нерегулируемый промысел, который привел к резкому снижению запасов некоторых видов рыб (нототении). Промысел стал базироваться на запасах ледяной рыбы Гуннара, желтоперки и др.

В соответствии с положениями Конвенции промысловая деятельность должна проводиться на основе экосистемного подхода к управлению эксплуатируемыми запасами.

Для управления целыми экосистемами необходимы большие научные разработки и всеобъемлющая исходная информация. В настоящее время такой информации не хватает и на ее получение уйдет немало времени. Поэтому на данном этапе регулирование промысла основывается на первом принципе настоящей Конвенции, указывающей на необходимость предотвращения снижения численности эксплуатируемого вида ниже уровня, обеспечивающего наибольший чистый годовой прирост.

В результате интенсивного промысла многие традиционные виды рыб такие как мраморная нототения и ледяная рыба Гуннара в водах Ю.География, Кергелен, Ю.Оркнейских и Ю.Шетландских о-вов находятся в депрессивном состоянии. Немного лучше обстоит дело с популяциями крокодиловой и

георгианской шук, зеленой, серой нототении, но из-за отсутствия оценок промысел также не рекомендуется. Так как существуют значительные разногласия в оценках промыслового запаса и общего допустимого улова временно запрещен вылов желтоперки.

Наиболее перспективными для дальнейшего промысла являются два района - это Южный полярный фронт с электроной Карлсберга и материковый шельф и склон с антарктической серебрянкой.

Естественно, не следует оставлять без внимания и традиционные промыслы в островных районах, но не в прежних объемах. При активном ведении научно-исследовательских работ и наиболее благоприятных условиях окружающей среды ежегодный улов в этих районах может составить 50-100 тыс. т.

Запасы антарктической серебрянки в водах Антарктики по данным траловых съемок составляют более 800 тыс. т, а запасы светящихся анчоусов на выявленных участках превышают 12 млн. т с возможным ежегодным выловом около 3 млн. т.

На заседаниях Научного комитета АНТКОМа и сессиях самой Комиссии ежегодно рассматривается состояние запасов и промысла всех основных промысловых видов рыб и принимаются Меры по сохранению рыбных ресурсов.

В настоящее время промысел рыб в антарктических водах почти полностью регулируется, а Меры по сохранению и управлению запасами вырабатываются совместными усилиями членов Комиссии на своих заседаниях. Уже разработано и действуют около 70 статей, определяющих квоты, сроки, районы промысла, размеры ячеи и др.

Наибольшей интенсивности промысла был подвержен подрайон 48.3. Поэтому наибольший интерес представляет разработка рекомендаций по управлению промысловыми запасами рыб именно в этом районе.

Так, на 1992 г. были разработаны рекомендации по управлению для всех основных видов рыб в подрайоне 48.3. (CCAMLR, 1992 г.).

Запасы *Notothenia rossii* остаются на очень низком уровне. За последние десять лет максимальная выгрузка составила $C=24897$ т. В то же время

последняя наилучшая оценка запаса, полученная в 1987 г. очень низка и равна $N = 12781$ т. Оценка первоначального запаса около $N = 600$ тыс.т. В последние годы был рекомендован ОДУ в виде прилова в 300т. Целенаправленный промысел запрещен.

Первоначальный запас *Notothenia gibberifrons* оценивается в $N = 40-45$ тыс.т. Современный запас по результатам съемок $N = 25-30$ тыс.т, методом VPA $N = 20$ тыс.т. Наибольшая выгрузка $C = 11758$ т. Современный промысловый запас составляет 73-78% от первоначального. Целенаправленный промысел запрещен. Добывается в виде прилова, на 1993г. ОДУ = 1470 т.

Современный запас *Chaenocerphalus aceratus* оценивается в 12,5-18тыс.т, что составляет 66-67% от первоначального. Наибольшая выгрузка составила 1272 т. Промысел запрещен. Возможен прилов при промысле *C.gunnari*, ОДУ=300 т.

Современный запас *Pseudochaenichtys georgianus* составляет около 13,5 тыс.т, что составляет примерно 30-37% от первоначального. Промысел запрещен. Возможен прилов при промысле *C.gunnari*, ОДУ-300 т. Наибольшая выгрузка $C = 1661$ т.

Практически такое же состояние запасов и промысла для *Notothenia squamifrons*.

Современный запас *C.gunnari* (ледяная рыба) составляет $N = 49,4-62,7$ тыс.т. Наибольшая оценка запаса, полученная методом VPA в начале 1980-х годов, равна примерно $N = 270$ тыс.т. Наибольшая выгрузка составила $C = 128,2$ тыс.т. В последние годы ОДУ = 15,2 тыс.т.

Промысловые запасы *N.guntheri* (желтоперка) снизились с примерно $N = 200$ тыс.т в конце 1970-х годов до $N = 70-80$ тыс.т. Наибольшая выгрузка равна $C = 36,7$ тыс.т. На 1990 г. ОДУ был равен 12 тыс.т. В настоящее время промысел закрыт.

В последние годы очень большое внимание уделено управлению промысловых запасов *D.eleginoides* (клыкач). В подрайоне 48.3 по оценке НК АНТКОМА за 1990-95 гг. выловлено около 40 тыс.т этой высококачественной рыбы. Наибольшая выгрузка составила $C = 8,5$ тыс.т.

Современный запас разными методами оценивается в широком диапазоне и принят примерно в $N = 45$ тыс.т. В последние годы ОДУ рекомендовался на уровне 3,5 тыс.т.

В настоящее время по запасам *Electrona carlsbergi* нет надежных оценок. Последние оценки, полученные съемками, относятся к 1988 г. и составляют $N = 1200$ тыс.т для большей части подрайона 48.3 и $N = 160$ тыс.т в районе скал Шаг. Наибольшая выгрузка составила $C = 78,5$ тыс. в 1991 г. В последние годы ОДУ рекомендовался на уровне 109 тыс.т в районе 48,3 и 14,5 тыс.т - в районе скал Шаг.

В последние годы в Научном комитете АНТКОМА стал разрабатываться принцип регулирования промысла на основе "целевого, предохранительного уровня запаса" В июне 1995 г. в Швеции ФАО было проведено совещание по предохранительному регулированию промысла (SC-CCAMLR-XIV/V, 1995).

Для данного подхода требуется несколько ключевых элементов, а именно:

- указание целей регулирования;
- указание оперативных задач и ограничений;
- указание процедур применения и корректировки мер регулирования таким образом, чтобы выполнялись оперативные задачи и ограничения;
- прогностическая оценка методов для определения их надежности;
- предохранительный подход в методах оценки и анализе;

Для применения предохранительного подхода следует руководствоваться следующим:

- при разработке и принятии мер по регулированию промысла следует учитывать наилучшую из имеющейся научной информации;
- прежде чем начинать или продолжать промысел, следует обеспечить минимально необходимый уровень информации.
- в то же время отсутствие полной научно обоснованной определенности не является поводом для прекращения экономически эффективных мер;
- следует уменьшать критическую неопределенность в плане управления;

- следует принимать соответствующие меры для представления фактических биопромысловых данных;
- следует систематически анализировать различные возможные критерии и методы регулирования промысла;
- следует разработать типы научной информации по многовидовым и экосистемным процессам в качестве основы для оценки возможных уровней изъятия;
- следует определить биологические ограничения и реперные точки по исследуемым видам и запасам, ареалам обитания и экосистеме в целом;
- следует оценить биоэкономические критерии регулирования промысла;
- следует усовершенствовать методы количественного описания прямого и косвенного воздействия промысла;
- следует разработать методы оптимизации систем и др.

Как видно из этих указаний настоящая работа напрямую связана со многими пунктами, разрабатываемой международной наукой концепции эксплуатации запасов.

Такой подход к регулированию промысла позволяет учитывать потребности следующих поколений, избегать потенциально необратимых изменений, заранее выявлять нежелательные последствия и без промедления принимать все необходимые меры для исправления или избежания критических ситуаций.

Заключение и общие выводы

Материалы диссертации представляют собой первое обобщение оригинальных и литературных данных по состоянию запасов, промысла, возможной добычи морских животных и принципам управления их ресурсами. Впервые были разработаны основные предпосылки создания новой теории регулирования промысла морских млекопитающих. Получены следующие новые результаты:

1. На основе разработанных и усовершенствованных автором методов могут быть получены оценки величины промыслового запаса и

коэффициента улавливаемости морских гидробионтов (взвешенные по промысловому усилию, учитывающие поправку на промысловое усилие в каждом интервале рассматриваемого периода, учитывающие естественную убыль и относительное промысловое пополнение и др.).

2. Разработанные и модифицированные автором методы оценки относительного "чистого" промыслового пополнения и величины запасов имеют основное преимущество перед существующими методами: учитывая основные параметры состояния запасов и промысла, они требуют только минимальную информацию (промысловое усилие и улов).

3. Разработанные автором новые методы определения промыслового пополнения и рекуррентной процедуры определения динамики промысловых запасов позволили усовершенствовать метод виртуальных популяций с учетом возрастного запаздывания промыслового пополнения.

4. Сравнительный анализ методов, основанных на соотношении "запас-пополнение" показывает, что уравнения кривых воспроизводства для морских млекопитающих несколько сложнее известных в теории рыболовства, но имеют достаточно веское научное обоснование и могут быть применимы для оценки промысловых запасов и возможной урановешенной добычи для любого уровня запасов.

Исследованы различные режимы промысла при изменении возрастного состава добытых животных.

5. Разработанный автором подход к оценке относительного промыслового пополнения, основанный на знаниях физиологических данных (коэффициентов воспроизводства, коэффициента беременности и др.) позволяет сравнительно просто и надежно рассчитать величину промыслового пополнения для различных уровней промыслового запаса.

6. Разработан и применен на практике новый нелинейный метод и его модификации одновременного определения величины промыслового запаса, коэффициента улавливаемости и убыли от естественных причин. Преимуществом этих методов является то, что, учитывая основные взаимные внутривидовые связи, можно найти наиболее важные параметры при минимальной исходной информации.

7. Предложены и использованы на практике новый метод альтернативного определения величины промыслового запаса и промыслового пополнения, методы оценки этих параметров по промысловому усилию, степени эксплуатации и др.

8. Исследованы, обобщены существующие и разработаны новые критерии регулирования промысла, основывающиеся на разных концепциях. Сравнительный анализ графиков зависимости между уравновешенной добычей и величиной промыслового запаса, построенный по различным кривым воспроизводства, указывает на значительное влияние на оценки запаса на уровне МСД степени соответствия выбранных кривых воспроизводства.

Если уровень запаса, обеспечивающий получение МСД, зависит от выбора типа кривой, то характер ее изменения практически мало влияет на величины МСД.

Для запасов, подчиняющихся определенной зависимости $C_s(N_c)$, стабильная добыча растет значительно быстрее для тех, у которых максимум кривой $C_s(N_c)$ находится правее максимума для параболы (такой зависимости, например, подчиняются усатые киты), чем для $C_s(N_c)$, находящиеся слева от параболы. Соответственно и уровни запасов $N(МСД)$ для первых будут ближе к первоначальной величине, чем для вторых. МСД для кривых $C_s(N_c)$, находящихся левее параболы, обеспечивается меньшим запасом, чем находящихся правее ее.

9. Проведен анализ моделей многовидового промысла. Рассмотрены возможности получения оптимальных уловов для конкурирующих видов (разные виды китов) и в промысле "усатые киты-криль". Показана возможность построения оптимальных (с точки зрения получения наибольших уловов) режимов промысла. Исследованы условия, когда промысел становится нерентабельным, условия в которых происходит перелов (исчезновение промыслового запаса), условия получения возможно большей продукции при минимальных затратах. Приведены практические примеры оценки эффективности использования запасов морских животных.

в стране (г. Владивосток, 1976г.); на конференции "Экономическая эффективность научно-технического прогресса в рыбной промышленности СССР" (г. Москва, 1986г.); на Всесоюзной конференции молодых ученых "Научно-технический прогресс в рыбной промышленности (г. Москва, 1988г.); на Всесоюзной конференции по теории формирования численности стад промысловых рыб (г. Москва, 1982г.); на II-ом Всесоюзном совещании "Сырьевые ресурсы Южного океана и проблемы их рационального использования (г. Керчь, 1987г.); на отраслевой школе-семинаре по применению математических методов для прогнозирования уловов (п. Рыбное, 1983-1989гг.); на Всесоюзных школах-семинарах по методам анализа эксплуатируемых гидробионтов ВГБО АН СССР (г. Тарту, 1984г., г. Петрозаводск, 1987г.); на совещании Научного комитета МКК по охраняемым видам и аборигенному промыслу китов (г. Кембридж, Англия, 1987г.); на совещании Научного комитета МКК по малым полосатикам Южного полушария (г. Кембридж, Англия, 1986г.); на заседаниях Научного комитета Антарктической комиссии по сохранению морских живых ресурсов (АНТКОМ) (г. Хобарт, Австралия, 1985-1988гг.); на заседании Рабочей группы АНТКОМа по разработке стратегии сохранения морских живых ресурсов Антарктики (г. Хобарт, Австралия, 1988г.); на межлабораторном коллоквиуме лабораторий промышленного рыболовства, Антарктики, морских млекопитающих и системного анализа промысловых биоресурсов (ВНИРО, 1996г.)

Публикации. По теме диссертации опубликовано около 90 работ, в том числе монография (26,6 п.л.). Общий объем публикаций, принадлежащих лично автору, составляет около 70 п.л.

Объем работы. Работа изложена на 311 страницах машинописного текста, состоит из введения, пяти глав, списка использованной литературы из 337 наименований, включает 39 рисунков и 61 таблицу.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Теоретические основы принципов и методов анализа состояния запасов и промысла морских гидробионтов заложены в работах Ф.И. Баранова,

Н.Н.Андреева, А.В.Засосова, В.Н.Мельникова, Ю.В.Кадильникова, Г.В.Никольского, И.В.Никонорова, С.А.Студенецкого, Ю.М.Свирижева, А.И.Трещева, В.В.Меншуткина, С.Е.Шевцова, К.И.Юданова, Ю.Б.Юдовича, Д.Бивертонна и С.Холта, Д.Гулланда, В.Рикера, М.Шефера, Т.Дои, Н.Танака и др.

Дальнейшей разработке и практическому применению таких методов посвящены оригинальные работы В.К.Бабаяна, В.В.Блинова, Т.И.Булгаковой, Д.А.Васильева, П.С.Гасюкова, Ю.Н.Ефимова, Е.А.Криксунова, А.В.Мельникова, И.Г.Проценко, Ю.Т.Сечина, В.Л.Третьяка и др. Фундаментальных, обобщающих трудов по современным методам и критериям регулирования промысла морских млекопитающих до настоящего времени не было. Ранее автором (Бородин Р.Г., 1974, 1983, 1984) были сделаны попытки более широкого охвата и подробного исследования математических методов теории рыболовства, но в них не отражены полностью все стороны данной проблемы.

При этом следует отметить, что автор основное внимание уделяет разработке и совершенствованию критериев и методов регулирования промысла морских животных Южного полушария. Принципы управления запасами рыб обстоятельно рассмотрены в работах В.К.Бабаяна.

В 1-ой главе дается анализ существующих, усовершенствованных и разработанных автором методов определения величины промысловых запасов и возможной добычи на основе промысловой статистики.

Возможный улов в каком-либо году зависит прежде всего от величины промыслового запаса, промыслового усилия и возраста промыслового пополнения (селективности промысла).

При определенной величине промыслового запаса N_t сведения о промысловом усилии f_t являются основным фактором, характеризующим давление промысла на запасы. Для уравновешенного состояния промысла улов на промысловое усилие C_t/f_t является показателем или индексом численности запаса.

Определение величины промыслового усилия - весьма трудоемкая задача, поскольку на промысле, как правило, работают различные суда различных

Наиболее перспективны для промысла запасы электроны Карлсберга. Для подрайона 48.3 рекомендован ОДУ = 109 тыс.т, в районе скал Шаг ОДУ=14,5 тыс.т. Также перспективны для промысла запасы антарктической серебрянки (промысловый запас оценивается на уровне 800 тыс.т) и светящийся анчоус (промысловый запас составляет около 12 млн.т, на выявленных участках, возможный вылов - 3 млн.т).

Результаты расчетов и практические рекомендации, разработанные автором наряду с другими, были использованы при составлении прогнозов и планов по уловам рыб, а также при отстаивании интересов отечественной промышленности в Международных организациях по регулированию промысла (CCALMR).

21. В настоящее время можно утверждать, что в Антарктике создано новое относительно уравновешенное (устойчивое) состояние экосистемы.

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Применение метода виртуальных популяций для оценки некоторых параметров промыслового стада рыб. Промышленное рыболовство сер. 2,1, 1972, М., ЦНИИТЭИРХ, с.25-26.
2. Оценка некоторых параметров промыслового стада рыб методом сравнения фактических и ожидаемых уловов (метод Аллена). Промышленное рыболовство сер. 2, вып.2, 1972, М., ЦНИИТЭИРХ, с.1-10.
3. Оценка степени влияния промысла на состояние запасов тунцов в центрально-восточной части Тихого океана. Промышленное рыболовство сер. 2, вып.4, 1972, М., ЦНИИТЭИРХ, с.20-35.
4. Применение методов математического моделирования для перспективного прогнозирования уловов трески в Северной Атлантике. Промышленное рыболовство сер.2, вып.12, 1972, М., ЦНИИТЭИРХ, с.1-17.
5. Некоторые аспекты регулирования промысла. Сборник трудов по промышленному рыболовству, вып.1, 1973, М., ЦНИИТЭИРХ, с.19-30.
6. Состояние запасов и промысла китов в Антарктике (методы исследования). Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана. Сер. 1, вып.2, 1974, М., ЦНИИТЭИРХ, 1-71 с..

7. Основные методы оценки динамики численности объектов рыболовства. Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана, сер.1, вып.3, 1974, М., ЦНИИТЭИРХ, 1-42 с. (И.Б.Буханевич, М.Я.Драпацкий, М.А.Павлов).

8. Некоторые аспекты современного состояния популяции котиков о.Тюлений. Материалы совещания по рациональной организации котикового хозяйства в стране, сер. 1, вып.7, 1975, М., ЦНИИТЭИРХ, с.5-6. (В.А.Владимиров).

9. К оценке современного состояния командорской популяции котиков. Материалы совещания по рациональной организации котикового хозяйства в стране, сер. 1, вып.7, 1975, М., ЦНИИТЭИРХ, с.7-8. (В.А.Владимиров).

10. Исследование математических методов оценки состояния запасов и промысла китов. Материалы VI Всесоюзного совещания. Морские млекопитающие. 1975, Киев. Тез. докл. Изд. "Наукова думка", с.53-54.

11. Оценка величины запасов антарктических сейвалов. Экономическая эффективность научно-технического прогресса в рыбной промышленности СССР, вып. 1, 1976, М., ЦНИИТЭИРХ. Тез. докл. С.124-125.

12. Исследование динамики численности антарктических финвалов с помощью математической модели, реализованной на ЭВМ. Экономическая эффективность научно-технического прогресса в рыбной промышленности СССР, вып. 1, 1976, М., ЦНИИТЭИРХ, с.125-126.

13. Регулирование промысла морских млекопитающих с помощью методов математического моделирования. Всесоюзная конференция молодых ученых "Научно-технический прогресс в рыбной промышленности". Тез. докл. 1976, М., ЦНИИТЭИРХ, с.3-5.

14. Принципы и методы регулирования промысла китов. Рыбное хозяйство N8 с.15-18 и N9 с.14-16, 1977, М. с.15-19. (И.В.Никоноров, М.В.Ивашин).

15. К итогам XXX сессии Международной китобойной Комиссии. Рыбное хозяйство N 11, 1977, М. с.21-24. (И.В.Никоноров, М.В.Ивашин).

16. Анализ и применение математических методов оценки возможной добычи морских млекопитающих. Сб. трудов ВНИРО "Применение математических способов оценки состояния промысловых объектов Мирового океана". М., 1978, с.33-37.

17. Об одной нелинейной модели и ее применении для оценки запасов и возможной добычи китов. Материалы VII Всесоюзного совещания по морским млекопитающим. 1978. Тез. докл. Симферополь, с.46-48.

18. Анализ состояния запасов и возможная добыча гренландских тюленей (беломорское стадо). Материалы VII Всесоюзного совещания по морским млекопитающим. 1978. Симферополь, с.48-49.

19. Rep. of the Sub-Committee Appointer "To consider the Questions Raised in the Report Activities of the FAO/ACMRR Working Party on Marine Mammals". IWC Scientific Comm. 27/Rep. 1. 1976, London. (В составе группы международных экспертов).

20. Antarctic Fin Whale Stock Assessment. International Whaling Commission 26/SC/25, London, 1974, pp.1-3.(mimeo)

21. Antarctic Sei Whale Stock Assessment. International Whaling Commission 26/SC/26, London, 1974, pp.1-2.(mimeo)

22. Application of the Method of Virtual Polulation for Assessment of Sei Whale Stocks in the Antarctic. Rep. of Special Meeting IWC, SC/SP/75, Doc.5, La Jolla, USA, pp. 1-4.(mimeo)

23. Rep. of the Sub-Comm. to Estimate Stock Size of Southern Hemisphere Minke Whales. IWC Scietific Committee 27/Rep.30, 1976, London. (В составе группы международных экспертов)

24. Sperm Whale Stock Size Assessment in Norht Pacific. IWC Scientific committee 27/Doc. 31, 1976. с.401-405.

25. Rep. of Sub-Committee to Estimate Stock Size of Southern Hemisphere Minke Whales. IWC Scientific Committee 28/Rep. 12, 1977, London. (В составе группы международных экспертов)

26. Methods of the Assessment of Net Recruitment and Time of Possible Recovery of Whale Stocks of the MSY Level. IWC Scientific Committee 28/Doc.5 1977, Cambridge pp.122-127.

27. Estimation of Initial Stock and Catchability Coefficient of Male Sperm Whales in the Southern Hemisphere. IWC Scientific Committee SP/Doc.22, 1977, Cambridge, p.368.
28. A further Study of the Stock Condition of Antarctic Sei Whales. International Whaling Commission, SC 27/Doc. 36, 1976, London, pp.1-5. (mimeo)
29. A note on catch per unit effort trends in USSR North Pacific Sperm Whale operations. Rep. of the Scientific Comm. Special Meeting North Pacific Sperm Whale Assessment. Cronulla NSW, Australia, 1977, pp.1-2. (Ivashin M., mimeo)
30. Rep. of the Sub-Comm. on Sei and Brydes Whales. Twenty-Ninth Rep of the Int. Wh. Com., 1979, 55-60 pp. (В сост. гр. межд. экспертов.)
31. Rep. of the Sub-Comm. on Sperm Whales. Thirtieth Rep. of Int. Wh. Com. 1980, 79-85 pp. (В сост. группы международных экспертов)
32. Third Meeting of the Special Scientific Working Group on Management Procedures. Hawaii, 1980. Thirty First Rep. of the Int. Wh. Comm., 1981, Cambridge, pp.41-55. (В сост. груп. междун. экспер.)
33. On the relationship between a stock estimate and a "net" recruitment rate for minke whales of the South Hemisphere. International Whaling Commission, 1986, SC/37/Mi2, pp.500.
34. О критериях регулирования промысла китов. "Морские млекопитающие". Труды ВНИРО, 1980, М., с.9-10.
35. Обобщенная модель анализа промысла морских млекопитающих и ее применение. "Морские млекопитающие" Труды ВНИРО, 1980, М., с.10-18.
36. О теоретических основах определения возможной добычи морских животных. "Морские млекопитающие". Труды ВНИРО, 1982, М., с.7-22.
37. Методы анализа состояния запасов морских млекопитающих. "Морские млекопитающие". Труды ВНИРО, 1982, М., с.22-32.
38. Анализ динамики запасов китов с помощью методов математического моделирования. Изучение, охрана и рациональное использование морских млекопитающих. Тез. докладов 8 Всесоюзного совещания, 1982, Астрахань, с.45-46.

39. Теоретические основы регулирования промысла морских млекопитающих. Изучение, охрана и рациональное использование морских млекопитающих. Тез. докл. 8 Всесоюзного совещания. Астрахань, 1982, с.46-48.
40. Оценка основных параметров популяции тихо-океанского моржа. Изучение, охрана и рациональное использование морских млекопитающих. Тез. докл. 8 Всесоюзное совещание. Астрахань, 1982, с.160-161. (Кибальчич А.А.)
41. Оценка состояния запасов китов и их рациональное использование. Рыбное хозяйство. 1983, N10. (Ивашин М.В.)
42. О работе Международной китобойной комиссии. Рыбное хозяйство, 1983, N 12. (Ивашин М.В.)
43. Методические рекомендации по применению математических моделей для оценки запасов и возможной добычи морских животных. ВНИРО, М., ОНТИ, 1983, 1-44 с.
44. Методические рекомендации. Критерии и методы управления промысловыми запасами морских животных. ВНИРО, М., 1984, 45с..
45. Методические рекомендации. Применение математических методов и моделей для оценки запасов рыб. ВНИРО, М., 1984, 155 с. (Бабаян В.К., Булгакова Т.И., Ефимов Ю.Н.)
46. Теоретические основы регулирования промысла. Теория формирования численности и рационального использования стад промысловых рыб. М., Наука, 1985, с.166-173. (Бабаян В.К., Ефимов Ю.Н.)
47. К оценке запасов и возможной степени эксплуатации малых полосатиков Южного полушария. Девятое Всесоюзное совещание по изучению, охране и использованию морских млекопитающих. Архангельск. 1986. Тез. докл. с.55-56.
48. Основные принципы управления запасами морских млекопитающих. Девятое Всесоюзное совещание по изучению, охране и использованию морских млекопитающих. Архангельск. 1986. Тез. докл. с.56-58. (Ивашин М.В.)

49. Об исследованиях в рамках МКК. Девятое Всесоюзное совещание по изучению, охране и использованию морских млекопитающих. Архангельск. 1986. Тез. докл. с.170-172. (Ивашин М.В.)
50. 40-ие Международной конвенции по регулированию китобойного промысла. Рыбное хоз-во. 1986, N 11, с.24-29. (Никоноров И.В., Ивашин М.В.)
51. Киты Антарктики: меры регулирования, промысел и современное состояние запасов. Биологические ресурсы Арктики и Антарктики. Изд. Наука, 1987, с.414-429. (Ивашин М.)
52. К проблеме регулирования промысла рыб в Антарктике. 11-ое Всесоюзное совещание. Сырьевые ресурсы Южного океана и проблемы и рационального использования. 1987 г. Керчь, с.46-48.
53. Statement on values of natural mortality rate and recruitment rate for the Antarctic minke Whales. International Whaling Commission, 1984 (S.Ohsumi и др.) 35/4 Annex N p 48.
54. Present Day State of Gray Whales Abundance (Eschiricht-tins Robustus) on Chukot-Californian Stock. International Whaling Commission 1987 SC/38 PC/16 1-16 pp. (М.В.Ивашин).
55. On Strategy conservation marine living resource of Antarcic. CCAMLR 1988 Hobart, Australia, WGDCS V11, 1-7 p.
56. Chamocephalus gunnari Stock Status in the South Georgia Area. CCAMLR 1989 Hobart, Australia, SSP/S Selected scientific Papers, p1-18 (В.Кочкин).
57. Nototenia /P./ Guntheri Stock Status and TAC Estimation in the Area of Shag Rocks /Subarea 48. 3/. CCAMLR 1989 SSP/S Selected scientific Papers Hobart, Australia, 53-68 p. (К.Шуст).
58. Промысел и состояние запасов малых полосатиков Южного полушария. М.: ВНИРО, 1990. Сборник научных трудов. Морские млекоп. с93-103 (М.Ивашин)
59. Progress Report on research Whales USSR. Rep. International Whaling Comm. 46 1992 Cambridge, U K, p.374-376. (М. Ивашин)
60. Киты : меры регулирования промысла и состояние запасов. М.: ВНИРО 1996 . 208 с.

61. Киты и их участь. М.: ВНИРО, (переведена на англ. яз., Никоноров И.В., в печати)
62. О некоторых промысловых- биологических критериях управления эксплуатируемыми морскими живыми ресурсами. М.: Сборник трудов по промышленному рыболовству (в печати).
63. Теоретические основы оценки экономической эффективности регулирования промысла морских животных. М.: Сборник трудов по промышленному рыболовству (в печати).

Р.Тобоев