

На правах рукописи

УДК 639.228:639.2.081.117

ШЕРСТКОВ

Александр Сергеевич



**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ
ПРОМЫСЛА КАМБАЛОВЫХ ОНЕЖСКОГО ЗАЛИВА
БЕЛОГО МОРЯ**

03.00.10 – ихтиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Калининград – 2005

Подписано к печати 21.11.2005

Отпечатано
163000, г. А

Работа выполнена в Северном филиале Полярного Научно-Исследовательского Института Рыбного Хозяйства и Океанографии им. Н. М. Книповича (ПИНРО).

Научный руководитель:

доктор биологических наук, профессор Шibaев Сергей Вадимович

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор Никитина Светлана Михайловна

кандидат биологических наук, доцент Хрусталёв Евгений Иванович

Ведущая организация: Атлантический Научно-Исследовательский Институт Рыбного хозяйства и Океанографии (АтлантНИРО).

Защита диссертации состоится « 23 » декабря 2005 г. в 16:00 часов на заседании диссертационного совета К 307.007.01 при Калининградском государственном техническом университете по адресу:

236000, Калининград, Советский проспект, 1, ауд. 424.

Факс (8-0112) 91-68-46

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Калининградского государственного технического университета.

Автореферат разослан « 21 » ноября 2005 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

доктор биологических наук, профессор

 Г.Г. Серпудин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Оптимизация промысла в исключительной экономической зоне Российской Федерации обозначена в Морской доктрине страны как одна из долгосрочных задач, которые должны решаться в целях эффективного освоения морских биологических ресурсов и сохранения позиции России в ряду ведущих морских держав в области промышленного рыболовства. При этом также определяется, что в ближайшей перспективе биоресурсы исключительной экономической зоны будут составлять основную часть рыбного сырья (Морская доктрина России). Повышение роли исключительной экономической зоны в добыче водных биологических ресурсов обусловлено утратой Российской Федерацией своих позиций в океаническом рыболовстве в конце XX века вследствие политических и экономических преобразований в государстве. Вместе с тем, в традиционных районах промысла в пределах ИЭЗ промысел весьма интенсивен и нагрузка на запасы основных промысловых видов рыб зачастую превышает допустимые пределы. В этих условиях особое значение приобретают освоение промыслом новых районов, объектов и способов лова.

Одним из таких районов является Онежский залив Белого моря. Здесь обитают перспективные для освоения виды камбаловых рыб - речная камбала *Platichthys flesus* (L., 1758), полярная камбала *Liopsetta glacialis* (P., 1776) и ершоватка *Limanda limanda* (L., 1758). Однако, в связи с отсутствием данных по биологии этих видов в настоящее время невозможно оценить оптимальные параметры промысла, перспективы его развития, и разработать систему мер регулирования. Помимо обеспечения реализации Федерального закона «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» разработка научно обоснованных подходов к управлению запасами камбаловых будет способствовать сохранению биоразнообразия как условия стабильности экосистемы залива.

Цель исследований: Определить рыбохозяйственное значение и перспективы промыслового использования камбаловых в Онежском заливе Белого моря.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- провести количественную оценку основных биологических параметров камбаловых в Онежском заливе и их роли в формировании ихтиоценозов;
- изучить особенности миграций и уточнить существующие представления о структуре запасов камбал в пределах Онежского залива;
- изучить особенности питания и оценить кормовые условия камбал на исследуемой акватории;

- проанализировать роль камбаловых в прибрежном промысле и рассмотреть возможное влияние промысла на состояние их запасов;

- оценить общий допустимый улов камбаловых в заливе и оптимальные параметры их специализированного промысла;

Научная новизна. Впервые проведены комплексные исследования биологии трех видов камбал Онежского залива Белого моря, обобщены литературные данные и данные фондов библиотеки СевПИРО. Оценены основные биологические и промыслово-биологические характеристики камбаловых, для которых установлены параметры математической зависимости. Усовершенствована методика определения возраста. Изучены особенности миграций речной камбалы. Проведена оценка воздействия промысла на состояние запасов камбал Онежского залива. Выявлены потенциальные возможности развития промысла камбаловых в Онежском заливе, обоснована величина общего допустимого улова. Впервые оценены оптимальные параметры рыболовства.

Практическая значимость. Результаты работы с 2003 г. используются при составлении годового прогноза «Характеристика состояния запасов и прогноз возможного вылова», разрабатываемого ПИРО и СевПИРО для вышестоящих органов Российской Федерации по рыболовству. Обоснование величины общего допустимого улова (ОДУ) снимает существующие ограничения на развитие промысла и обеспечивает выполнение закона РФ «О рыболовстве...».

В работе показано, что в Онежском заливе возможен рентабельный устойчивый промысел камбал, который не окажет влияния на состояние их популяций и способен дать до 180 т рыбопродукции, что в 3 раза больше максимального исторически достигнутого улова. Развитие промысла камбаловых обеспечит увеличение занятости населения в районах Архангельской области и Карелии, характеризующихся социально неблагоприятной обстановкой.

Апробация работы. Результаты исследований и основные положения диссертации докладывались и обсуждались на ежегодных отчетных сессиях по итогам научно-исследовательских работ Северного филиала ПИРО 2002-2005 гг.; конференции «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря», (Беломорск, 2001); международной молодежной научной конференции «Экология-2003» (Архангельск, 2003), XXVI международной конференции «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов европейского Севера» (Сыктывкар, 2003);

международных научных конференциях «Инновации в науке и образовании», (Калининград, 2003, 2005).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 работ.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 215 страницах, состоит из введения, пяти глав, выводов, списка использованной литературы, включающего 186 источников, в том числе 12 иностранных, содержит 57 таблиц и 70 рисунков.

Основные положения, выносимые на защиту:

- результаты оценки биологических параметров камбаловых Онежского залива;
- существование экологических группировок камбаловых и особенности их биологии;
- возможность организации устойчивого рыболовства и оптимальные параметры промысла камбаловых.

Автор выражает искреннюю признательность научному руководителю диссертации доктору биол. наук, профессору С.В. Шибаеву, а также сотрудникам Северного филиала ПИРО С.Н. Тарасову, С.Б. Фролову, канд.биол.наук А.В. Семущину, Г.В. Фуксу, В.С. Шерсткову, Р.В. Козакову, А.А. Москвину, Л.А. Самохиной, научному сотруднику Института экологических проблем Севера УрО РАН С. В. Климову, сотрудникам кафедры ихтиологии и экологии КГТУ О.А. Новожилову и Ю.К. Руйгите за помощь и поддержку в подготовке диссертации.

Считаю также необходимым поблагодарить за совместную работу и предоставленные ценные сведения поморов Г.П. Воронина, В.Ф. Калинина, А. Глотова, П. Воронцова.

ГЛАВА 1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалы для настоящей работы были собраны в период с 2002 по 2004 гг. Исследовались три вида камбаловых Онежского залива - речная камбала, полярная камбала и ершоватка, которые обитают совместно, встречаются в промысловых уловах и не разделяются по видам в промысловой статистике. Сбор материала проводился в пяти пунктах побережья Онежского залива Белого моря (рис. 1) с использованием нескольких типов орудий лова: ставных ловушек с шагом ячеи в кутке 16, 20, 25 и 40 мм, ставных сетей с ячеей 40-50 мм. Общее количество обловов составило порядка 963 орудисуток. Все обловы использовались для оценки видового и размерного состава уловов. Материалы для биологического анализа отбирались стратифицированным

методом. Общее количество особей, подвергнутых биологическому анализу, со взятием регистрирующих структур для определения возраста, составило более 2,5 тыс. Все особи также использовались для изучения состава пищи. Кроме того, были привлечены архивные материалы по исследованиям камбаловых в период 1942-43 гг., что позволило провести сравнительный анализ, а также материалы промысловой статистики за период с 1960 г.

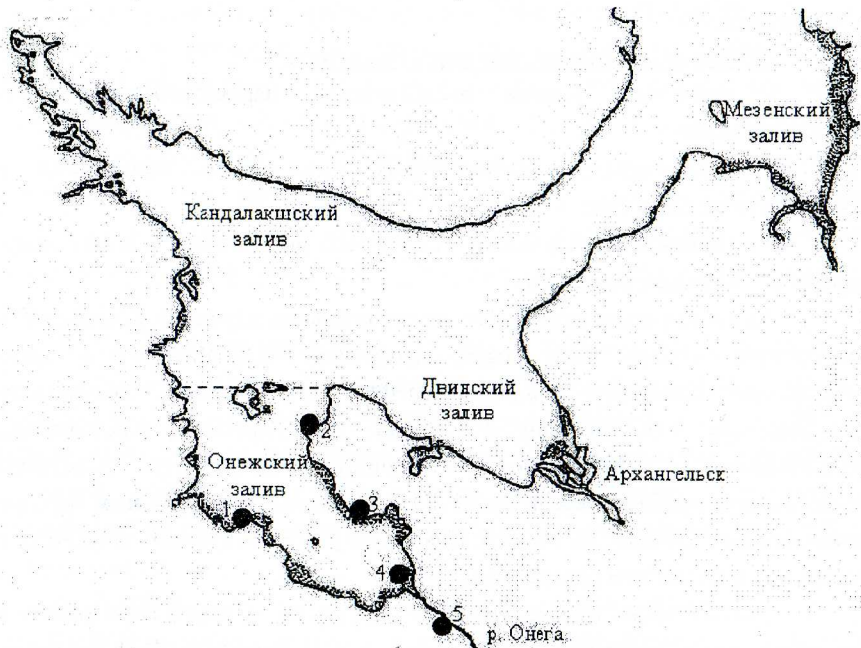


Рис. 1 Места сбора материалов по камбаловым Онежского залива Белого моря
1 - Колежма; 2 - Восточная Соловецкая Салма; 3 - Пурнема; 4 - Кий-остров;
5 - р. Онега (Подпорожье, 20 км от устья)

Обработка первичной ихтиологической информации производилась по стандартным методикам (Метод. рекомендации... ПИНРО, 2001; Правдин, 1966). Для определения стадий зрелости половых продуктов использовались 6-балльная шкала зрелости, разработанная для морской камбалы (Воеводкина, 1996). В качестве размерной характеристики рыб использована промысловая длина - от конца рыла до начала средних лучей хвостового плавника.

Возраст определяли по поперечному срезу отолита, который предварительно прокаливался в пламени спиртовой горелки и затем просматривался в капле глицерина под биноклем МБС-10 при 32-кратном увеличении. С целью проведения обратных расчислений роста на всех отолитах

измерялись зоны роста. Обратные расчисления производились по методу Э. Леа с оценкой параметров связи между радиусом отолита (R_{oth}) и длиной рыбы (L) для каждого вида:

$$\text{Ершоватка} - L = 0,3054R_{oth} - 3,8255 (r=0,87)$$

$$\text{Полярная камбала} - L = 0,2246R_{oth} - 0,0936 (r = 0,84)$$

$$\text{Речная камбала} - L = 0,3353R_{oth} - 3,6106 (r = 0,88)$$

Всего обратные расчисления были проведены для 2,5 тыс. особей, что позволило получить массив ретроспективных длин рыб в количестве более 11000. Рост, как по наблюдаемым данным, так и по данным обратных расчислений исследовался в соответствии с имеющимися руководствами [Чугунова, 1959; Мина, 1973 и др.] и методами вариационной статистики [Лакин, 1990]. Для оценки математической достоверности сходства или различия между вариационными рядами использовался t-критерий Стьюдента, теоретические значения которого брались при уровне значимости 5%.

Расчеты коэффициентов смертности производились четырьмя методами: по предельному возрасту (Баранов, 1918), по соотношению численности возрастных групп (Рикер, 1979), путём аппроксимации кривой улова, и по возрастной структуре в смежные годы (Шибяев, 1987). Оценка смертности также была произведена на основе зависимости, установленной между этим показателем и максимальным возрастом Н.С. Фадеевым (Фадеев, 1987).

Оптимальные параметры промысла оценивались на основании анализа модели Бивертон-Холта (Бивертон, Холт, 1969). Для построения изоплетных диаграмм использовалась программа Surfer 7.0. и триангуляционно-линейный метод интерполяции.

ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОНЕЖСКОГО ЗАЛИВА

Онежский залив - самый южный из заливов Белого моря. Площадь поверхности залива 12,3 тыс. км² - наибольшая среди всех беломорских заливов. Посредине входа в Онежский залив лежат Соловецкие острова, разделяющие вход на два пролива: Восточную и Западную Соловецкие Салмы. Глубины на большей части акватории Онежского залива менее 50 м, преимущественно 5-25 м. Средняя глубина около 20 м. Это самый мелководный залив Белого моря. Рельеф дна в заливе сложный. В составе грунтов преобладают песчаные и гравийные фракции.

В залив впадает большое количество рек. Наибольшая из них - Онега - впадает в вершину залива и приносит около 50% всех поступающих в него

Сы, 1930; Есинов, 1932 и др.). Затем, на протяжении второй половины XX столетия периодически появлялись работы разных авторов, освещавшие те или иные стороны биологии этих рыб (Николаев, 1949, 1955; Алтухов, 1958, 1980; Мухомедяров, 1963; Сонин, 1964; Шатуновский, 1964 и др.). В целом биология камбаловых, состояние их запасов и роль в экосистеме изучены слабо.

Известно, что все три исследуемых вида камбал повсеместно встречаются в Белом море. Ершоватка предпочитает песчаные грунты и избегает опреснения. Протяженные миграции не совершает. Подлаяная камбала — один из самых мелководных и холодолюбивых видов камбал, предпочтительней илстые грунты. Поводит значительную часть года при отрицательных придонных температурах и в сильно опресненных прибрежных водах. Также не совершает протяженных миграций, обычно не покидая пределов гуд, в которых обитает. Беломорская речная камбала предпочитает песчаные грунты и часто поднимается на довольно большие расстояния вверх по течению рек. Демонстрирует значительную пластичность к условиям среды, что, в частности, подтверждается обширностью ареала, занимаемого видами рода *Platichthys* в северных частях Атлантического и Тихого океанов, по сравнению с ареалами большинства других обитающих здесь камбаловых (Андрившев, 1954; Николаев, 1955; Фадеев, 1987).

Проведенные нами исследования позволили установить особенности миграций и миграционного поведения речной камбалы. С наступлением осенних холодов речная камбала образует скопления в прибрежье, и мигрирует для зимовки в реки и эстурии. Учитывая гидрологические особенности Онежского залива, значимость зимовки в прибрежье и эстуриях, покрытых льдом и отплененных речным стоком, и непосредственно в реках, для речных камбал высока. Нами выявлено, что миграционная активность зависит от комплексного влияния ряда факторов и усиливается, в частности, при падении температуры воды до 9°C и ниже, при ветрах северных и западных румбов.

Биология размножения ершоватки и речной камбалы в значительной степени сходна. Отличия в биологии размножения поллярной камбалы обусловлены ее холодолюбивостью. Все три вида — пелагофилы, характеризуются растянутым во времени нерестом и пелагической икрой. Нерест поллярной камбалы происходит в январе-феврале. Ершоватка и речная камбала нерестятся летом (май-август). Молодь поллярной камбалы, за счет более длительного периода оторма к концу первого лета жизни в среднем почти в 2 раза опережает в росте молодь ершоватки и речной камбалы, что наряду с характером нереста и пелагической икрой служит повышению

пресных вод. Общий объем пресноводного стока составляет в среднем $3,4 \text{ км}^3/\text{год}$. В зимний период (с ноября-декабря по апрель-май) залив покрывается льдом. Южная часть и прибрежные районы замерзают полностью, северная часть залива покрываются дрейфующим торосистым льдом. Воды Онежского залива всегда находятся в процессе интенсивного перемешивания и сохраняют почти полную вертикальную однородность температуры и солёности.

Температурный режим в заливе характеризуется очень значительными изменениями по сезонам и в горизонтальном направлении. В весенне-летний период вся толща воды подвергается значительному прогреву, а зимой — сильному охлаждению. В зимний период прибрежные, в особенности открытые части залива, Солёность вод залива снижается в направлении с севера на юг от 24-27 ‰ до 10-15 ‰ и менее в прибрежье и в эстуриях. Они хорошо аэрированы, и отличаются повышенным содержанием органического вещества.

Зоопланктон Онежского представляен в основном мелкими вритерными и неритическими формами. Здесь обнаруживается большое количество личинок разных лонных животных. Биомасса зоопланктона в вегетационный период в открытой части залива может достигать $225 \text{ мг}/\text{м}^3$. Залив характеризуется богатством зообентоса по сравнению с другими районами Белого моря. Доминирующими группами являются *Bivalvia*, *Cirripedia*, различные губки, гидродиды, мшанки, полихеты и ракообразные. Средняя биомасса зообентоса в заливе в вегетационный период — $344 \text{ г}/\text{м}^2$.

Доля кормового бентоса — не более 20 % общей биомассы (Иванова, 1957; Кудерский, 1966).

Ихтиофауна залива насчитывает около 40 видов морских, проходных и полупроходных рыб, относящихся к 19 семействам. В их числе минотровые (1 вид), скатовые (1), сельдевые (1), лососевые (2), сиговые (2), корюшковые (2), тресковые (2), колюшковые (2), брячковые (6), пинагоровые (1), бельдюговые (3), люнетеновые (3), зубатковые (1), песчанковые (1) и камбаловые (3).

Основные объекты промысла — навага и сельдь.

Условия среды в Онежском заливе благоприятны для существования исследуемых видов камбал.

ГЛАВА 3. БИОЛОГИЯ КАМБАЛОВЫХ ОНЕЖСКОГО ЗАЛИВА

Систематических исследований трех названных видов камбал в Белом море никогда не проводилось. Первые сведения по биологии камбал в Белом море были получены в первой половине прошлого века (Суворов, 1927, 1929;

выживаемости на ранних стадиях развития молоди всех трех видов.

Абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) речной камбалы Онежского залива составляет от 115 до 1643 тыс. икринок. Плодовитость ниже, чем в Кандалакшском заливе, но выше, чем в Балтийском море. Величина относительной индивидуальной плодовитости (ОИП) в среднем составляет около 2000 шт/г. Ершоватка кутовой части залива по нашим данным характеризовалась величиной АИП в среднем 113,6 тыс. шт. икринок, и величиной ОИП - в среднем 5862 шт/г., что значительно выше плодовитости ершоватки внешних районов - порядка 2900 шт/г (Николаев, 1955). Установленные для речной камбалы и ершоватки связи длина-плодовитость, и возраст-плодовитость имеют высокую степень достоверности аппроксимации: Ершоватка - АИП = 0,0039 L^{3,9395}, (r = 0,92) и АИП = 1,69 T^{3,19} (r=0,99); Речная камбала - АИП = 94,4 L-1622,7 (r = 0,92) и АИП = 224,9 T-655,4 (r=0,96).

Впервые примененная автором для определения возраста беломорских камбаловых методика позволила очень точно определять возраст даже для рыб старших возрастов и провести обратные расчисления, что дало возможность подробно изучить закономерности роста камбаловых (рис. 2). Особенность методики состоит в обжиге отолита после его раскола, а не наоборот. Как оказалось, полученные в результате обратных расчислений данные математически достоверно соответствуют наблюдаемым, и свидетельствуют о стабильности роста камбаловых в межгодовом аспекте.

Ершоватка прибрежных распресненных районов кутовой части Онежского залива – рыба крайне тугорослая. В районе Кий-острова самцы практически прекращают расти в возрасте 5 лет, достигнув лишь 10 см длины и 20 г веса. Самки в этом возрасте в среднем имеют размеры 12 см и вес более 30 г. Максимальные размеры и возраст обитающей здесь ершоватки – 9 лет и 17 см (самки) и 11 лет и 11 см (самцы). Во внешней части залива линейный рост и самцов, и самок значительно замедляется на 7-8 году жизни и при достижении особями размеров (самцы-самки) 16-19 см. Максимальные длина, масса и возраст, отмеченные нами для самок ершоватки Онежского залива, составили 25,2 см, 297 г и 15 лет, для самцов – 19,6 см, 128 г и 11 лет. Темп роста полярной камбалы несколько более высокий, чем у ершоватки. Самцы растут очень медленно после достижения длины 10 см на 4 году жизни. Линейный рост самок сильно замедляется на 8 году жизни при длине порядка 20 см. Максимальные линейный размер, масса и возраст, отмеченные нами для самок полярной камбалы Онежского залива, составили 22 см, 231 г и 15 лет, для самцов – 15,5 см, 85 г, и 20 лет (рис.2).

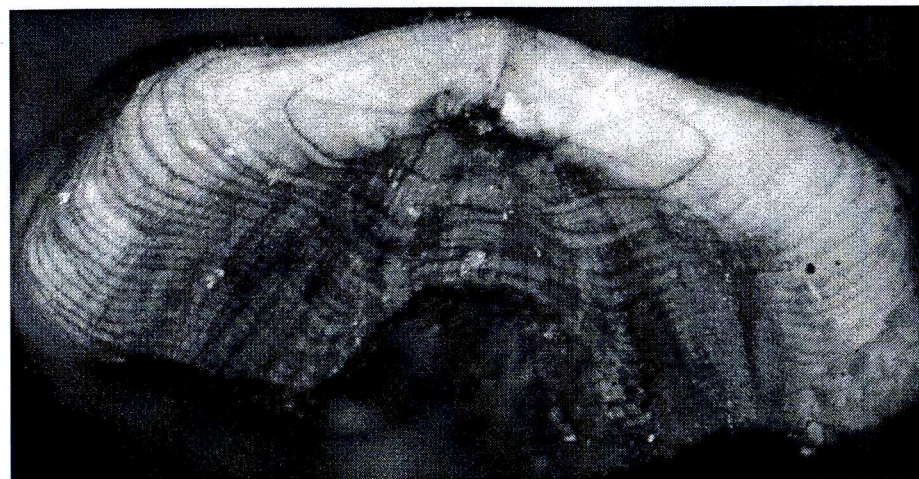


Рис. 2 Отолит самца полярной камбалы (Пурнема, февраль 2004 г.)
Возраст 20 лет

Речная камбала характеризуется наилучшими показателями скорости роста из исследуемых видов и достигает наибольших размеров. Самки на 5 году жизни достигают длины 20 см и более, на 8-9 году – 30 см. Приросты массы увеличиваются с возрастом. Рост самцов замедляется на 5-6 году жизни, причем для рыб района о. Кий это замедление более выражено. К указанному возрасту они достигают здесь длины 15-16 см и массы 70-80 г, в районах Восточной Соловецкой Салмы и Подпорожья – 20-21 см и порядка 200 г. Максимальные линейный размер, масса и возраст речной камбалы Онежского залива были отмечены у особей, выловленных в Подпорожье: для самок это 36 см, 1025 г и 13 лет, для самцов – 29,5 см, 502 г и 12 лет. Подтвержденное математически сходство по показателям роста речной камбалы, пойманной в Подпорожье и в Восточной Соловецкой Салме, и отличие их от речной камбалы района о. Кий служит свидетельством существования на исследуемой акватории двух экологических группировок речной камбалы.

Для всех видов камбал обнаружены четкие функциональные зависимости длина-масса (табл. 2), длина-возраст, масса-возраст, характеризующиеся коэффициентом корреляции R=0,84-0,99. Поскольку показатель степени в зависимости масса-длина у всех исследуемых видов оказался близок к 3, для математического описания их роста использовалось уравнение Бергаланфи, хорошо аппроксимирующее увеличение размеров камбал с возрастом при коэффициенте корреляции 0,98-0,99. Учитывая значительный половой диморфизм и наличие пространственной изменчивости

роста, коэффициенты уравнения вычислялись отдельно для самцов и самок по разным участкам залива (табл. 3).

Таблица 2

Уравнения степенной функции $W=f(L)^*$ для камбал Онежского залива

Ершоватка	$W = 0,012L^{3,1547}$ (R=0,99)
Полярная камбала	$W = 0,014L^{3,1134}$ (R=0,98)
Речная камбала	$W = 0,0115L^{3,1732}$ (R=0,99)

* – W-масса рыбы; L-промысловая длина.

Таблица 3

Уравнения линейного роста Берталанфи (верхняя строка) и коэффициенты скорости линейного роста (нижняя строка) трех видов камбал Онежского залива

Район	Ершоватка	Полярная камбала	Речная камбала
самки			
о. Кий	$L_t=21,9(1-e^{-0,16(t+1,34)})$	$L_t=22,8(1-e^{-0,21(t+1,49)})$	$L_t=47,1(1-e^{-0,11(t+0,91)})$
Восточная Соловецкая Салма	$L_t=20,8(1-e^{-0,32(t+0,39)})$	$L_t=21,9(1-e^{-0,29(t+1,47)})$	$L_t=35,1(1-e^{-0,23(t+0,52)})$
Колежма	–	$L_t=20,7(1-e^{-0,28(t+1,37)})$	–
Подпорожье	–	–	$L_t=41,3(1-e^{-0,16(t+0,84)})$
самцы			
о. Кий	$L_t=11,3(1-e^{-0,36(t+1,22)})$	$L_t=13,9(1-e^{-0,16(t+3,83)})$	$L_t=20,0(1-e^{-0,28(t+0,74)})$
Восточная Соловецкая Салма	$L_t=18,9(1-e^{-0,35(t+0,36)})$	–	$L_t=22,1(1-e^{-0,52(t+0,27)})$
Колежма	–	$L_t=12,6(1-e^{-0,30(t+1,94)})$	–
Подпорожье	–	–	$L_t=28,0(1-e^{-0,24(t+0,60)})$

Коэффициенты уравнений весового роста Берталанфи оказались закономерно сходны с коэффициентами уравнений линейного роста. Уравнение весового роста совместно для самцов и самок по участку Подпорожье, коэффициенты которого необходимы для моделирования динамики популяции, имеет вид:

$$W_t=1163(1-e^{-0,162(t+0,974)})^3$$

В настоящее время является известным, что для камбаловых свойственна высокая степень внутривидовой дифференциации и образование многочисленных локальных популяций, даже в пределах сравнительно небольших акваторий (Фадеев, 1987). Сравнение показателей роста и темпа полового созревания, проведенное нами с целью выяснения экологической структуры камбал, показало достоверность различий этих показателей для группировок речной камбалы и ершоватки, обитающих в эстуариях и открытой части залива. Как и в других частях ареала, в Онежском заливе существуют две

экологических группировки речной камбалы – быстрорастущая, активно мигрирующая и нагуливающаяся по всей акватории залива, и прибрежная, медленно растущая, в течение всей жизни не покидающая локальных местообитаний в пределах прибрежья, где также нерестится. Установлено также, что молодь речной камбалы до наступления половой зрелости обитает не только в приустьевых пространствах рек, как считалось ранее, но в прибрежной зоне моря вообще. Становясь половозрелыми, особи речной камбалы переходят к обитанию на более значительных глубинах, и в большей степени избегают опреснения. Для ершоватки обнаружены различия и в сроках наступления половозрелости: в кутовой распресненной части залива массовое созревание самок происходит на год раньше. Указанные биологические параметры полярной камбалы в разных участках залива различаются слабо.

Ершоватка в экспериментальных уловах кутовой части залива была представлена в основном особями длиной 8-11 см, в возрасте 3-4 года (70-80 %), в подавляющем большинстве половозрелыми. Все самцы оказываются половозрелыми на втором году жизни, самки в массе созревают на третьем году. Ершоватка кутовой части залива полностью созревает к 3-4 годам, ершоватка внешней части залива – к 5 годам. Соотношение полов – примерно 9:1 с преобладанием самок. В Восточной Соловецкой Салме доминировали особи тех же возрастных групп, но при средней длине 15,9 см. Большая часть особей полярной камбалы в районе Кий-острова характеризуется размерами от 10 до 12 см и возрастом 3-4 года (50 % и более). 80 % рыб – половозрелые. Сроки массового наступления половозрелости – такие же, как у ершоватки. Созревание всех особей происходит к 5 годам. Соотношение полов 4:1 с преобладанием самок.

Речная камбала в районе о. Кий (и самцы, и самки) в большинстве имеют размеры 9-12 см, возраст – 3-4 года. При этом 70-80 % рыб согласно действующих правил рыболовства являлись маломерными. Размерно-возрастная структура в районе Подпорожья была совершенно иной. Преобладающие размеры самцов здесь – 18-21 см, самок – 17-23 см, доминирующие возрастные группы – 5-6 лет, сравнительно больше количество крупных рыб старших возрастных групп.

В районе о. Кий самки значительно преобладали над самцами (соотношение 7:3). 70 % «Кий-островских» рыб были неполовозрелыми. По Подпорожью получено соотношение полов 3:2, также с преобладанием самок. В Восточной Соловецкой Салме в период нагула получено соотношение полов речной камбалы 1:1. Количество неполовозрелых особей составило 12-

15 %. Самцы в массе достигают половозрелости на 4, самки – на 5 году жизни. Все особи созревают, соответственно, в 6-8 лет.

Впервые нами была произведена оценка коэффициентов смертности камбаловых Онежского залива. Смертность является важнейшим параметром любой популяции, знание которого необходимо при моделировании популяций и разработке параметров оптимального рыболовства. Итоговые значения коэффициентов получены нами в результате обобщения результатов их оценки несколькими методами (табл. 4). Учитывая крайне малую промысловую нагрузку, общая смертности речной камбалы и ершоватки Онежского залива может быть принята равной естественной.

Таблица 4

Общая смертность камбал Онежского залива, 1/год

Речная камбала		Полярная камбала		Ершоватка	
самки	самцы	самки	самцы	самки, о. Кий	самки, Восточная Соловецкая Салма
0,35	0,35	0,54	0,42	0,81	0,37

Привлечение для сравнительного анализа литературных данных показало адекватность установленных нами коэффициентов. Сравнительно большая смертность ершоватки района о. Кий (0,81 1/год) является характерной чертой обитающей здесь локальной группировки, состоящей из медленнорастущих и раносозревающих особей. Оценка смертности ершоватки внешней части залива совпала с литературными оценками смертности ершоватки Северного моря (0,37 1/год). Полярная камбала из трех исследуемых видов наиболее подвержена воздействию промысла, и общая смертность самок и самцов полярной камбалы Онежского залива практически совпала с таковой полярной камбалы юго-востока Баренцева моря (Кобелев, 2001). Известные оценки смертности речной камбалы не превышают 0,2 1/год. Речную камбалу исследуемой акватории характеризует установленная нами величина $Z=0,35$ 1/год.

Таким образом, структура популяций и биология исследуемых видов достаточно сильно различается. Различия и сходства обуславливаются, в том числе принадлежностью видов к разным фаунистическим комплексам, и являются приспособлениями, позволяющими каждому из них занимать свою экологическую нишу в ихтиоценозе залива и обеспечивать успешное воспроизводство.

Речной камбале Онежского залива по сравнению с полярной камбалой и ершоваткой, присущи сравнительно позднее половое созревание, быстрый темп

роста и достижение значительных размеров и массы, более низкий уровень смертности, практически равное соотношение полов. Всем трем видам по созреванию и росту свойственен значительный половой диморфизм.

Наши исследования питания камбал Онежского залива показали, что в районе о. Кий в мае-июне основным компонентом питания всех трех видов камбал была икра сельди (от 28 до 58%), а в районе Восточной Соловецкой Салмы в июле-августе – *Polychaeta* (от 30 до 58%). Из всех групп бентоса наиболее часто камбаловые потребляют *Bivalvia*, *Polychaeta* и *Crustacea*. Таким образом, выяснилось, что основным фактором, определяющим состав пищи камбаловых является степень концентрации и доступности кормовых объектов. Подобные сведения были получены рядом ученых ранее для других районов Белого и Балтийского морей (Желтенкова, 1953; Шатуновский, Честнова, 1970; Краснова, Воеводин, 1998; Пономарев, 2004). Полученные данные также свидетельствуют о том, что имеет место сходство в питании камбаловых не только между собой, но и с питанием наваги и корюшки, которые являются наиболее массовыми потребителями бентоса в Онежском заливе. Отличие от этих видов состоит в том, что в рационе последних большое значение играет рыба, а двустворчатые моллюски в пищу ими практически не используются (Тимакова, 1957; Подражанская, 1995). Учитывая, что бентос залива слагается главным образом из двустворчатых моллюсков, на питание которыми камбаловые легко переходят при недостатке иных кормов, благоприятность кормовых условий для камбал в Онежском заливе очевидна.

ГЛАВА 4. ПРОМЫСЛОВО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАМБАЛОВЫХ ОНЕЖСКОГО ЗАЛИВА

Специализированного промышленного лова камбал в районе исследований не существовало. Камбаловые (в основном молодь) добывались в качестве прилова в ходе промысла наваги и сельди, в основном во II и III кварталах года, и только в пределах верхней сублиторали.

В Онежском заливе по сравнению с другими районами Белого моря доля камбал в общем улове была наибольшей (до 18 %). Это также единственный район моря, где в уловах доминировала речная камбала. Вылов камбаловых достигал здесь наибольших величин в 40-х-50-х годах XX в., превышая в отдельные годы 60 т. В период с 1960 г., особенно в последние 15 лет, наблюдалось постепенное снижение уловов, связанное как с сокращением промыслового усилия, так и с ослаблением контроля за рыболовством (рис. 3).

В результате перемен, произошедших в общей картине промысла в силу

причин экономического и политического характера в конце XX в., добыча основных объектов лова – наваги и сельди – также сократилась, и сместилась на I и IV кварталы года, что привело к снижению промыслового воздействия и на камбаловых, в особенности на молодь речной камбалы и ершоватки. Промысел при этом по-прежнему приурочен только к верхней сублиторали, и практически вся площадь залива, за исключением этой узкой прибрежной зоны, является неосвоенной.

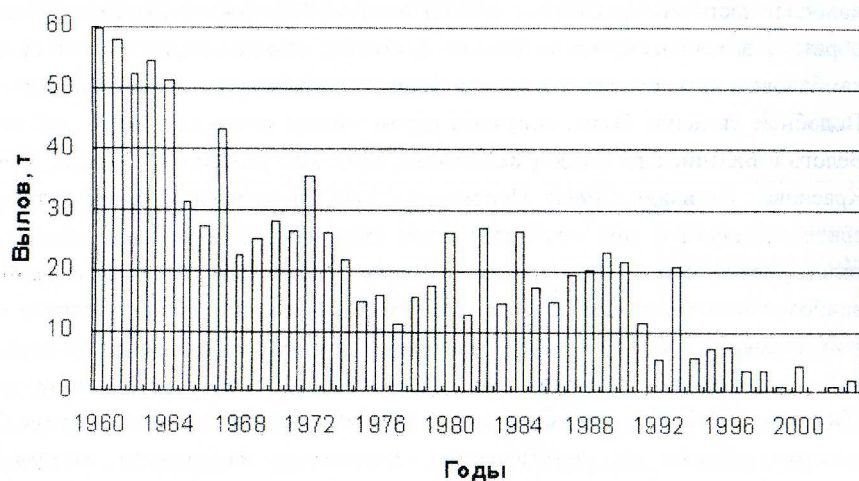


Рис. 3. Вылов камбаловых в Онежском заливе (1960-2003 гг.) по данным бассейновых управлений Севрыбвод и Карелрыбвод

В реках в осенний период ловится только речная камбала. В ходе зимнего морского промысла наваги в качестве прилова вылавливается исключительно полярная камбала. Проведенный нами анализ состава уловов свидетельствует о весьма существенной роли камбаловых в ихтиоценозе залива. В ходе промысла по открытой воде в кутовой части залива в уловах обнаруживаются все три вида камбал, с преобладанием речной и полярной, причем доля их в уловах ловушек растет с продвижением из верхней сублиторали (36% донных рыб по массе) на литораль (49%), а уловы сетей и крючковых снастей состоят почти исключительно из камбал (94-99%). Во внешней части залива в уловах сетей в верхней сублиторали доля камбаловых составляла 21%. Ретроспективные сравнения говорят о сравнительном улучшении состояния запасов этих рыб в Онежском заливе – наблюдается увеличение пределов размерных рядов и доли крупных особей в уловах в настоящее время по сравнению с периодом активного лова в годы Великой

Отечественной Войны (Юданова, 1944).

Учитывая все вышеописанные результаты нашей работы можно сделать вывод о том, что запасы камбаловых рыб (прежде всего речной камбалы) в Онежском заливе находятся в хорошем состоянии и недоиспользуются. Это обуславливает возможность организации их промысла.

В условиях залива, с его сложным рельефом дна, наиболее перспективным видится промысел с использованием донных сетей и снюрреводов, а также развитие любительского рекреационного лова. Наилучшим периодом для ведения промысла является осень, когда речная камбала и другие виды камбаловых образуют скопления в прибрежье, мигрируют к местам зимовок, и имеют наилучшие потребительские качества.

Возможность организации промысла камбаловых в Онежском заливе подробно обосновывается в заключительной главе диссертации.

ГЛАВА 5. ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОМЫСЛА КАМБАЛОВЫХ

Задачей всякого рационального промысла является получение максимальной величины улова определенного товарного качества, изъятие которого из популяции не приводило бы к подрыву ее воспроизводительной способности. Наиболее эффективным способом оценки оптимальных параметров промысловой эксплуатации того или иного вида рыбы является исследование математических моделей динамики популяции. В настоящей работе для этих целей применяется сравнительно простая аналитическая модель Бивертон-Холта, которая нашла достаточно широкое применение в отечественной и международной практике. (Бивертон, Холт, 1969; Засосов, 1976; Рикер, 1979).

В качестве объекта моделирования была выбрана речная камбала. Этот вид обладает наилучшими характеристиками роста, потребительскими качествами и промысловым потенциалом, и соответствует условиям, предъявляемым данной моделью. Расчеты производились для популяции в целом без разделения по самцам и самкам с использованием данных, полученных в районе Подпорожья.

Основными характеристиками из анализируемых при моделировании являются численность промыслового стада (B_n) и величина улова в весовом выражении (Y_w). Используя концепцию предосторожного подхода в качестве граничного ориентира нами выбран показатель минимальной численности запаса, необходимой для нормального воспроизводства $B_{n_{min}}$, принятый равным 80 % численности девственной популяции. По изоплетной диаграмме численности популяции B_n были получены предельно допустимые пары

значений промысловой смертности F и возраста вступления в эксплуатацию t_c . Эти значения затем были нанесены на изоплетную диаграмму улова в весовом выражении Y_w (рис. 4).

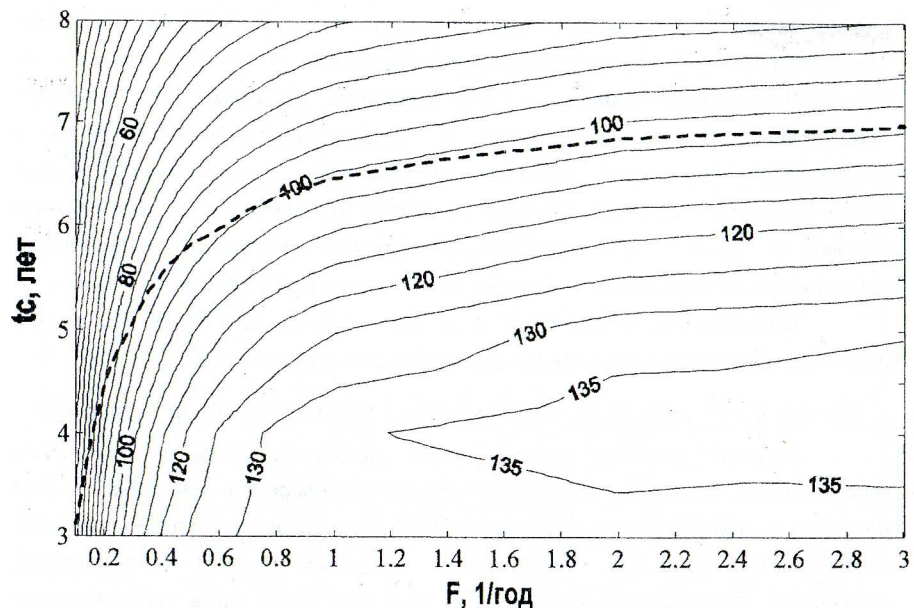


Рис. 4 Изоплетная диаграмма зависимости улова в весовом выражении речной камбалы Онежского залива от промысловой смертности (F) и возраста вступления в эксплуатацию (t_c)

Прерывистой линией показаны пары значение F и t_c , соответствующие минимальной численности запаса $B_{n_{min}}$

Область допустимых изменений параметров промысла при заданных t_c от 3 до 8 лет лежит выше выделенной линии, представляющей собой предельные значения параметров F и t_c . В пределах области допустимых значений можно как угодно изменять интенсивность и селективность лова, но то, какой режим эксплуатации запаса будет предпочтительнее, можно установить лишь на основе комплексного рассмотрения как промыслово-биологических, так и технико-экономических результатов промысла.

Оценка оптимальных параметров промысловой эксплуатации, учитывая экономическую целесообразность вероятного промысла в условиях ограничений, накладываемых необходимостью обеспечить нормальное воспроизводство популяции, являлась заключительным этапом нашей работы. Параметры орудия лова и экономические показатели рассчитывались в двух вариантах – для среднетоннажного и малотоннажного сейнеров. Величина

биомассы популяции речной камбалы в Онежском заливе рассчитана на основе данных по уловам на усилие ставных сетей в Восточной Соловецкой Салме, так как лов здесь проводился в период нагула, когда можно ожидать равномерного распределения особей всех исследуемых видов по площади залива. Учитывая, таким образом, площадь Онежского залива (12300 км^2) промысловый запас речной камбалы составит здесь 1740 т, а запасы полярной камбалы и ершоватки, учитывая их соотношение в уловах, можно приблизительно оценить величинами 260 и 350 т соответственно.

Расчеты оптимальных параметров промысла с использованием различного количества единиц флота показали, что существует возможность ведения экономически эффективного специализированного снюрреводного лова камбал в заливе. При взятых нами за исходные показателях и коэффициенте естественной смертности речной камбалы $M=0,35 \text{ год}^{-1}$ применение как малотоннажных, так и среднетоннажных сейнеров с современным промысловым вооружением будет достаточно выгодным. наибольшую величину прибыли удастся получить, используя 3 средне- и 8 малотоннажных судов (рис.5).

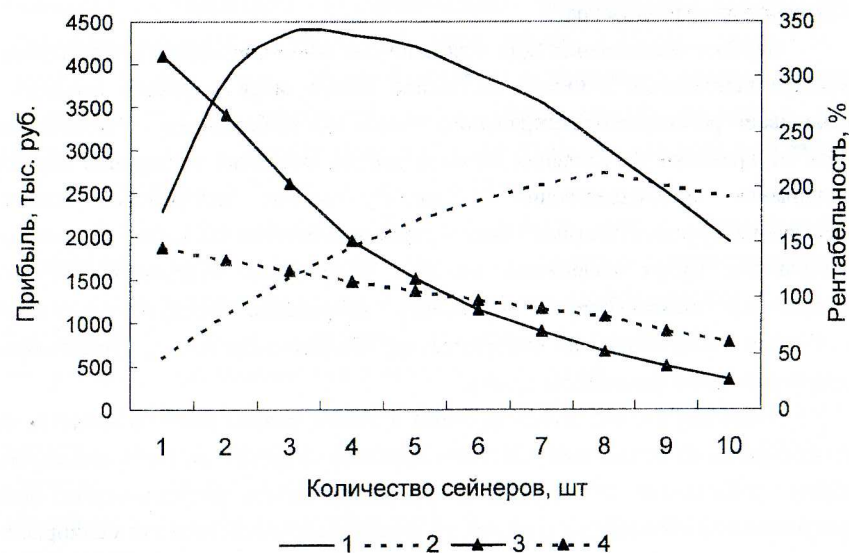


Рис. 5 Прибыль и рентабельность на промысле камбалы в Онежском заливе при разной величине промыслового усилия ($M=0,35 \text{ год}^{-1}$)

1 и 2 – прибыль при использовании, соответственно, среднетоннажных и малотоннажных судов; 3 и 4 – рентабельность при использовании среднетоннажных и малотоннажных судов

При использовании малотоннажных сейнеров, разрешая лов речной камбалы длиной не менее 20 см ($t_c=4$ года, шаг ячеи в орудиях лова не менее 40 мм) ОДУ должен быть принят равным 140 т ($F_{max}=0,19 \text{ год}^{-1}$). При промысловой мере 25 см и шаге ячеи в неводах не менее 50 мм (в случае использования среднетоннажных сейнеров) ОДУ может быть принят равным 180 т ($F_{max}=0,4 \text{ год}^{-1}$), что в 3 раза больше максимального исторически достигнутого улова. Использование среднетоннажных сейнеров, с одной стороны, дает больший экономический эффект и позволяет более полно использовать производственные возможности объекта лова. С другой стороны, малотоннажные суда, учитывая их сравнительно меньшую осадку, будут более пригодными для работы в заливе ввиду его сложных навигационных условий и обширных акваторий с малыми глубинами.

Применение любого из рассмотренных типов сейнеров позволит практически полностью осваивать принятый ОДУ. В связи с этим будет необходимо предусматривать ограничение промыслового усилия на судовом лове, с целью выделения части ОДУ на нужды традиционного поморского и любительского рыболовства.

Научное обоснование ОДУ для наиболее многочисленного представителя семейства камбаловых в Онежском заливе Белого моря – речной камбалы – обеспечивает реализацию федерального закона «О рыболовстве...» и позволит отойти от практики определения объемов вылова методами экспертной оценки, сводящимися преимущественно к анализу весьма ненадежных данных существующей промстатистики. Пользователи прибрежных субъектов Федерации, в результате, будут наделяться квотами в пределах адекватного объема, одновременно позволяющего обеспечить сохранение воспроизводительной способности популяции, а следовательно, биоразнообразия, и устойчивого функционирования экосистемы залива.

Учитывая то, что доминирующая в заливе речная камбала является во многих странах излюбленным объектом морского спортивного рыболовства, мы считаем возможной организацию в Онежском заливе рекреационного лова через развитие рыболовного туризма, а с целью рыбохозяйственной мелиорации в плане повышения кормности залива может быть рассмотрен вопрос об организации добычи моллюсков.

ВЫВОДЫ

1. Камбаловые являются одним из ведущих компонентов прибрежных донных икhtiоценозов в Онежском заливе Белого моря. Здесь обитает три вида

камбал – речная *Platichthys flesus* (L., 1758), полярная *Liopsetta glacialis* (P., 1776) и ершоватка *Limanda limanda* (L., 1758), для которых складываются благоприятные условия обитания. Речная камбала из трех рассматриваемых видов характеризуется наибольшей эврибионтностью, которая компенсирует влияние лимитирующих факторов.

2. Речная камбала в Онежском заливе представлена двумя экологическими группировками - быстрорастущей, активно мигрирующей и нагуливающейся по всей акватории залива, и прибрежной, медленно растущей, в течение всей жизни не покидающей локальных местообитаний в пределах прибрежья. Ершоватка в распресненных прибрежных районах также образует локальные стада, для особей которых характерны замедленный рост, более раннее наступление половозрелости, высокий уровень смертности. Биологические параметры полярной камбалы в разных участках залива различаются слабо. Всем трем видам свойственен значительный половой диморфизм по росту и созреванию.

3. Из трех исследуемых видов речная камбала достигает наибольших размеров и характеризуется наилучшими показателями темпов роста. Максимальный отмеченный возраст самок для нее – 13 лет, длина – 36 см; самцов – 12 лет, длина – 29 см. Ершоватка и полярная камбала в условиях Онежского залива – тугорослые рыбы. Максимальный возраст и длина ершоватки - 15 лет и 25 см (самки), и 11 лет и 20 см (самцы), полярной камбалы – соответственно 15 и 20 лет, длина – 22 и 15 см.

4. Для всех видов камбал обнаружены четкие функциональные зависимости длина-масса, длина-возраст, масса-возраст, длина-плодовитость, радиус отолита-длина рыбы, характеризующиеся коэффициентом корреляции $R=0,84-0,99$. Оценены параметры уравнений регрессионной зависимости, которые могут использоваться в прогностических целях.

5. Рост камбаловых Онежского залива близок к изометрическому и хорошо аппроксимируется уравнениями Берталанфи при коэффициенте корреляции 0,98-0,99. Сопоставление наблюдаемых данных по росту с обратными расчислениями свидетельствует о стабильности роста камбаловых в межгодовом аспекте.

6. Речная камбала Онежского залива массово становится половозрелой (самцы-самки) на 4-5 годах жизни при длине 14-22 см. Ершоватка и полярная камбала созревают сравнительно раньше - сроки массового наступления половозрелости для них (самцы-самки) – 2-3 года. Длина особей при этом – 7-10 см.

6. Коэффициенты общей смертности, определенные несколькими методами, для речной камбалы примерно равны для обоих полов, и составляют 0,35 1/год. Общая смертность ершоватки, обитающей в кутовой части залива - порядка 0,8 1/год, ершоватки внешней части залива - 0,37 1/год. Общая смертность самцов и самок полярной камбалы соответственно оценена коэффициентами 0,45 и 0,54 1/год.

7. Основа питания камбаловых Онежского залива - моллюски, полихеты и ракообразные. Состав пищи связан с концентрацией и доступностью объектов питания в кормовой базе. Существует сходство в питании камбаловых не только между собой, но и с питанием наваги и корюшки.

8. Камбаловые являются ведущим компонентом уловов, обеспечивая от 20 до 100% их массы, что наряду с многовозрастной структурой уловов свидетельствует о возможности их специализированного рентабельного промысла. Наиболее эффективный период промысла - сентябрь-ноябрь. Максимальный исторический вылов достигал 60 т. Низкие уловы камбаловых не соответствуют продукционным возможностям и обусловлены традиционными особенностями промысла и незнанием биологии объектов лова. Незрелость специализированного промысла связана в том числе с отсутствием научно-обоснованной оценки общего допустимого улова (ОДУ) и неразработанностью мер регулирования промысла.

9. С использованием промысловой модели разработаны оптимальные параметры промысла камбаловых в Онежском заливе: при возрасте вступления в эксплуатацию $t_c=4$ года предельное значение промысловой смертности $F_{\max}=0,19$ 1/год, ОДУ=140 т, промысловая мера для речной камбалы - 20 см., минимальный разрешенный шаг ячеи - 40 мм; при возрасте вступления в эксплуатацию $t_c=5,5$ лет предельное значение промысловой смертности $F_{\max}=0,4$ 1/год, ОДУ=180 т, промысловая мера для речной камбалы - 25 см., минимальный разрешенный шаг ячеи - 50 мм; Достижение максимального экономического эффекта возможно при использовании 8 малотоннажных либо 3 среднетоннажных сейнеров, использующих снюрреводы.

10. Переход на научно-обоснованные принципы организации и регулирования промысла камбаловых в Онежском заливе Белого моря обеспечивает практическую реализацию концепции предосторожного подхода, закона «О рыболовстве...», и будет способствовать сохранению биологического разнообразия ихтиоценозов залива и устойчивому социально-экономическому развитию прибрежной территории.

Публикации по теме диссертации

1. Шерстков А.С. Распределение непромысловых и малоиспользуемых видов рыб в различных районах Белого моря // Тез. докл. конф. Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря, Беломорск, 2001. - С. 196-198.

2. Шерстков А.С. Биологическая характеристика камбаловых рыб Онежского залива Белого моря. // Материалы рыбохозяйственных исследований водоемов европейского Севера. Сб. научн. трудов СевПИРО. - Архангельск, 2002. - С. 290-297.

3. Шерстков А.С. Перспективы исследований и промыслового использования камбаловых Онежского залива Белого моря по предварительным результатам работ в 2002 г. // Тез. докл. междунар. научн. конф. «Инновации в науке и образовании». - Калининград: КГТУ, 2003. - С. 20-21.

4. Шерстков А.С. Ихтиофауна Конюховой губы Онежского залива Белого моря // Тез. докл. междунар. молодежной научн. конф. «Экология-2003». - Архангельск: Институт Экологических Проблем Севера УрО РАН, 2003. - С. 219-220.

5. Шерстков А.С. Камбаловые в уловах ставных сетей в губе Конюховой Онежского залива Белого моря и их некоторые биологические особенности // (III (XXVI) международная конференция «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов европейского Севера». - Сыктывкар, 2003, С. 97.

6. Шерстков А.С. Особенности роста речной камбалы Онежского залива Белого моря // Известия КГТУ. - 2005. - № 8. - С. 85-94.

7. Шибяев С.В., Шерстков А.С. Некоторые результаты оценки коэффициентов смертности беломорских камбаловых на основе данных по уловам ставных ловушек в прибрежье Онежского залива // Тез. докл. междунар. научн. конф. «Инновации в науке и образовании». - Калининград: КГТУ, 2005. - С. 69-71.

8. Шерстков А.С. Моделирование эксплуатируемой популяции речной камбалы Онежского залива Белого моря методом Бивертон-Холта // Тез. докл. междунар. научн. конф. «Инновации в науке и образовании». - Калининград: КГТУ, 2005. - С. 71-73.

9. Шерстков А.С., Сквородько А.А. Влияние абиотических факторов среды на ход зимовальной миграции беломорской речной камбалы (*Platichthys flesus* (L.)) в р. Онега в 2002-2004 г.г. // Тез. докл. междунар. конф. «Поведение рыб». - Борок, 2005 - С. 570-573.